



**PASTIRMA ÜRETİMİNDE
TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN KULLANILMASI**

Fatma Yağmur HAZAR

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Mükerrerem KAYA
2018**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN
KULLANILMASI**

Fatma Yağmur HAZAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2018

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN
KULLANILMASI**

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA danışmanlığında, Fatma Yağmur HAZAR tarafından hazırlanan bu çalışma 03/12/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza :

Üye : Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Birol KILIÇ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Güzin KABAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Fatih ÖZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **13**.../...**12**.../...**2018** tarih ve ...**49**.../...**02**... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TAGEM projesi kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 16/AR-GE/29

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

Doktora Tezi

PASTIRMA ÜRETİMİNDE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN KULLANILMASI

Fatma Yağmur HAZAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mürkerrem KAYA

Araştırma pastırma üretiminde mikrobiyal transglutaminaz kullanımının ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri ile uçucu bileşik profili ve serbest aminoasit kompozisyonuna etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuştur. Bu amaçla iki farklı deneme planlanmıştır. Birinci denemede faktör olarak transglutaminaz uygulaması (%0,25, %0,50, %1 ve kontrol) seçilmiş ve kontrollü şartlarda sırt pastırma üretilmiştir. İkinci denemede ise farklı pastırma çeşitlerinde (sırt, kuşgözü, şekerpare, kürek ve bohça) %0,50 transglutaminaz uygulamasının etkisi incelenmiştir. İkinci denemede üretimde geleneksel yöntem uygulanmıştır. Bu denemede ayrıca dilimlenmiş pastırma çeşitlerinde modifiye atmosferde (%70 N₂+%30 CO₂) 6 ay süre ile depolamanın ürün özelliklerine etkisi de incelenmiştir.

Kontrollü şartlarda yapılan üretimde (deneme I) transglutaminaz su aktivitesi üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Geleneksel üretimde (deneme II) ise hem enzim kullanımı hem de pastırma çeşidi a_w değerleri üzerinde etkili olmuştur. Buna karşın nem değeri her iki üretim yönteminde de transglutaminaz kullanımından etkilenmemiştir ($P>0,05$). En yüksek nem değeri şekerpare çeşidinde saptanmıştır. Transglutaminaz kullanımının pastırmanın pH değeri üzerinde ise önemli derecede ($P<0,05$) etki gösterdiği saptanmıştır. Pastırma gruplarında pH 5,5 ile 6 arasında değişim göstermiştir. Geleneksel üretimde enzim uygulaması ve depolama süresi tüm pastırma çeşitlerinde renk değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Her iki denemede de enzim uygulaması TBARS değerini düşürürken, NPN-M içeriği üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Buna karşın depolama süresi ilerledikçe NPN-M içeriği artış göstermiştir. Enzim uygulaması pastırmanın mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi üretim yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Transglutaminaz uygulaması pastırmanın bazı duyuşal özelliklerini ise olumlu yönde etkilemiştir. Pastırma çeşitleri arasında en yüksek ortalama duyuşal puanı sırt çeşidi vermiştir. Pastırma çeşitleri arasında tekstürel özellikler (adesivlik hariç) açısından çok önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0,05$). Kesme testi değerleri hem kontrollü ($P<0,05$) hem de geleneksel yöntemde ($P<0,01$) enzim uygulaması ile artmıştır. Kontrollü şartlarda üretimde, enzim uygulaması gerilme-gevşeme testi parametrelerinden sadece maksimum kuvvette artışa neden olmuştur ($P<0,05$). Kontrollü şartlarda üretimde 49, geleneksel üretimde ise 48 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Kontrollü şartlarda üretilen pastırmaların uçucu bileşikleri enzim uygulamasından etkilenmezken geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinde 10 uçucu bileşik enzim uygulamasından ve 14 bileşik ise pastırma çeşidinden önemli ($P<0,05$) veya çok önemli ($P<0,01$) derecede etkilenmiştir. Kontrollü üretimde enzim uygulaması 4 aminoasit üzerinde geleneksel yöntemde ise 8 aminoasit üzerinde etkili olmuştur.

2018, 163 sayfa

Anahtar Kelimeler: pastırma, transglutaminaz, uçucu bileşik profili, tekstür, serbest aminoasit kompozisyonu

ABSTRACT

The D. Thesis

THE USE OF TRANSGLUTAMINASE ENZYME IN THE PASTIRMA PRODUCTION

Fatma Yağmur HAZAR

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

Supervisor: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

The study was conducted to determine the effects of using microbial transglutaminase enzyme in pastırma production on physicochemical, microbiological and sensory properties, as well as volatile compound profile and free amino acid composition of the final product. For this purpose, two different experiments were planned. In the first experiment, transglutaminase application (0,25%, 0,50%, 1% and control) were selected and *sirt* pastırma was produced under the controlled conditions. In the second experiment, the effect of 0,50% transglutaminase on different pastırma types (*sirt*, *kuşgözü*, *şekerpare*, *kürek* and *bohça*) was investigated. Traditional method was applied in production in the second experiment. In this experiment, the effect of storage for 6 months under modified atmosphere (70% N₂+30% CO₂) on the properties of the sliced pastırma types was also investigated.

In production under controlled conditions (experiment I), transglutaminase did not show a significant effect on a_w (P>0,05). Both use of enzyme and pastırma type were effective on a_w values in traditional production (experiment II). However, the moisture value was unaffected by the use of transglutaminase in both production methods (P> 0,05). The highest moisture value was detected in *şekerpare* type. A significant effect (P<0,05) by transglutaminase was found on pH value. pH varied between 5,5 and 6 in pastırma groups. In the traditional production, enzyme application and storage time caused a decrease in color values in all pastırma types. In both experiments, the enzyme application decreased the TBARS value, while it showed no significant effect on the NPN-M content. However, the NPN-M content increased as the storage period progressed. The effect of enzyme application on microbiological properties varied depending on the production method. Some of sensory properties of pastırma were positively affected by the application of transglutaminase. Among the pastırma types, *sirt* type had the highest mean sensory score. Significant differences were found among types of pastırma in terms of textural properties (except for adhesiveness) (P<0,05). The shear test values increased with enzyme application in both controlled (P<0,05) and traditional method (P<0,01). In production under controlled conditions, enzyme application caused an increase in only maximum force of the stress-relaxation test parameters (P<0,05). 49 volatile compounds were identified in production under controlled conditions and 48 volatile compounds were detected in the traditional production. While the volatile compound profile of the pastırma produced under controlled conditions were not affected by the enzyme application, 10 volatile compounds were affected by enzyme application and 14 volatile compounds were affected by pastırma type significantly (P<0,05) or very significantly (P<0,01) in pastırma samples produced under the traditional conditions. The enzyme application was effective on 4 amino acids in controlled production and 8 amino acids in the traditional method.

2018, 163 pages

Keywords: pastırma, transglutaminase, volatile compound profile, texture, free amino acid composition

TEŞEKKÜR

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca engin bilgi birikimi ve tecrübesiyle her konuda yanımda olan, kullandığı her kelime ile hayatıma büyük katkılar yapan öğrencisi olmaktan her zaman onur duyduğum kıymetli Hocam Sayın Prof. Dr. Mürkerrem KAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans öğrenimim boyunca danışmanlığımı yürüten hayatımın her alanında desteklerini benden esirgemeyen değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın tekstür profil analizlerini yürüten Sayın Hocam Prof. Dr. Murat KARAOĞLU'na, araştırma süresince bilgi birikim ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Hasan SEÇEN'e, ihtiyacım olduğunda sürekli yanımda olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ'a, laboratuvar çalışmalarım boyunca sürekli desteklerini gördüğüm çalışma arkadaşlarım doktora öğrencisi Kübra FETTAHOĞLU ve Rahimeh JABERİ ile yüksek lisans öğrencisi Ümran ARMUTÇU ve Araş. Gör. Bilge SAYIN BÖREKÇİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmanın hayata geçirilmesi için TAGEM 16/AR-GE/29 nolu ve “Pastırma Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanılması” başlıklı projemize destek veren Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince “2211C Öncelikli Alanlar Doktora Bursu” kapsamında maddi anlamda destek sağlayan TÜBİTAK ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın laboratuvar aşamasını gerçekleştirmem için bana kapılarını sonuna kadar açan ve her türlü imkânı sağlayan Atatürk Üniversitesi Doğu Anadolu Yüksek

Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne (DAYTAM) ve DAYTAM Müdürü Sayın Prof. Dr. Hamdullah KILIÇ'a teşekkür ederim.

Geleneksel yöntemle pastırma üretimini gerçekleştirdiğimiz işletmenin sahibi Sayın Hakan KADAKCIOğLU ve sevgili eşine, pastırmalık etlerin temininde desteklerini esirgemeyen Osman AYBAS'a da teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca beni her konuda destekleyen hayallerimi hayata geirmemde en büyük destekçim olan kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma Yağmur HAZAR

Aralık, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve METOT	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Metot	15
3.2.1. Pastırma üretimi	15
3.2.2. Mikrobiyolojik analizler.....	17
3.2.2.a. Laktik asit bakteri sayımı	17
3.2.2.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayımı.....	17
3.2.2.c. Enterobacteriaceae sayımı	17
3.2.2.d. Maya-Küf sayımı.....	18
3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	18
3.2.3.a. pH değerinin belirlenmesi	18
3.2.3.b. a_w değerinin belirlenmesi	18
3.2.3.c. Tiyo Barbütirik asit reaktif madde miktarının belirlenmesi.....	18
3.2.3.d. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının belirlenmesi	19
3.2.3.e. Renk değerlerinin belirlenmesi.....	19
3.2.3.f. Tekstür profil analizi ile gerilme-gevşeme ve kesme tesleri.....	19
3.2.3.g. Nem ve kuru madde miktarının belirlenmesi	20
3.2.3.h. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi.....	20
3.2.3.1. Serbest aminoasit kompozisyonunun belirlenmesi	20
3.2.4. Duyusal analiz	21
3.2.5. İstatistiksel analizler	22

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. I. Denemeye Ait Sonuçlar	23
4.1.1. Su aktivitesi	23
4.1.2. Nem	24
4.1.3. pH	25
4.1.4. Renk.....	27
4.1.5. TBARS	29
4.1.6. NPN-M	31
4.1.7. Mikrobiyolojik analizler.....	32
4.1.7.a. Laktik asit bakterileri.....	32
4.1.7.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i>	34
4.1.7.c. Enterobacteriaceae	35
4.1.7.d. Maya-Küf	35
4.1.8. Duyusal analiz	37
4.1.9. Tekstür analizleri	41
4.1.9.a. Tekstür profil analizi	41
4.1.9.b. Kesme testi	45
4.1.9.c. Gerilme-gevşeme testi	47
4.1.10. Uçucu bileşik.....	49
4.1.11. Serbest aminoasit kompozisyonu	59
4.2. II. Denemeye Ait Sonuçlar	63
4.2.1. Su aktivitesi	63
4.2.2. Nem	65
4.2.3. pH	67
4.2.4. Renk.....	72
4.2.5. TBARS	82
4.2.6. NPN-M	87
4.2.7. Mikrobiyolojik analizler.....	89
4.2.7.a. Laktik asit bakterileri.....	89
4.2.7.b. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i>	91
4.2.7.c. Enterobacteriaceae	95
4.2.7.d. Maya-Küf	96

4.2.8. Duyusal analiz	100
4.2.9. Tekstür analizleri	116
4.2.9.a. Tekstür profil analizi	116
4.2.9.b. Kesme testi	121
4.2.9.c. Gerilme-gevşeme testi	124
4.2.10. Uçucu bileşikler	126
4.2.11. Serbest aminoasit kompozisyonu	146
5. SONUÇ	156
KAYNAKLAR	159
ÖZGEÇMİŞ	164

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

μmol MDA	Mikromol malondialdehit
a _w	Su aktivitesi
dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
KO	Kareler ortalaması
kob	Koloni oluşturan birim
log	logaritmik
mg	Miligram
NPN-M	Protein tabiatında olmayan azotlu madde
SD	Standart sapma
sn	Saniye
SPME	Katı faz mikro ekstraksiyon
TBARS	Tiyobarbütirik asit reaktif madde
TPA	Tekstür profil analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Enzim içermeyen pastırma	39
Şekil 4.2. %0,25 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma	40
Şekil 4.3. %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma	40
Şekil 4.4. %1 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma	40
Şekil 4.5. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın pH değeri üzerine etkisi.....	71
Şekil 4.6. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın pH değeri üzerine etkisi.....	71
Şekil 4.7. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın L* değeri üzerine etkisi.....	78
Şekil 4.8. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın L* değeri üzerine etkisi.....	78
Şekil 4.9. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın a* değeri üzerine etkisi.....	79
Şekil 4.10. Enzim uygulamasın ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın a* değeri üzerine etkisi	80
Şekil 4.11. Depolama süresi ve enzim uygulaması interaksyonunun pastırmanın a* değeri üzerine etkisi	80
Şekil 4.12. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın b* değeri üzerine etkisi	81
Şekil 4.13. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın b* değeri üzerine etkisi	81
Şekil 4.14. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın b* değeri üzerine etkisi	82
Şekil 4.15. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın TBARS değeri üzerine etkisi.....	86
Şekil 4.16. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın TBARS değeri üzerine etkisi.....	86

Şekil 4.17. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın NPN-M değeri üzerine etkisi.....	89
Şekil 4.18. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı üzerine etkisi.....	94
Şekil 4.19. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı üzerine etkisi.....	95
Şekil 4.20. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi	99
Şekil 4.21. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi	100
Şekil 4.22. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi	100
Şekil 4.23. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın renk değeri üzerine etkisi	107
Şekil 4.24. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın renk değeri üzerine etkisi	108
Şekil 4.25. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın koku değeri üzerine etkisi	109
Şekil 4.26. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın tekstür değeri üzerine etkisi.....	110
Şekil 4.27. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın tekstür değeri üzerine etkisi.....	110
Şekil 4.28. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın tat değeri üzerine etkisi	111
Şekil 4.29. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın tat değeri üzerine etkisi	111
Şekil 4.30. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisi.....	112
Şekil 4.31. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisi	112
Şekil 4.32. Enzim içermeyen sırt pastırma	113
Şekil 4.33. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen sırt pastırma	113

Şekil 4.34. Enzim içermeyen kuşgözü pastırma.....	114
Şekil 4.35. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen kuşgözü pastırma.....	114
Şekil 4.36. Enzim içermeyen şekerpare pastırma	114
Şekil 4.37. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen şekerpare pastırma	115
Şekil 4.38. Enzim içermeyen kürek pastırma	115
Şekil 4.39. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen kürek pastırma	115
Şekil 4.40. Enzim içermeyen bohça pastırma.....	116
Şekil 4.41. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen bohça pastırma.....	116
Şekil 4.42. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi	121
Şekil 4.43. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın glutamik asit değeri üzerine etkisi.....	154
Şekil 4.44. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın metiyonin değeri üzerine etkisi	155

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların su aktivitesi değerleri	23
Çizelge 4.2. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.3. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların nem değerleri (%)	24
Çizelge 4.4. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.5. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların pH değerleri	25
Çizelge 4.6. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.7. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	26
Çizelge 4.8. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların renk değerleri	27
Çizelge 4.9. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.10. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.11. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların TBARS değerleri (µmolMDA/kg)	29
Çizelge 4.12 Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.13. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	31

Çizelge 4.14. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların NPN-M değerleri (g/100g)	31
Çizelge 4.15. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.16. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri içerikleri (log kob/g)	32
Çizelge 4.17. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.18. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.19. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayısı (log kob/g)	34
Çizelge 4.20. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.21. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf içerikleri (log kob/g)	36
Çizelge 4.22. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.23. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların duyuusal analiz sonuçları	37
Çizelge 4.24. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.25. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.26. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların tekstür profil analiz sonuçları	41

Çizelge 4.27. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.28. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.29. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi sonuçları	46
Çizelge 4.30. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maksimum kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.31. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47
Çizelge 4.32. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçları	47
Çizelge 4.33. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.34. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	49
Çizelge 4.35. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik profili ($AU \times 10^{-6}$)	50
Çizelge 4.36. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.37. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	57
Çizelge 4.38. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların serbest aminoasitleri (mg/100 g kurumadde)	59

Çizelge 4.39. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların serbest aminoasitlerine ait varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.40. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen serbest aminoasitlerin ortalama değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Çizelge 4.41. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen a_w değerleri	63
Çizelge 4.42. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait varyans anaiz sonuçları	64
Çizelge 4.43. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	64
Çizelge 4.44. Pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Çizelge 4.45. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen nem değerleri (%).....	65
Çizelge 4.46. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	66
Çizelge 4.47. Pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	67
Çizelge 4.48. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri	67
Çizelge 4.49. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	68
Çizelge 4.50. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Çizelge 4.51. Pastırma çeşitlerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	70

Çizelge 4.52. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	70
Çizelge 4.53. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerleri.....	72
Çizelge 4.54. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	75
Çizelge 4.55. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 4.56. Pastırma çeşitlerinin L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	77
Çizelge 4.57. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	77
Çizelge 4.58. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)	82
Çizelge 4.59. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	84
Çizelge 4.60. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	85
Çizelge 4.61. Pastırma çeşitlerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	85
Çizelge 4.62. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerleri (g/100g)	87

Çizelge 4.63. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları	88
Çizelge 4.64. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	88
Çizelge 4.65. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakterileri (log kob/g).....	90
Çizelge 4.66. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayıları (log kob/g).....	91
Çizelge 4.67. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.68. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	93
Çizelge 4.69. Pastırma çeşitlerinin <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	93
Çizelge 4.70. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	94
Çizelge 4.71. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayıları (log kob/g)	96
Çizelge 4.72 Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları	97
Çizelge 4.73. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	98

Çizelge 4.74. Pastırma çeşitlerinin maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	98
Çizelge 4.75. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ...	99
Çizelge 4.76. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanları	101
Çizelge 4.77. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait varyans analiz sonuçları	103
Çizelge 4.78. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	105
Çizelge 4.79. Pastırma çeşitlerinde belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	106
Çizelge 4.80. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	107
Çizelge 4.81. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin tekstür profil analiz sonuçları.....	117
Çizelge 4.82. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	118
Çizelge 4.83. Pastırma çeşitlerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	120
Çizelge 4.84. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen kesme testi sonuçları	122

Çizelge 4.85. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maksimum kesme kuvveti değerine ait varyans analiz sonuçları	123
Çizelge 4.86. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	123
Çizelge 4.87. Pastırma çeşitlerinin kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	123
Çizelge 4.88. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen gerilme-gevşeme testi sonuçları	124
Çizelge 4.89. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi parametrelerine ait varyans analiz sonuçları	125
Çizelge 4.90. Pastırma çeşitlerinin gerilme-gevşeme testi parametrelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	125
Çizelge 4.91. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşikleri ($AU \times 10^{-6}$)	127
Çizelge 4.92. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları...	136
Çizelge 4.93. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşiklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	143
Çizelge 4.94. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasit kompozisyonu (mg/kg kurumadde).....	147
Çizelge 4.95. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasitlerine ait varyans analiz sonuçları	151
Çizelge 4.96. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	153

1. GİRİŞ

Geleneksel bir Türk ürünü olan pastırma, sığır ve manda karkaslarından elde edilen büyük parça etlerin kürlenmesi, baskılanması, kurutulması ve çemenlenmesi ile elde edilen kuru kür edilmiş bir et ürünüdür. Bir karkastan 26 çeşit pastırmalık et elde edilebilmektedir. Pastırma çeşitleri isimlendirilirken kasın elde edildiği bölge (kuşgözü, sırt, şekerpare, bohça, dilme, kürek v.s.) dikkate alınmaktadır (Tekinşen ve Doğruer 2000; Gökalp vd 2012; Akköse and Aktaş 2014). Sırt ve kuşgözü pastırma birinci sınıf, bohça, şekerpare ve kürek ise ikinci sınıf pastırma olarak değerlendirilmektedir (Akköse *et al.* 2018).

Pastırma üretiminde şaklama olarak adlandırılan işlem, kürlenme bileşenlerinin et içine difüzyonunu ve dolayısıyla kurumayı hızlandırmak için uygulanmaktadır. Bu amaçla bıçağın ucu pastırmalık etin yüzeyine 45°'lik açı yapacak şekilde kas liflerinin yönünde tutulmakta ve derin kesikler açılmaktadır. Bu kesiklerin derinliği pastırmalık etin yarısına gelecek şekilde ve dizi halinde uygulanmaktadır. Bu işlem pastırmalık etin sadece bir yüzeyinde gerçekleştirilmektedir (Tekinşen ve Doğruer 2010).

Parça halde işlenen kuru kür edilmiş et ürünlerinde üretim süresi boyunca kimyasal (tuz içeriğinde, lipidlerin ve proteinlerin yapısında meydana gelen değişimler) ve fizikokimyasal (dehidrasyon ve renk, sertlik, pH ve a_w 'de meydana gelen değişimler) değişimler meydana gelmektedir (Lorenzo *et al.* 2008). Olgunlaşma boyunca meydana gelen lipoliz ve proteoliz reaksiyonları lezzetin prokürsörü olan bileşiklerin (serbest aminoasitler, serbest yağ asitleri) (Toldrá and Flores 1998; Flores *et al.* 2007; Kaban 2013; Lorenzo and Carballo 2015) ve uygun tekstürün oluşmasına neden olmaktadır (Toldrá and Flores 1998; Aksu *et al.* 2002; Kaban 2009). Ayrıca bu tip ürünlerde meydana gelen lipid oksidasyonu tipik aromanın oluşumunda da pozitif yönde etki göstermektedir (Harkouss *et al.* 2015). Aromanın oluşumu üzerine etkisi olan diğer iki kimyasal değişim ise strecker ve maillard reaksiyonlarıdır (Virgili *et al.* 2007; Kaban 2009; Bermúdez *et al.* 2014; Martínez-Onandi *et al.* 2017). Diğer taraftan proteoliz ve lipoliz son ürünün duyuusal karakteristiklerinden sorumludur (Lorenzo and Carballo

2015). Bu tip et ürünlerinin duyuusal karakteristikleri değerlendirilirken lezzet, görünüş ve tekstür dikkate alınmaktadır (Harkouss *et al.* 2015).

Proteoliz, kuru kür edilmiş et ürünlerinin üretimi boyunca meydana gelen en önemli biyokimyasal reaksiyonlardan biridir. Genel olarak ilk parçalanma miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerde gerçekleşmekte ve polipeptitler oluşmaktadır. Bu polipeptitlerin, peptidazlar ile ileri derecede parçalanması sonucu küçük peptitler oluşmaktadır. Son olarak ise di ve tri peptidilpeptidazların ve aminopeptidazların aktivitesi sonucu çok küçük peptitler ve serbest amino asitler meydana gelmektedir (Toldrá and Flores 1998; Bermúdez *et al.* 2014). Söz konusu bu parçalanmalardan endojen kas enzimleri sorumludur (Toldrá and Flores 1998; Aksu *et al.* 2002; Aktaş *et al.* 2005; Zhao *et al.* 2005; Bermúdez *et al.* 2014; Deniz *et al.* 2016). Buna karşın proteinlerin parçalanmasında mikrobiyal enzimlerin etkisinin gözardı edilebilecek kadar az olduğu belirtilmektedir (Toldrá and Flores 1998). Oluşan serbest aminoasitler, ürünün tadına ve aromasına doğrudan ve dolaylı olarak katkı sağlamaktadır (Toldrá and Flores 1998; Bermúdez *et al.* 2014). Bazı aminoasitler kuru kür edilmiş et ürünlerinin tadına karakteristik özellikler katmaktadır. Bununla birlikte ileri derecede proteoliz sonucu ürünün tadı olumsuz yönde etkilenebilmekte, acı ve metalik tat oluşmaktadır (Toldrá *et al.* 1997; Toldrá and Flores 1998). Ayrıca yine aşırı derecede proteoliz sonucu beyaz tirozin kristalleri oluşmakta ve birkaç gün soğukta depolama sonucu bu kristaller görünür hale gelmektedir (Toldrá and Flores 1998). Diğer taraftan proteinlerin parçalanması sonucu serbest amino asitlerin miktarının artması sadece ürünün tadını etkilememekte aynı zamanda biyojen amin oluşumunu da artırmaktadır (Córdoba *et al.* 1994).

Proteinlerde meydana gelen bu değişimlerin yoğunluğu ham materyal, proses şartları ve kürlenme ajanlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. DFD etlerde daha düşük, PSE etlerde ise daha yüksek bir enzim aktivitesi gözlemlenmektedir. Diğer taraftan düşük sıcaklıklarda kürlenme aşamasında düşük enzim aktivitesi gözlemlenirken, kurutma ve olgunlaştırma aşamalarında sıcaklığın artması ile enzim aktivitesi de artmaktadır. Genel olarak su aktivitesinin azalması ile enzim aktivitesi de düşmektedir. Kuru kür edilmiş et

ürünlerinin üretimi boyunca pH değeri az da olsa artış göstermektedir. Ancak üretim boyunca pH değeri enzim aktivitesi için uygun bir aralıkta kalmaktadır. Tuz ise yüksek konsantrasyonlarda katepsinler ve aminopeptidazları (aminopeptidaz B hariç) inhibe ederken, M-kalpain (0,35 M NaCl) ve aminopeptidaz B (0,35 M NaCl) aktivitesini artırmaktadır. Nitrat ve nitrit, enzim aktivitesi üzerine çok önemli etki göstermemektedir (Toldrá *et al.* 1997; Toldrá and Flores 1998). Pastırmada serbest amino asitleri belirlemeye yönelik bazı çalışmalar yapılmış olsa da (Soyer *et al.* 2011; Ceylan and Aksu 2011; Deniz *et al.* 2016; Erdemir and Aksu 2017; Öz 2018) transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin serbest amino asit kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır.

Tekstür üzerinde etkili olduğu bilinen proteoliz son ürünün duyu kalite karakteristikleri açısından büyük öneme sahiptir. Yumuşaklık, adesivlik, kabuk oluşumu ve dilimleme problemi gibi tekstür sorunları, hem perakendeci hem de tüketici tercihi açısından oldukça önemlidir (Harkouss *et al.* 2015). Tekstürel problemler, ileri derecede meydana gelen proteoliz ile yakından ilişkilidir. Bunun yanı sıra ürünlerin tuz içeriğinin de tekstür üzerinde etkisi olup tuz içeriği azaldıkça tekstür problemleri artmaktadır (Harkouss *et al.* 2015; Żochowska-Kujawska 2016; Pérez-Santaescolástica *et al.* 2018). Tekstür üzerine etkili olan diğer faktörler ise ham materyal ve intramuskular yağ oranı (Żochowska-Kujawska 2016) ile su içeriği, proses sıcaklığı ve pH değeridir (Pérez-Santaescolástica *et al.* 2018). Ayrıca ürünün kompozisyonu ve üretim aşamaları da et ürünlerinin tekstüründe önemli rol oynamaktadır. Pastırma üretim aşamalarından olan kürlenme, baskılama ve kurutma, ürünün su kaybetmesine ve proteinlerde bir takım değişimlere neden olmakta ve böylece ürünün tekstürünü de etkilemektedir (Akköse *et al.* 2018).

Yapı ve tekstür oluşumunda ana bileşen olan proteinlerin fiziksel, kimyasal ve enzimatik yollarla modifikasyonları yeni fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin geliştirilmesi için iyi bir imkan sağlamaktadır (Motoki and Seguro 1998; Gaspar and Góes-Favoni 2015). Transferazlar sınıfının ekstraselülerlerinden olan mikrobiyal transglutaminaz enzimi (MTgaz) ticari olarak *Streptoverticillium moboarense*'den

fermantasyon yolu ile üretilmektedir. Geniş pH aralığında (pH 5.0-8.0) stabilitesini sürdüren bu enzim optimum aktivitesini 50°C’de göstermektedir. Bununla birlikte 10°C’de de aktivite gösterebildiği ve hatta donma noktasının biraz üzerindeki sıcaklıklarda dahi kısmi bir aktivite sergilediği belirtilmektedir (Motoki and Seguro 1998; Kılıç 2003; Aktaş and Kılıç 2005; Gaspar and Góes-Favoni 2015).

Lisin ve glutamin açısından zengin olan et transglutaminaz için iyi bir substrattır. Et proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve ürünlerin tekstürel özellikleri üzerinde transglutaminaz kullanımının önemli bir etkisi olduğu belirtilmektedir (Li *et al.* 2013). Bunun yanında bu çapraz bağlanmalar, lisin ve glutamin rezidülerini daha stabil hale getirmekte ve ürünün biyolojik değerliliğine katkı sağlamaktadır (Motoki and Seguro 1998; Serdaroğlu ve Turp 2003; Kurt ve Zorba 2004; Yüksel ve Erdem 2007). Mikrobiyal transglutaminaz, aktivite gösterebilmesi için Ca^{+2} ’a veya özel bir kofaktöre ihtiyaç duymamaktadır. Transglutaminaz insan tüketimi için güvenli olup 1998’den beri FDA (Food and Drugs Administration) tarafından GRAS (Generally Recognized as Safe) listesinde değerlendirilmektedir. Birçok çalışmada süt ve peynir altı suyu proteinleri, soya globülinleri, miyofibriler proteinler, albüminler gibi birçok gıda proteininin MTgaz enziminin substratı olduğu rapor edilmiştir. Ancak bu enzimin endüstrideki başlıca kullanımı yeniden yapılandırılmış et ürünleridir. Bu enzimin çapraz bağlama yoluyla ürüne stabilite kazandırdığı, pişirme kayıplarını azalttığı, ürünün tekstürel özelliklerini geliştirdiği ve yeniden yapılandırılmış et ürünlerine homojen bir görünüm verdiği belirtilmektedir (Gaspar and Góes-Favoni 2015).

Et endüstrisinde transglutaminaz, sosis, salam ve pişirilmiş jambon gibi ısıl işlem görmüş et ürünlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte oluşan modifiye proteinlerin yüksek hidrasyon yeteneğinden dolayı bu enzimin proteince zengin orta nemli gıdaların üretiminde de kullanılabileceği belirtilmektedir (Motoki *et al.* 1984; Serdaroğlu ve Turp 2003). Nitekim gerek pastırma gerekse Rohschinken, kuru kür edilmiş ham gibi parça halde işlenen kuru kür edilmiş orta nemli et ürünlerinde bu enzimin endüstriyel olarak kullanıldığı müşade edilmiştir. Ancak enzimin bu tip ürünlerdeki etkilerini gösteren herhangi bir somut bilimsel bir veriye rastlanılmamıştır.

Mevcut bu araştırmada mikrobiyal transglutaminaz enzimi pastırmalık etlere 1.kurutma aşamasından sonra uygulanmış ve bu enzimin pastırmanın fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, duyuusal özellikleri, serbest amino asit kompozisyonu ile uçucu bileşik profiline etkileri incelenmiştir.

Protein molekülleri arasında kovalent bağlar oluşturarak proteinlerin çapraz bağlanması ve polimerizasyonunu katalizleyen bu enzimin pastırma üretiminde kullanımına yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Parça halde işlenen kuru kür edilmiş çiğ et ürünlerinde bu enzimin kullanımı hakkında sadece bir araştırmaya rastlanılmıştır. Kuru kür edilmiş ham üzerinde yürütülen araştırmada iki farklı tuz seviyesi (%3,5 ve %5) kullanılarak üretilen ürünlere %1 oranında transglutaminaz ilave edilmiş ve iki grup (%3,5 ve %5 NaCl) arasında fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özellikler açısından önemli farklılıkların olmadığı rapor edilmiş, ancak gruplar arasında ağırlık kayıpları açısından farklılığın olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar transglutaminaz kullanılarak üretilen bu ürünlerde olgunlaştırma süresini daha kısa tutmalarına rağmen ürünlerin geleneksel ürünlere benzer özellikler gösterdiğini de belirtmişlerdir (Bergamin Filho *et al.* 2010). Pastırma, ham olarak adlandırılan üründen hem hammadde hem de üretim koşulları (krleme süresi, olgunlaştırma süresi ve sıcaklığı, tuz oranı v.b.) bakımından oldukça farklı bir üründür. Diğer taraftan geleneksel Türk et ürünlerinde arasında mikrobiyal transglutaminaz kullanımına yönelik sadece iki araştırma mevcuttur. Her iki araştırmada da döner kebab üretiminde mikrobiyal transglutaminaz kullanımının ürün özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır (Kılıç 2003; Askin and Kılıç 2009).

Mevcut bu araştırma mikrobiyal kaynaklı transglutaminazın pastırma endüstrisinde yaygın bir şekilde görülen şaklama kusurları ve dolayısıyla görünüm bozuklukları ile ürünün diğer kalitatif özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak iki deneme kurulmuştur. Birinci denemede sırt pastırmada enzim uygulamasının (kontrol, %0,25, %0,50 ve %1) rn özelliklerine etkisi araştırılmış ve bu denemede elde edilen en uygun enzim miktarı esas alınarak ikinci deneme kurulmuştur. İkinci denemede sırt pastırma çeşidinin yanı sıra kuşgm, şekerpare,

kürek ve bohça çeşitleri de üretilmiş ve enzim uygulamasının ürün özelliklerine etkileri 4°C’de modifiye atmosfer koşullarında 6 ay süre ile incelenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aksu and Kaya (2005) tarafından dilimlenmiş pastırma örneklerinde modifiye atmosfer altında ambalajlamanın örneklerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir araştırmada dilimlenmiş pastırma örneklerini %50 N₂+%50 CO₂ içeren modifiye atmosfer koşullarında 4 ve 10°C’de 150 gün süre ile depolamışlardır. Yapılan analizler sonucunda depolama süresinin nem, pH, TBARS değeri, serbest yağ asidi, NPN-M, suda çözünebilir nitrojen, renk değerleri, toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı, depolama sıcaklığının nem, pH, TBARS, serbest yağ asidi, suda çözünebilir nitrojen, a değeri, toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı ve depolama zamanı x depolama sıcaklığı interaksiyonunun ise pH, a değeri, toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri ve *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine çok önemli etkisi tespit edilmiştir. Ayrıca maya-küf sayısının en yüksek sayıyı ilk depolama periyodunda verdiği, depolama boyunca bu sayının azaldığı ve Enterobacteriaceae sayısının depolama boyunca tespit edilebilir sınırın altında kaldığı da belirtilmiştir.

Kaban (2009) tarafından üretim süresince pastırmanın uçucu bileşiklerinin, mikrobiyal ve fizikokimyasal karakteristiklerinin belirlendiği bir araştırmada pH değerinin son aşamada artış gösterdiği, su aktivitesinin düştüğü, NPN-M ve TBARS değerlerinin ise proses zamanına bağlı olarak düzenli arttığı, pastırmada gram pozitif katalaz pozitif kokların dominant olduğu, ester, alifatik hidrokarbon, sülfürlü bileşik, alkol, aldehit, keton, aromatik hidrokarbon, terpen ve furan kimyasal gruplarına dahil toplam 48 uçucu bileşik tespit edildiği, bu bileşiklerden aldehitlerin ikinci kurutmada maksimum sayıya ulaştığı, hekzanalin majör bileşen olduğu ve son üründe aromatik hidrokarbonların dominant olduğu tespit edilmiştir.

Romero de Ávila *et al.* (2010) tarafından tuzlanmış ve tuzlanmamış yeniden yapılandırılmış kuru ham üzerinde yürütülen bir araştırmada en iyi bağlanma parametrelerinin tuzun yüzeye eşit bir şekilde yayıldığı, bir tuz solüsyonu ile yıkandığı,

transglutaminaz enzimi ile toz veya sıvı şekilde muamele uygulandığı ve 7°C’de tuzlanan ve vakum ambalajlama uygulanan örneklerde tespit edildiği belirtilmiştir. Diğer taraftan elektron mikroskobu ile tarama sonucu örneklerin kurutma periyodu boyunca çapraz bağların artışının bağlanmayı artırdığı da vurgulanmıştır.

Lee and Chin (2011) tarafından domuz etinden üretilen yeniden yapılandırılmış ham üzerinde yürütülen bir araştırmada, üretimde farklı seviyelerde tuz (%0,5, 1 ve 1,5) ve süt proteinlerinin (%1 sodyum kazeinat veya peynir altı suyu proteinleri izolatu) mikrobiyal transglutaminaz enzimi (%0,3) ile kombine kullanılmasının ürünün kalite karakteristikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda %1 ve 0,5 oranında tuz içeren örneklerin nem içeriği, elastikiyet değeri, pişirme verimi ve duysal parametreler açısından daha düşük değerler verdiği, sodyum kazeinat ile birlikte transglutaminaz enzimi kullanılması durumunda pişirme kayıplarının azaldığı, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin ise arttığı, peynir altı suyu protein izolatu ve transglutaminaz enziminin kombine kullanılması durumunda da elastikiyet, çiğnenebilirlik ve kesme değerlerinin artış gösterdiği ve %1 tuz içeren örneklerde süt proteinleri kullanılması durumunda duysal açıdan %1,5 tuz içeren örneklerden farklı bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca tuzu %1’e düşürülmüş örneklerde %1 süt proteini ve %0,3 transglutaminaz enzimi kullanımının fonksiyonel, tekstürel ve duysal özellikleri geliştirdiği de vurgulanmıştır.

Pastırmanın serbest amino asit kompozisyonu ve miktarlarını belirlemeye yönelik yürütülen bir araştırmada, pastırma çeşitleri arasında glutamik asit, tireonin, arginin, alanin, metiyonin, triptofan, prolin ve valin açısından önemli ($P<0,05$) veya çok önemli ($P<0,01$) değişiklikler olduğu, tireonin, metiyonin ve valinin sırt pastırmada, glutamik asit, arginin ve triptofanın ise şekerpare pastırmada en yüksek ortalama değerleri gösterdiği, pastırma çeşitlerinde serbest amino asitler açısından en yüksek ortalama değeri alaninin ve en düşük ortalama değere ise asparajinin verdiği belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek ortalama pH değerinin sırt pastırmada, en düşük ortalama değerin ise bohça çeşidinde belirlendiği ve ortalama nem değerleri açısından pastırma çeşitleri arasında herhangi bir farklılık olmadığı da tespit edilmiştir (Ceylan and Aksu 2011).

Üç farklı tuz oranı (%3, %6 ve %9) kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin üretimi boyunca proteolitik değişikliklerin incelendiği bir araştırmada üretim boyunca NPN ve serbest aminoasit miktarının arttığı, yüksek tuz oranına sahip örneklerin daha yüksek serbest aminoasit miktarı verdiği, çemenlemeden önceki kurutma ve baskılama aşamalarında suda çözünebilir azotun azaldığı, NPN ve serbest aminoasit miktarının hafif artış gösterdiği, yüksek tuz seviyesinin ve proses zamanı parametrelerinin serbest aminoasit miktarını yükselttiği, çemenleme aşamasının suda çözünebilir azot, NPN ve serbest aminoasit miktarında artışa neden olduğu, tuz seviyesinin suda çözünebilir azot ve NPN seviyesinde değişime neden olmadığı, sarkoplazmik proteinlerin tuzlama aşamasından sonra etin yapısında bulunan suyun uzaklaşmasından dolayı önemli seviyede azaldığı ve myofibriller proteinlerin özellikle %6 ve 9 tuz içeren örneklerde proses boyunca degrade olduğu tespit edilmiştir (Soyer *et al.* 2011).

Farklı pastırma tiplerinin mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pastırma çeşidi faktörünün nem, kül, tuz, toplam yağ miktarı, L* değeri, laktik asit bakteriler, *Micrococcus/Staphylococcus* ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine çok önemli ($P<0,01$), kalıntı nitrit, stearik asit ve a* değeri üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisi olduğu, pH, b* değeri ve stearik asit hariç diğer yağ asitlerinde önemli bir değişime sebep olmadığı, tuzun tüm örneklerde kabul edilebilir maksimum sınırın üstünde olduğu, *Pseudomonas* sayısının örneklerin %48,39'unda ve Enterobacteriaceae sayısının ise örneklerin %4,84'ünde >2 log kob/g seviyesinde değerler verdiği belirlenmiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Mikrobiyal transglutaminaz, aljinat, glukano-delta-lakton veya starter kültür kullanımının yapılandırılmış ve yapılandırılmamış (kontrol) kuru-kür edilmiş ham örnekleri üzerinde yürütülen bir araştırmada farklı “tumbling” zamanlarının (0, 6 ve 18 saat) ve yapılandırma işleminin proses boyunca (7, 14, 21 ve 28.gün) örneklerin duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 18 saatlik “tumbling” zamanının kuru-kür edilmiş yapılandırılmış et ürününün karakteristik özelliklerini değiştirdiği, uzun süre “tumbling” işlemi uygulamanın daha yüksek tuz ve nitrit miktarına neden olduğu, ağırlık kayıplarını

azalttığını, “tumbling” zamanından bağımsız olarak yapılandırılmış ürünlerin yapılandırılmamış ürünlere göre daha düşük pH değerleri verdiği, yüzey alanının daha geniş olması nedeniyle yapılandırılmış ürünlerin mikrobiyolojik özelliklerinin önemli değişimler gösterdiği ve bu ürünlerin toplam aerobik mezofilik ve laktik asit bakteri sayısının geleneksel ham örneklerine göre 2-4 log birim daha yüksek olduğu, yapılandırılmış ürünlerin duyuşal özelliklerinin incelenen faktörlerden önemli ölçüde etkilendiği ve transglutaminaz kullanılan örneklerin duyuşal özelliklerinin yapılandırılmamış örneklere benzer olması nedeniyle tercih edildiği belirlenmiştir (Sadeghi-Mehr *et al.* 2016).

Pastırmanın biyoaktif bileşikleri ve serbest amino asit kompozisyonunu belirlemeye yönelik yürütülen bir araştırmada prosesin farklı zamanlarında (0, 2, 5, 10 ve 21.gün) peptitlerin oluşum miktarının farklılık gösterdiği ve 2.güne kıyasla 21.günde 29 yeni peptit oluştuğu belirtilmiştir (Deniz *et al.* 2016).

Hazar *et al.* (2017) tarafından pastırmada biyojen amin oluşumu ve diğer kalite karakteristikleri üzerine proses şartlarının etkilerini belirlemeye yönelik yürütülen bir araştırmada kürlenme ajanı olarak 150 ppm sodyum nitrit veya 300 ppm potasyum nitrat kullanılmış ve kürlenme işlemi 4°C veya 10°C’de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre kalıntı nitrit miktarının tüm örneklerde 10 mg/kg’ın altında kaldığı, hem kürlenme ajanı hem de kürlenme sıcaklığı faktörünün lipid oksidasyonunun göstergesi olan TBARS değeri üzerine $P<0,01$, NPN-M üzerine $P<0,05$ düzeyinde etki gösterdiği, 10°C’lik kürlenme sıcaklığının L^* değerini, nitrat kullanımının ise a^* değerini artırdığı, nitrit kullanımının laktik asit bakterinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği, *Micrococcus/Staphylococcus* cinlerine ait bakterilerin nitrat varlığında daha iyi geliştiği, Enterobacteriaceae sayısının tüm gruplarda tespit edilebilir sınırın altında bulunduğu, kürlenme sıcaklığı ve kürlenme ajanı faktörlerinin triptamin, kadaverin, histamin, tiramin veya spermin üzerine önemli bir etkisi olmadığı, kürlenme sıcaklığının putresin ve kürlenme ajanının spermidin üzerine çok önemli etkisi olduğu belirtilmiştir.

Farklı nitrat seviyeleri (150, 300, 450 veya 600 ppm) kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri ve uçucu bileşik kompozisyonunun incelendiği bir araştırmada nitrat seviyesinin pH üzerine önemli ($P<0,05$), TBARS üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisi olduğu ve a_w , NPN-M, renk değerleri ve kalıntı nitrit üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca farklı nitrat seviyesi kullanımının bazı bileşiklerde önemli veya çok önemli değişime sebep olduğu, 600 ve 450 ppm nitrat içeren pastırmaların uçucu bileşik sayısının 300 ve 150 ppm nitrat içeren örneklerle göre daha düşük olduğu, 600 ppm nitrat kullanımının kalıntı nitrit değerini arttırmadığı ve 150 ppm nitrat kullanımının renk değerlerini olumsuz etkilemediği tespit edilmiştir (Akköse *et al.* 2017).

Farklı oranlarda (%0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 0,8 ve kontrol-glukano-delta-lakton) transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen yeniden yapılandırılmış kuru-kür edilmiş ham örneklerinde depolama boyunca (43 gün) duyuşal parametreler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre transglutaminaz enzim oranının artışı ile duyuşal parametrelerin tümünün hafif bir artış gösterdiği ancak %0,5 enzim kullanılarak üretilen grup ile en yüksek enzim oranını içeren grup (%0,8) arasındaki farklılıkların çok az olduğu belirlenmiştir (Jira *et al.* 2017).

Erdemir and Aksu (2017) tarafından farklı nitrit seviyelerinin (50, 100 ve 150 ppm) pastırmanın serbest amino asit (FAA) kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada FAA kompozisyonu hammaddede, kütleme sonrasında, ikinci kurutma sonrasında ve son üründe belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre nitrit seviyesi ve üretim aşaması faktörlerinin FAA kompozisyonu üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkisi olduğu, nitrit içeren grupların kontrol gruplarına göre serin, tireonin, tiroşin, histidin ve lisin açısından daha yüksek, glisin, glutamin ve arginin miktarının ise daha düşük değerler verdiği ve en düşük FAA miktarının 150 ppm nitrit içeren pastırma örneklerinde tespit edildiği belirtilmiştir.

Manda eti kullanılarak üretilen pastırma çeşitleri üzerinde yürütölen bir araştırmada örnekler fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve tekstürel yönden incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre pastırma çeşitleri arasında pH, a^* değeri ve NPN-M açısından farklılıklar gözlemlenmediği ($P>0,05$), en düşük ortalama laktik asit bakteri sayısı ve a_w değerini kuşgözü pastırmaların verdiği, en yüksek ortalama L^* değerinin şekerpare çeşidi pastırmalarda belirlendiği, *Micrococcus/Staphylococcus* açısından pastırma çeşitleri arasında önemli farklılıklar olmadığı, en yüksek ortalama koku değerine sırt çeşidi pastırmaların sahip olduğu, kuşgözü pastırmalarda daha hızlı bir kuruma gerçekleştiği için daha yüksek sertlik ve çignenebilirlik değerleri belirlendiği ve uygulanan temel bileşen analizinin (PCA) pastırma çeşitlerinin tekstürel özellikleri arasındaki farkı daha açık bir şekilde ortaya koyduğu tespit edilmiştir (Akköse *et al.* 2018).

Öz (2018) tarafından kas tipinin pastırmanın proteolitik değişimleri ve bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada *M. Longissimus thoracis et lumbarum* (LTL) ve *M. Semitendinosus* (ST) kas tipleri hammadde olarak seçilmiş ve üretim aşamalarında (hammadde, kürleme, I. kurutma, II. kurutma ve son ürün) örnekler nem, pH, tuz, TBARS, NPN-M, serbest aminoasit kompozisyonu ve sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) profil yönünden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üretim aşaması faktörü TBARS ve tuz değerini önemli ($P<0,05$), pH, nem, NPN-M değerini çok önemli ($P<0,01$), kas tipi x üretim aşaması faktörü de NPN-M değerini $P<0,01$ seviyesinde etkilediği, serbest aminoasit miktarının üretim aşamasının ilerlemesine bağlı olarak arttığı, LTL kas çeşidi kullanılarak üretilen pastırmalarda glutamik asit, arginin, tirozin, sistin, metiyonin, izolösin, lösin ve lisin miktarının, ST kası kullanılarak üretilen örneklerde ise aspartik asit, glisin ve valin aminoasitlerinin daha yüksek değerler verdiği, tüm örneklerde alanin, lösin, glutamik asit, arginin ve lisin aminoasitlerinin dominant olduğu, her iki kas tipi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin myofibriller ve sarkoplazmik proteinler açısından genellikle benzer SDS-PAGE profili gösterdiği, II. kurutma aşamasında proteolitik değişimlerin daha belirgin gözlemlendiği, üretim sonunda myofibriller protein fraksiyonlarında üç fragment (100,118 ve 150 kDa) ve sarkoplazmik protein fraksiyonunda iki fragment (20 ve 40 kDa) belirlendiği tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda toz kırmızıbiber içeren k rleme karışımlarının pastırmanın kalitatif özellikleri ve raf ömrü üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada iki farklı deneme gerçekleştirilmiştir. Birinci denemede farklı oranlarda toz biber (%0, 1, 2 ve 3) kullanımı, ikinci denemede ise kırmızıbiber (%0 ve 1) ve depolama süresi (0, 1, 3 ve 6.ay) faktör olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kırmızıbiber kullanımının nem ve a_w değerleri  zerine $P<0,01$ seviyesinde etki gösterdiği, L^* , a^* , b^* değerlerinde, pH, laktik asit bakteri, mikrokok/stafilokok, maya-küf sayısında ve duyuusal özelliklerde ise değişime sebep olmadığı, uçucu bileşiklerden bazılarının biber kullanımından $P<0,01$ veya $P<0,05$ seviyesinde etkilendiği, depolama süresinin ise pH, a değerleri, *Micrococcus/Staphylococcus* ve maya-küf sayısı üzerine çok önemli ($P<0,01$), protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerine önemli ($P<0,05$) etki gösterdiği, depolama esnasında TBARS değerinde önemli bir değişim olmadığı ve %1 kırmızı biber içeren pastırmaların TBARS değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Sayın 2018).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada mikrobiyal kaynaklı transglutaminaz enzim preparatı (Ajinomoto Activa GS -NaCl, balık jelatini, trisodyum fosfat, maltodekstrin, transglutaminaz ve aspir yağı) kullanılmıştır. İki farklı deneme (I. ve II.) kurulmuştur. Birinci denemede pastırmacılıkta sırt olarak adlandırılan karkas parçası kullanılmıştır. Bunun için kesimden sonra 24 saat dinlendirilmiş orta yaşlı sığır karkaslarından ilgili bölge çıkarılmış ve açım işlemine (ayırım ve biçim) tabi tutularak sırt olarak adlandırılan pastırma çeşidine ait parça hazırlanmıştır. Bu işlemi müteakiben her bir pastırmalık parça ikiye bölünmüş ve böylelikle bir karkastan dört parça pastırmalık et elde edilmiştir. Bu uygulama ile hammaddeden kaynaklanabilecek faktörler ortadan kaldırılmıştır. Bu dört parçadan biri kontrol olarak değerlendirilmiştir. Diğer üç parça için ise et ağırlığı üzerinden %0,25, %0,50 ve %1 transglutaminaz enzim preparatının ¼ solüsyonu ile muamele edilmiştir. İkinci denemede ise 5 farklı pastırma çeşidi (sırt, şekerpare, bohça, kuşgözü ve kürek) üretilmiştir. Bunun için her bir karkastan elde edilen ilgili parçalar üretimde kullanılmıştır. Böylelikle her bir karkastan her bir pastırma çeşidi için iki parça pastırmalık et elde edilmiştir. Her bir gruba ait parçalardan biri kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Diğer parça ise birinci deneme sonuçları dikkate alınarak %0,50 oranında transglutaminaz enzimi ile muamele edilmiştir. Her iki denemede iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve toplamda dört karkastan elde edilen parçalar hammadde olarak kullanılmıştır. İkinci deneme üretimi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Üretimde kütleme ajanı olarak 150 ppm sodyum nitrit kullanılmıştır.

Pastırma çemeninin hazırlanmasında sarımsak, buy otu tohumu unu (*Trigolella foenum graecum*) ve kırmızıbiber kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Pastırma üretimi

Birinci denemede pastırma üretimi hava cereyanı ve nemi kontrol edilebilen bir klima ünitesinde (Reich, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Pastırmalık etler 45°'lik açı ile şaklanmış ve kürlleme işlemi uygulanmıştır. Kürlleme işleminde et ağırlığı üzerinden %5 tuz, %0,3 sakkaroz ve 150 ppm sodyum nitrit kullanılmıştır. Kürlen en etler 4°C'de 48 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu etler %88±2 bağıl nemde ve 15°C'de 1. kurutma işlemine alınmıştır. Bu aşama 8 gün boyunca devam etmiştir. 1. kurutma boyunca sıcaklık 15°C'de sabit tutulurken bağıl nem kademeli olarak %80±2'ye kadar düşürülmüştür. Bu aşamadan sonra her bir hayvana ait 4 parça pastırmalık etten biri kontrol olarak değerlendirilmiştir. Diğer üç parça ise transglutaminaz enzim preparatının et ağırlığı üzerinden %0,25, %0,50 ve %1'lik oranının ¼ solüsyonu ile muamele edilmiştir. Enzim uygulanan etler kg et başına 15 kg ağırlık esasına dayanarak baskılama işlemine alınmıştır. 1. baskılama işlemi 7°C'de ve %82±2 bağıl nemde 20 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. 1. baskılaması tamamlanan etlere 20°C'de %72±2 bağıl nemde dokuz gün süreyle ikinci kurutma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra bu etler 25°C'de %70±2 bağıl nemde 2. baskılamaya alınmıştır. İkinci baskılama işlemi 7 saat sürmüştür. Ardından 3. kurutma aşamasına geçilmiştir. Bu aşama 25°C sıcaklıkta %70±2 bağıl nemde 5 gün sürmüştür. 3. kurutmadan sonra pastırmalık etler çemen hamurunda 7°C'de 1 gün bekletilmiş ve ardından pastırmalık etlerin yüzeyi bu çemen hamuru ile 2-3 mm kalınlığında kaplanmış ve 15°C sıcaklıkta dokuz gün boyunca çemenli kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Çemenli kurutma işleminde bağıl nem başlangıçta %85±2 olarak ayarlanmış ve daha sonra kademeli olarak %81±2 düzeyine kadar düşürülmüştür.

İkinci deneme üretimi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bunun için karkasın farklı bölgelerinden çıkarılan etler şaklama işlemine tabi tutulmuş ve et ağırlığı üzerinden %8 tuz, %0,3 sakkaroz ve 150 ppm nitrit kullanılarak 2 gün süre ile 5-10°C'de kürlenmiştir. Kürlleme işlemi tamamlanan pastırmalık etler yıkanmış ve birinci

kurutma işlemine alınmıştır. Bu işlem 15-22°C arasında 8 gün devam etmiştir. 1. kurutma işlemini takiben etlerin bir kısmı et ağırlığı üzerinden %0,50 oranında transglutaminaz enzim preparatının ¼ solüsyonu ile muamele edilmiş ve ardından tüm pastırmalık etlere 11°C'de baskılama makinesi ile (20 bar basınç) 19 saat 1.baskılama (soğuk denkleme) işlemi uygulanmıştır. Baskılama işleminden sonra 2. kurutma aşamasında geçilmiştir. Bu aşama 18-20°C arasında 3 gün sürmüştür. Ardından tüm pastırmalık etler 15°C'de 1 saat süre ile 2. baskılama işlemine (sıcak denkleme) tabi tutulmuştur. Bu işlem yine baskılama makinesinde 20 bar basınç altında gerçekleştirilmiştir. Sıcak denkleme işlemini müteakiben örnekler tekrardan kurutma işlemine alınmıştır (18-20°C/10gün). Ardından pastırmalık etler 350 g sarımsak, 500 g buy otu tohumu unu, 150 g acı ve tatlı toz biber ve 1200 mL su içeren çemen hamuru kullanılarak çemenlenmiş ve 2 gün bu hamur içinde bekletilmiştir. 2 gün sonra pastırmalık etlerin etrafı ince bir tabaka halinde çemen hamuru ile kaplanmış ve 8°C'de 5 gün kurumaya bırakılmıştır.

İkinci denemede üretilen pastırmalar ayrıca dilimlenerek (2mm) modifiye atmosfer koşullarında (%70 N₂+%30 CO₂) ambalajlanmış (Multivac, Almanya) ve 6 ay süre ile 4±1°C'de depolanmıştır.

Birinci denemede her bir gruba ait pastırma örneklerinde pH, a_w, nem, tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS), renk (L, a* ve b*) analizleri ile mikrobiyolojik sayımlar (laktik asit bakterileri, *Micrococcus/Staphylococcus*, Enterobacteriaceae ve maya-küf) gerçekleştirilmiştir. Ürünlerin protein tabiatında olmayan azotlu madde (NPN-M) miktarı da belirlenmiştir. Ayrıca pastırmalara tekstür profil analizi (sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, adesivlik ve elastikiyet) ile gerilme-gevşeme ve kesme testleri uygulanmış ve örneklerin serbest aminoasit kompozisyonu, uçucu bileşikler ve duyu özellikleri de tespit edilmiştir. İkinci denemede ise üretilen pastırmalardan a_w, nem, uçucu bileşik, serbest aminoasit kompozisyonu, tekstür profil analizi ile stres relaxition ve kesme testleri için örnekler alındıktan sonra dilimleme aşamasına geçilmiştir. Her bir gruba ait dilimlenmiş pastırmalar modifiye atmosfer koşullarında (%70 N₂+%30 CO₂) ambalajlanmış ve 6 ay süre ile 4±1°C'de depolanmıştır. Depolamanın 0, 2, 4 ve 6.

aylarında pH, NPN-M, TBARS, renk (L, a* ve b*) analizleri ile mikrobiyolojik sayımlar yapılmıştır. Analiz günlerinde örnekler duyuşal yönden de test edilmiştir.

3.2.2. Mikrobiyolojik analizler

3.2.2.a. Laktik asit bakteri sayımı

Pastırma örneklerinde laktik asit bakteri sayımı için MRS (De Man, Rogosa Sharpe, Merck) Agar besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş, MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve 30 C’de 2 günlük anaerobik inkübasyondan sonra, katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı saptanmıştır.

3.2.2.b. *Micrococcus/Staphylococcus* sayımı

Micrococcus/Staphylococcus sayımı için, MSA (Mannitol Salt Red, Oxoid) Agar besiyeri kullanılmış olup uygun dilüsyonlardan daha önce dökülmüş, MSA plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 30 C’de 2 gün aerobik olarak inkübe edilmiş ve katalaz (+) koklar dikkate alınarak sayı hesaplanmıştır.

3.2.2.c. Enterobacteriaceae sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD (Violet Red Bile Dextrose) Agar plaklarına 0,1’er mL aktarılmış, yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve petri plakları 30 C’de 2 gün anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir. Inkübasyon sonucunda 1mm’den büyük koloniler sayılarak Enterobacteriaceae sayısı belirlenmiştir.

3.2.2.d. Maya-Küf sayımı

Maya-küf sayımı için RBC (Rose-Bengal Chloramphenicol) Agar besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapıldıktan sonra petri plakları 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen maya ve küf kolonileri sayılarak örneklerdeki maya-küf sayısı belirlenmiştir.

3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.3.a. pH değerinin belirlenmesi

Örneklerde pH değerini belirlemek için 10'ar g tartılmış, üzerlerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve Ultra-Turrax (IKA T25, Almanya) kullanılarak 1 dak. homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örneklerde pH değeri, pH metre (Mettler Toledo Ion S220, İsviçre) kullanılarak ölçülmüştür. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltileri (pH 4,00 ve pH 7,00) ile kalibre edilmiştir.

3.2.3.b. a_w değerinin belirlenmesi

Örneklerin a_w değeri, a_w cihazı (Novasina AG CH-8853, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz kullanılmadan önce kalibrasyon tuzları ile kalibre edilmiştir. Örnekler özel plastik kaplara yerleştirildikten sonra ölçme kabinine konulmuş ve ölçüm 25°C'de gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.c. Tiyobarbütirik asit reaktif madde miktarının belirlenmesi

Pastırma örneklerinin TBARS değerinin belirlenmesinde Lemon (1975) tarafından verilen yöntem uygulanmış ve TBARS değeri $\mu\text{molMDA/kg}$ örnek olarak verilmiştir.

3.2.3.d. Protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının belirlenmesi

Pastırma örneklerinin NPN-M değerleri Anon. (1989) tarafından belirtilen metoda göre yapılmış ve sonuçlar g/100g olarak verilmiştir (Anon 1989).

3.2.3.e. Renk değerlerinin belirlenmesi

Dilimlenmiş pastırmalarda renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Chroma Meter kolorimetre cihazı (CR-400 Konika Minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından belirlenen kriterlere göre yapılmıştır.

3.2.3.f. Tekstür profil analizi ile gerilme-gevşeme ve kesme testleri

Pastırma örneklerinin dokusal özellikleri TA.XT plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd. Godalming, Surrey, U.K.) cihazı ile TPA, gerilme-gevşeme ve kesme testleri yapılarak tespit edilmiştir. Test şartları aşağıda belirtildiği gibidir.

	TPA	Gerilme- Gevşeme Testi	Kesme Testi
Kullanılan prob	P50	P50	Özel (kesme) bıçak seti
Örnek boyutları (enxboyxyükseklik)	2x2x1,4	2x2x1,4	1x2,5x1
Test hızı	1,00(mm/sn)	120(mm/dak)	3,33(mm/sn)
Test sonrası hız	1,00(mm/sn)	180(mm/dak)	10(mm/sn)
Sıkıştırma şekli/Mesafe	Strain	Strain	Mesafe
Strain/ Mesafe	%20	%25	40 mm
Bekleme süresi	5,00 sn	4000 dak	-
Tetikleme kuvveti	10,0 g	5 g	10

3.2.3.g. Nem ve kuru madde miktarının belirlenmesi

10 g örnek nikel kaplara tartılmış, örnekler sabit tartıma gelene kadar (18-24 saat) 100-102°C'de kurutulmuş ve ardından sonuç % olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.h. Uçucu bileşiklerin belirlenmesi

Üretimden sonra her bir gruba ait pastırmalardan örnekler alınmış ve uçucu bileşik analizine tabi tutulmuştur. Örnekler 40 mL'lik viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) 5'er g olarak tartılmıştır. Vialler, bir termal blok (Supelco, Bellefonte PA, USA) içerisine yerleştirilmiş ve 30°C'de bir saat bekletilerek tepe boşluğunda uçucu bileşiklerin toplanması sağlanmıştır. Bileşiklerin adsorpsiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco 75 µm, USA) viallere yerleştirilmiş ve 2 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra fibre, gaz kromatografisine (GC, Agilent Technologies 6890N) enjekte edilmiş ve bileşikler kütle spektrometrisi (MS, Agilent Technologies 5973) ile belirlenmiştir. Sistemde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 60m, 0.25mm i.d., 1.4µm film) kullanılmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı başlangıçta 40°C'de 6 dak., daha sonra kademeli olarak 3°C/dak hızla 110°C'ye, 4°C/dak hızla 150°C'ye, 10°C/dak hızla 210°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dakika bekletilmiştir (toplam işlem süresi 56.33 dak.). Sistemde 1mL/dak akış hızıyla helyum taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Sonuçlar kütle spektrometrisinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Kaban 2009).

3.2.3.i. Serbest aminoasit kompozisyonunun belirlenmesi

10 g örnek tartılmış üzerine %75 MeOH (%75metanol + %25ultra safsu) eklenmiş ve ultra-turrax yardımı ile homojenize edilmiştir. Homojenizat 100 mL'lik balon jøjeye aktarılmış ve hacim %75'lik MeOH ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Ardından balonlar 4°C'de 1 saat bekletilmiş ve sonrasında 15000 rpm'de 40 dakika süre ile santrifüjleme işlemi uygulanmıştır. Santrifüjlenen örnekler 0,2 µm çaplı membran filtrelerden geçirilmiştir (Antoine *et al.* 1999). Türevleme işleminde ise 250 µL borat tamponu (pH

10,2) içerisine 50 µL filtrat eklenmiş ve karıştırılmıştır. Ardından 50 µL OPA reagent (phtaldialdehyde reagent, Sigma) ve 50 µL FMOC reagent (9-fluorenylmethylchloroformate in acetonitrile, Agilent Technologies) eklenip karıştırılmış ve üzerine 3200 mL distile su ilave edilmiştir. Türevlendirme işleminden sonra örneklerin 5 dak. içinde HPLC cihazına (Agilent Technologies 1100 Series, USA) verilmiş ve serbest aminoasit miktarları belirlenmiştir. Aminoasit standartları karışım olarak (1mL’lik ampul içinde 250 pmol konsantrasyonda) alınmış ve kullanılmıştır. Standart kurve için aminoasit standartları 10, 25, 50, 100 ve 250 pmol olacak şekilde seyreltilmiştir. Mobil faz A için 5,5 g sodyum fosfat tartılmış, 1000 mL’ye distile su ile tamamlanmış ve pH 7,8’e ayarlanmıştır. Mobil faz B için ise metanol, asetonitril ve su (45:45:10) karıştırılmıştır. Başlangıçta mobil faz B oranı %0 olarak ayarlanmıştır. Bu oran dakika 18,1’de %57’ye ve dakika 18,6’da %100’e çıkarılmıştır. Ayrıca taşıyıcı gazların akış hızı 2 mL/dak, kolon sıcaklığı ise 40°C olarak seçilmiştir. Kolon olarak Zorbax 4.6 x 150 mm (Agilent, USA) ve kullanılmıştır. Ölçümler florasan detektör aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Excitation ve emission 15.dakikaya kadar 340-450 ve 15.dakikadan sonra 266-305 aralığında değişim göstermiştir.

3.2.4. Duyusal analiz

Tüketime hazır pastirmalar eğitilmiş panelistler tarafından aşağıda verilen hedonik tip skala (1–9) kullanılarak duyusal olarak değerlendirilmiştir.

Pastırma Panel Formu

Örnek No:

Renk	Parlak Kırmızı Koyu Kırmızı Soluk veya Mat Siyahımsı								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	Tipik Arzu Edilen Arzu Edilmeyen								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tekstür	Çok İyi Çok Kötü								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	Tipik Arzu Edilen Arzu Edilmeyen								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel Kabul Edilebilirlik	Çok İyi Çok Kötü								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Belirtmek İstedığınız Hususlar:									

3.2.5. İstatistiksel analizler

Deneme I'de transglutaminaz enzim uygulaması (kontrol, %0,25, %0,50 ve %1) dikkate alınarak sırt pastırma çeşidi üretilmiştir. Deneme II'de ise sabit bir transglutaminaz miktarı (%0,50) esas alınarak 5 farklı pastırma çeşidi (sırt, kuşgözü, şekerpare, kürek ve bohça) üretilmiştir. Ayrıca bu denemede pastırma çeşitlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler de incelenmiştir. Her iki denemede şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20.0).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. I. Denemeye Ait Sonuçlar

4.1.1. Su aktivitesi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların su aktivitesi değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Pastırmaların su aktivitesi değerleri 0,831-0,885 arasında değişim göstermiştir. Yapılan diğer çalışmalarda orta nemli gıdalar sınıfına dahil olan pastırma için su aktivitesinin mikrobiyolojik stabilite açısından önemli bir engel etken olduğu ve bu değerin 0,90’nın altında olması gerektiği belirtilmektedir (Leistner 1988; Kaban 2009). Mevcut bu çalışmada da a_w değeri tüm gruplarda 0,90’nın altında tespit edilmiştir. Akköse *et al.* (2017) da pastırma üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada a_w değerini 0,841-0,863 arasında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.1. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların su aktivitesi değerleri

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	0,843	0,883
	0,855	0,885
%0,25	0,831	0,850
	0,854	0,849
%0,50	0,853	0,843
	0,854	0,849
%1	0,841	0,880
	0,840	0,879

Pastırma örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Buna göre transglutaminaz kullanımı su aktivitesi değerlerinde istatistiki olarak önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.2. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,000	2,087
Blok	1	0,001	7,991*
Hata	11	0,000	-
Total	16	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05

4.1.2. Nem

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların nem içerikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre pastırmanın nem değerinin %50’nin altında olması gerekmektedir (Anonim 2012). Mevcut bu araştırmada örneklerin nem değerleri %42,02-%48,14 arasında değişim göstermiş ve %50 üst sınırın altında kalmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların nem değerleri (%)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	42,13	46,94
	42,26	46,34
%0,25	42,39	42,34
	42,27	42,12
%0,50	42,39	42,85
	42,52	42,42
%1	42,02	47,91
	42,43	48,14

Farklı transglutaminaz enzim miktarları kullanılarak üretilen pastırmaların nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin nem değeri a_w ’de olduğu gibi enzim uygulamasından istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.4. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	7,799	3,152
Blok	1	26,651	10,770**
Hata	11	2,475	-
Total	16	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **:P<0,01

4.1.3. pH

Transglutaminaz enziminin farklı miktarları kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre pastırmada pH değeri için üst sınır değer 6 olarak verilmiştir (Anonim 2012). Mevcut bu araştırmada tüm örneklerin pH değerleri bu sınırın altında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Kaban (2009) pastırmada gerçek bir laktik asit fermentasyonu olmadığını, bunun yanı sıra proteoliz sonucu pH değerinin kürlenme işleminden sonra proses boyunca arttığını belirtmiştir. Pastırma üzerinde yürütülen diğer bazı araştırmalarda da pH değeri 5,5-6 arasında tespit edilmiştir (Aksu ve Kaya 2002; Güner *et al.* 2008; Kaban 2009; Akköse *et al.* 2017; Hazar *et al.* 2017; Akköse *et al.* 2018).

Çizelge 4.5. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerleri

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	5,85	5,92
	5,86	5,93
%0,25	5,96	5,92
	5,99	5,92
%0,50	5,88	5,85
	5,89	5,85
%1	5,90	5,94
	5,91	5,95

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da sunulmuştur. Çizelgeden de görüldüğü üzere pH değeri üzerine enzim uygulamasının önemli seviyede ($P<0,05$) etkisi olmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,005	4,927*
Blok	1	0,000	0,097
Hata	11	0,001	-
Total	16	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *: $P<0,05$

Transglutaminaz değişkenine ait pH değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük pH değeri %0,50 oranında enzim kullanılan grupta tespit edilmiş ancak bu değer kontrol grubuna ait ortalama değerden istatistiki olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir. En yüksek pH değerini ise %0,25 oranında enzim içeren grup vermiştir. Ancak bu gruba ait ortalama pH değeri ile %1 oranında enzim kullanılarak üretilen grubun ortalama pH değeri arasında istatistiki olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	pH
Kontrol	5,89±0,04bc
%0,25	5,95±0,03a
%0,50	5,87±0,02c
%1	5,93±0,02ab

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

4.1.4. Renk

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Pastırma örneklerinin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 30,09-42,84, 34,89-41,97 ve 18,42-25,60 arasında tespit edilmiştir.

Parça halinde kuru kür edilen et ürünlerinde kürlleme aşamasında tuzla birlikte nitrit ve/veya nitrat kullanılmaktadır. Bu tip ürünlerde nitritin parçalanması sonucu NO oluşmaktadır. Bu bileşiğin myoglobin ile birleşmesi sonucu ise nitrosomyoglobin meydana gelmekte ve ürüne tipik rengini vermektedir (Gökalp vd 2012).

Çizelge 4.8. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk değerleri

L*		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	38,55	41,64
	34,60	40,06
	30,09	40,45
%0,25	37,30	38,26
	36,65	39,46
	36,44	36,64
%0,50	39,50	35,64
	40,32	36,52
	39,06	37,66
%1	42,34	39,87
	36,70	42,84
	36,91	38,21
a*		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	37,45	38,05
	38,87	37,67
	35,80	35,96
%0,25	41,49	40,58
	41,35	39,77
	41,97	39,99
%0,50	41,19	35,41

Çizelge 4.8. (devam)

	39,94	38,64
	39,36	38,57
	34,89	38,29
%1	39,84	37,37
	37,99	37,39
b*		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	21,42	24,84
	21,13	23,57
	20,04	21,93
%0,25	24,62	25,17
	23,92	24,78
	24,86	24,18
%0,50	25,60	18,42
	25,41	22,20
	24,41	22,73
%1	20,27	24,02
	22,92	25,26
	21,70	22,54

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanımı istatistiki olarak sadece a* değeri üzerine çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$). L* ve b* değerleri ise enzim uygulaması değişkeninden istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon	L*			a*			b*		
Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	5,172	0,696	3	15,567	8,075**	3	6,383	1,802
Blok	1	14,711	1,979	1	6,458	3,350	1	0,465	0,131
Hata	19	7,433	-	19	1,928	-	19	3,542	-
Total	24	-	-	24	-	-	24	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Enzim uygulaması değişkenine ait L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Enzim uygulaması faktöründen çok önemli seviyede etkilenen a* değeri en yüksek ortalama değeri %0,25 oranında enzim içeren grupta vermiştir. Diğer gruplar ise (kontrol, %0,50 enzim ve %1 enzim) istatistiki olarak birbirlerinden farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.10. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	L*	a*	b*
Kontrol	37,57±4,40a	37,30±1,20b	22,16±1,75a
%0,25	37,46±1,19a	40,86±0,88a	24,59±0,46a
%0,50	38,12±1,82a	38,85±1,94b	23,13±2,69a
%1	39,48±2,67a	37,63±1,62b	22,79±1,75a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.1.5. TBARS

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Pastırma örneklerinde TBARS değeri 13,697-34,940 $\mu\text{molMDA/kg}$ arasında değişim göstermiştir. Lipid oksidasyonunun ikincil ürünlerinden olan ve lipid oksidasyonunun bir göstergesi olarak değerlendirilen malondialdehitin miktarının pastırma üretimi boyunca artış gösterdiği belirtilmiştir (Kaban 2009).

Çizelge 4.11. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	28,141	28,237
	30,569	34,940
	28,865	29,612
%0,25	15,317	26,287
	15,967	26,154
	14,523	28,292

Çizelge 4.11. (devam)

%0,50	17,920	17,920
	19,832	19,832
	20,023	16,670
%1	18,521	14,856
	17,478	13,697
	17,126	13,944

Pastırma örneklerinin TBARS değeri üzerine enzim uygulamasının ve hammadde farklılığının çok önemli ($P<0,01$) seviyede etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	224,463	86,192**
Blok	1	28,512	10,948**
Hata	16	2,604	
Total	24		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13'verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek TBARS değeri kontrol grubunda tespit edilirken, enzim kullanım miktarının artışı ile bu değer düşüş göstermiştir. Pastırma üretiminde transglutaminaz enzimi kullanımı lipid oksidasyonunun daha sınırlı seviyede gerçekleşmesine sebep olmuştur. %0,50 ve %1 transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerleri, pastırma üzerinde yürütülen diğer araştırmalarda tespit edilen TBARS değerlerinden de daha düşük seviyelerde belirlenmiştir (Kaban 2009; Hazar *et al.* 2017; Akköse *et al.* 2017).

Çizelge 4.13. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	TBARS($\mu\text{molMDA/kg}$)
Kontrol	30,061 $\pm$ 2,558a
%0,25	21,090 $\pm$ 6,438b
%0,50	18,700 $\pm$ 1,389c
%1	15,937 $\pm$ 2,031d

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

4.1.6. NPN-M

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin protein tabiatında azotlu madde (NPN-M) miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.14’da sunulmuştur. Pastırma örneklerinin NPN-M değerleri 4,82g/100 ile 5,97g/100g arasında değişim göstermiştir. Aksu *et al.* (2002) protein tabiatında olmayan azotun pastırma üretimi boyunca arttığını ve bu artışın proteinlerdeki parçalanmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Proteinlerde meydana gelen değişimler ise et ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Aktaş *et al.* 2005).

Çizelge 4.14. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların NPN-M değerleri (g/100g)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	4,89	5,97
%0,25	4,92	5,77
%0,50	5,57	5,87
%1	5,28	4,82

Pastırma örneklerinin protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı üzerine transglutaminaz enziminin istatistiki olarak önemli bir etkisi tespit edilmemiştir (Çizelge 4.15). Kuru kür edilmiş et ürünlerinde olgunlaştırma boyunca endojen enzimlerin aktivitesi sonucu serbest aminoasitler, peptitler gibi küçük molekül ağırlığına sahip bileşikler oluşmaktadır (Martín *et al.* 1998; Kaban 2009; Soyer *et al.* 2011; Górska *et al.* 2017). Kaban (2009) tarafından pastırma üzerine yapılan bir

çalışmada NPN-M değerinin olgunlaştırma boyunca arttığı ve son üründe $3,83 \pm 0,17$ g/100g düzeyine ulaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,152	0,658
Blok	1	0,392	1,670
Hata	3	0,235	
Total	8		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması

4.1.7. Mikrobiyolojik analizler

4.1.7.a. Laktik asit bakterileri

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Örneklerin laktik asit bakteri sayıları 2,18-5,33 log kob/g arasında değişmiştir. Katalaz pozitif kolar ve laktik asit bakterileri genellikle pastırmanın dominant mikrobiotasını oluşturmaktadır (Kılıç 2009; Kaban 2009; Öz *et al.* 2017). Laktik asit bakterileri düşük lipolitik aktiviteye sahiptirler. Ayrıca bu bakteriler laktik asit gibi organik asitler üretirler. Böylece ürünün duyuusal ve tekstürel özelliklerine katkıda bulunurlar. Ancak pastırmada, sucuk gibi fermente ürünlerde olduğu gibi tam bir laktik asit oluşumunun söz konusu olmadığı ve pH’nın da genellikle 5,5’in altına düşmediği rapor edilmiştir (Kaban 2009; Öz *et al.* 2017).

Çizelge 4.16. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri içerikleri (log kob/g)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	4,85	3,28
	4,41	3,00
	4,60	3,14
%0,25	4,60	5,33

Çizelge 4.16. (devam)

	4,71	5,28
	4,72	5,00
%0,50	2,30	3,00
	2,18	2,48
	2,42	2,74
%1	2,70	4,00
	2,27	3,48
	3,13	3,67

Pastırma örneklerinin laktik asit bakteri sayıları üzerine enzim uygulamasının $P<0,01$ düzeyinde etkisi olmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	6,377	19,144**
Blok	1	0,095	0,285
Hata	19	0,333	-
Total	24	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama laktik bakteri sayısı $(4,94\pm0,31)$ %0,25 oranında enzim içeren örneklerde tespit edilmiştir. En düşük ortalama değer ise $(2,52\pm0,30)$ %0,50 oranında enzimle muamele edilen grupta belirlenmiştir. Ancak bu grup istatistiki olarak %1 enzim içeren gruptan herhangi bir farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.18. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Laktik Asit Bakterileri (log kob/g)
Kontrol	3,88±0,83b
%0,25	4,94±0,31a
%0,50	2,52±0,30c
%1	3,21±0,64bc

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.1.7.b. *Micrococcus/Staphylococcus*

Transglutaminaz enziminin farklı miktarları kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.19’de verilmiştir. Pastırma örneklerinin mikrokok/stafilokok sayıları 6,30 log kob/g ile 8,17 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Pastırmanın dominant florasını oluşturan diğer mikroorganizma grubu olan koagülaz negatif katalaz pozitif kokların nitrat redüktaz (Kaban 2013) ile lipolitik ve proteolitik aktiviteleri bulunmaktadır (Aktaş *et al.* 2005; Kaban 2013). Bu nedenle söz konusu mikroorganizmalar rengin oluşumunda ve stabilizasyonunda, aroma gelişiminde ve oksidasyonun geciktirilmesinde oldukça önemli rol oynarlar (Kaban 2013; Öz *et al.* 2017; Hazar *et al.* 2017).

Çizelge 4.19. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı (log kob/g)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	7,32	8,17
	7,52	8,02
%0,25	7,70	7,83
	7,78	7,88
%0,50	6,86	7,82
	6,30	7,86
%1	7,58	7,68
	7,66	7,71

Micrococcus/Staphylococcus sayısının varyans analiz sonuçlarına göre, farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanımının bu mikroorganizmalar üzerine herhangi bir önemli etkisi olmamıştır (Çizelge 4.20). Kaban (2009) tarafından pastırma üzerinde yapılan bir çalışmada *Micrococcus/Staphylococcus* cinslerine ait mikroorganizmaların artış gösterdiği ve sayının son üründe 10^6 kob/g seviyesine ulaştığı rapor edilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,292	2,843
Blok	1	1,129	10,988**
Hata	11	0,103	-
Total	16	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **:P<0,01

4.1.7.c. Enterobacteriaceae

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında (<2 log kob/g) bulunmuştur. Benzer sonuçlar diğer araştırmalarda da tespit edilmiştir (El-Khateib *et al.* 1987; Aksu ve Kaya 2001; Kaban 2009, 2013; Hazar *et al.* 2017)

4.1.7.d. Maya-Küf

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayıları Çizelge 4.21’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre pastırma örneklerinin maya-küf sayısı 10^4 - 10^6 kob/g seviyesinde tespit edilmiştir. Pastırma örneklerinin maya-küf sayısına ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere enzim uygulamasının ve farklı karkaslardan elde edilen hammadde kullanımının örneklerin maya-küf sayısı üzerine herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Hazar *et al.* (2017) tarafından farklı kürlenme sıcaklıkları ve kürlenme ajanları

kullanılarak üretilen pastırmalar üzerinde yürütülen bir araştırmada örneklerin maya-küf sayısı ortalama 10^4 kob/g seviyesinde tespit edilmiştir. Piyasadan temin edilen pastırma örneklerinin özelliklerinin belirlendiği diğer bir çalışmada ise maya-küf sayısının 2,30-6,40 log kob/g arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Öz *et al.* 2017). Kaban (2013) maya-küf sayısının pastırma üretiminde, kurutma süresince arttığını, ancak çemenleme ve çemenli kurutma aşamasında bu sayının düştüğünü ve bu düşüşte çemenin %35'ini oluşturan sarımsağın önemli rolü olduğunu vurgulamıştır.

Çizelge 4.21. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf içerikleri (log kob/g)

Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	5,57	5,55
	5,53	5,54
	5,48	5,70
%0,25	4,90	4,79
	4,91	5,04
	4,86	5,00
%0,50	4,00	6,48
	4,00	6,53
	4,09	6,51
%1	5,66	4,36
	5,78	4,93
	5,46	4,70

Çizelge 4.22. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,432	0,829
Blok	1	0,996	1,911
Hata	19	0,521	-
Total	24	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

4.1.8. Duyusal analiz

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.23’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların duyusal analiz sonuçları

Renk		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	6,64	6,82
%0,25	7,27	7,00
%0,50	7,18	7,18
%1	6,82	7,82
Koku		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	6,45	6,36
%0,25	6,55	6,82
%0,50	6,55	6,45
%1	6,73	7,27
Tekstür		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	6,64	6,09
%0,25	6,00	6,27
%0,50	6,91	6,91
%1	7,27	7,36
Tat		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	6,27	6,73
%0,25	6,00	6,45
%0,50	6,09	6,64
%1	6,36	7,27
Genel Kabul Edilebilirlik		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Kontrol	6,27	6,27
%0,25	6,00	6,27
%0,50	6,58	7,00
%1	6,73	7,36

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre tekstür parametresi transglutaminaz uygulamasından $P<0,05$ düzeyinde etkilenmiştir. Renk, tat, koku ve genel kabuledilebilirlik parametreleri ise enzim uygulamasından istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine ait varyans analiz sonuçları

Renk			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	1,424	0,810
Blok	1	1,136	0,647
Hata	83	1,757	-
Total	88	-	-
Koku			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	1,496	0,520
Blok	1	0,557	0,193
Hata	83	2,880	-
Total	88	-	-
Tekstür			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	6,273	3,560*
Blok	1	0,045	0,026
Hata	83	1,762	-
Total	88	-	-
Tat			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	1,409	0,398
Blok	1	7,682	2,168
Hata	83	294,045	-
Total	88	-	-
Genel Kabul Edilebilirlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	3,712	2,079
Blok	1	2,227	1,247
Hata	83	148,227	-
Total	88	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *: $P<0,05$

Pastırma örneklerinin duyu analizi parametrelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre enzim kullanımı pastırmaların tekstürel açıdan daha yüksek puanlar almasına sebep olmuştur. En yüksek tekstür puanını %1 oranında enzim kullanılarak üretilen grup almıştır. %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen grup ise tekstür puanı açısından istatistiki olarak %1 oranında enzim kullanılarak üretilen gruptan herhangi bir farklılık göstermemiştir. Kontrol grubu ve %0,25 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırmalar ise en düşük tekstür puanını almıştır.

Çizelge 4.25. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Duyusal Özellik	Enzim Uygulaması			
	Kontrol	%0,25	%0,50	%1
Renk	6,73±1,49a	7,14±1,36a	7,18±1,05a	7,32±1,36a
Koku	6,41±1,68a	6,68±1,59a	6,50±1,65a	7,00±1,83a
Tekstür	6,36±1,18b	6,14±1,36b	6,91±1,38a	7,32±1,36a
Tat	6,50±1,63a	6,23±1,80a	6,36±2,06a	6,82±2,06a
Genel Kabul Edilebilirlik	6,27±1,08a	6,18±1,18a	6,77±1,54a	7,05±1,50a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Aşağıda verilen şekillerden de görüldüğü üzere enzim içermeyen pastırma örneklerinde (Şekil 4.1) yarıklar bulunurken, bu kusur %0,25 enzim içeren gruplarda azalmış (Şekil 4.2) ve %0,50 ve %1 transglutaminaz enzim preparatı kullanılarak üretilen örneklerde bu sorun ortadan kalkmıştır (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Nitekim duyu analizi sonuçlarına göre %0,50 ve %1 enzim içeren gruplar daha yüksek tekstürel puanlar almıştır.



Şekil 4.1. Enzim içermeyen pastırma



Şekil 4.2. %0,25 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma



Şekil 4.3. %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma



Şekil 4.4. %1 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma

4.1.9. Tekstür analizleri

4.1.9.a. Tekstür profil analizi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların tekstür profil analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Tekstür tüm et ürünleri için çok önemli bir kalite kriteridir. Pastırma benzeri parça halinde kuru kür edilmiş et ürünlerinde tuz, sıcaklık, pH ve su içeriği endojen proteolitik enzimlerin aktivitesini etkileyerek bu tip ürünlerinde tekstürün gelişiminde oldukça önemli bir rol oynamaktadır (Harkouss *et al.* 2018; Pérez-Santaescolástica *et al.* 2018). Tuz proteolitik enzimlerin aktivitesi için inhibitör etki göstermektedir. Tuzun az miktarda kullanıldığı durumlarda proteoliz ileri derecede gerçekleşmekte ve yumuşak bir yapı ile karşılaşılmaktadır (Żochowska-Kujawska 2016).

Çizelge 4.26. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların tekstür profil analiz sonuçları

Sertlik		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	136,096	49,803
	78,534	37,364
	87,766	57,504
%0,25 Enzim	103,318	58,894
	71,281	56,066
	79,251	68,693
%0,50 Enzim	90,250	54,082
	75,802	58,643
	98,236	46,175
%1 Enzim	110,459	29,666
	101,364	36,405
	117,660	37,712
Adesivlik		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	-0,692	-2,04
	-1,291	-2,191
	-0,891	-3,832

Çizelge 4.26. (devam)

%0,25 Enzim	-2,355	-3,427
	-1,924	-2,313
	-0,678	-2,014
%0,50 Enzim	-1,368	-4,741
	-1,139	-2,098
	-1,189	-2,044
%1 Enzim	-1,007	-11,454
	-0,706	-1,431
	-0,981	-5,124
Yapışkanlık		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	0,708	0,607
	0,707	0,581
	0,700	0,556
%0,25 Enzim	0,644	0,575
	0,710	0,588
	0,670	0,598
%0,50 Enzim	0,619	0,558
	0,642	0,568
	0,632	0,571
%1 Enzim	0,678	0,689
	0,666	0,601
	0,698	0,660
Elastikiyet		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	0,822	0,696
	0,750	0,609
	0,727	0,654
%0,25 Enzim	0,684	0,551
	0,731	0,609
	0,695	0,626
%0,50 Enzim	0,732	0,609
	0,671	0,650
	0,661	0,676
%1 Enzim	0,765	0,759
	0,777	0,772
	0,753	0,733

Çizelge 4.26. (devam)

Sakızımsılık		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	96,381	28,718
	55,499	25,388
	61,457	31,956
%0,25 Enzim	66,491	32,559
	50,630	32,968
	65,799	41,057
%0,50 Enzim	55,904	31,495
	48,648	32,739
	62,065	26,242
%1 Enzim	65,440	20,432
	73,548	21,875
	82,183	24,870
Çiğnenebilirlik		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	79,264	17,496
	41,638	16,616
	44,690	18,563
%0,25 Enzim	45,464	17,929
	56,392	20,086
	45,708	25,711
%0,50 Enzim	40,899	20,377
	36,062	17,539
	41,037	17,747
%1 Enzim	50,046	15,507
	57,125	13,744
	61,854	19,199

Pastırma örneklerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere sertlik, adesivlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri enzim uygulamasından istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$). Ancak yapışkanlık ve elastikiyet değerleri üzerine farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi uygulamasının çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	16,341	0,56
Blok	1	13020,508	44,501
Hata	19	292,590	-
Total	24	-	-
Adesivlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	3,210	0,797
Blok	1	33,815	8,391
Hata	19	4,030	-
Total	24	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,005	5,725**
Blok	1	0,035	43,195
Hata	19	0,001	-
Total	24	-	-
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	0,015	9,042**
Blok	1	0,028	17,498
Hata	19	0,002	-
Total	24	-	-
Sakızimsılık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	56,091	0,480
Blok	1	7838,983	67,126
Hata	19	116,780	-
Total	24	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	75,179	0,983
Blok	1	6006,063	78,493
Hata	19	76,517	-
Total	24	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin enstrümental tekstür analiz parametrelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük yapışkanlık değeri %0,50 oranında enzim içeren grupta tespit edilmiş ve bu değer %0,25 oranında enzim içeren gruptan herhangi bir farklılık göstermemiştir. Bunun yanı sıra en yüksek elastikiyet değeri %1 transglutaminaz içeren grupta, en düşük elastikiyet değeri ise kontrol grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Tekstürel Özellik	Kontrol	%0,25	%0,50	%1
Sertlik	74,51±35,40a	72,92±17,12a	70,53±20,93a	72,21±41,62a
Adesivlik	1,82±1,15a	2,12±0,89a	2,10±1,36a	3,45±4,26a
Yapışkanlık	0,64±0,07a	0,63±0,05ab	0,60±0,04b	0,67±0,03a
Elastikiyet	0,71±0,07b	0,65±0,07c	0,67±0,04bc	0,76±0,02a
Sakızimsılık	49,90±27,19a	48,25±15,35a	42,85±14,70a	48,06±28,65a
Çiğnenebilirlik	36,38±24,50a	35,22±16,01a	28,94±11,56a	36,25±22,40a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.1.9.b. Kesme testi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre kesme testi değerleri 15,607 ile 29,838 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.29. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların kesme testi sonuçları

Maksimum Kesme Kuvveti (N)		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	22,260	17,299
	19,251	15,607
	19,970	17,893
%0,25 Enzim	21,484	23,391
	22,803	24,599
	22,016	23,156
%0,50 Enzim	19,856	22,873
	21,741	22,637
	20,128	25,978
%1 Enzim	17,726	27,943
	25,042	21,772
	25,316	29,838

Pastırma örneklerinin kesme testi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da sunulmuştur. Çizelgeden de anlaşıldığı gibi örneklerin kesme testi değerleri üzerine sadece enzim uygulaması faktörünün $P<0,05$ düzeyinde etkisi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastirmaların maksimum kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	36,827	4,915*
Blok	1	9,873	1,318
Hata	19	7,493	-
Total	24	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *: $P<0,05$

Pastırma üretiminde transglutaminaz enzimi kullanımı kesme testi değerlerinde bir artışa sebep olmuştur. En düşük kesme testi değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir. %0,25, %0,50 ve %1 oranında enzim içeren gruplar ise kesme testi değeri bakımından istatistiki olarak birbirinden herhangi bir farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.31. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Maksimum Kesme Kuvveti (N)
Kontrol	18,71±2,31b
%0,25	22,91±1,09a
%0,50	22,20±2,23a
%1	24,61±4,35a

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.1.9.c. Gerilme-gevşeme testi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme test sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Maksimum kuvvet değeri 55,157-164,466, gevşeme zamanı 57,700-137,805 ve minimum kuvvet değeri 16,208-51,579 arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçları

Maksimum Kuvvet (N)		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	93,269	62,169
	118,412	55,157
%0,25 Enzim	134,622	68,588
	132,291	67,459
%0,50 Enzim	164,466	95,254
	162,955	105,413
%1 Enzim	159,757	70,400
	159,849	82,162
Gevşeme Zamanı (sn)		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	113,630	61,580
	88,765	57,700
%0,25 Enzim	90,110	71,530
	88,695	72,265
%0,50 Enzim	112,360	137,805
	89,425	99,550

Çizelge 4.32. (devam)

%1 Enzim	107,770	65,425
	100,430	68,235
Minimum Kuvvet (N)		
Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
%0 Enzim	30,638	18,203
	37,099	16,208
%0,25 Enzim	43,035	29,708
	41,615	20,578
%0,50 Enzim	33,102	32,326
	51,579	34,048
%1 Enzim	41,119	21,056
	50,900	24,728

Pastırma örneklerinin gerilme-gevşeme testi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33’de sunulmuştur. Gerilme-gevşeme testi değerlerinden yalnızca maksimum kuvvet enzim uygulamasından çok önemli düzeyde etkilenmiştir ($P<0,01$). Gevşeme zamanı ve minimum kuvvet parametreleri üzerine ise enzim uygulamasının önemli bir etkisi belirlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.33. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Maksimum Kuvvet (N)			Gevşeme Zamanı(sn)			Minimum Kuvvet (N)		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Enzim Uygulaması	3	1857,733	18,094**	3	783,797	2,436	3	107,956	3,041
Blok	1	16836,295	163,979	1	1542,427	4,793	1	1092,831	30,779
Hata	11	102,674	-	11	321,812	-	11	35,505	-
Total	16	-	-	16	-	-	16	-	-

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin gerilme-gevşeme testi sonuçlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.34’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşıldığı üzere en düşük maksimum kuvvet değeri kontrol grubunda belirlenmiştir. Üretimde transglutaminaz enzimi kullanımı maksimum kuvvet değerinde bir artışa sebep olmuştur. Bunun yanı sıra %0,50 ve %1 oranında enzim içeren pastırma örnekleri maksimum kuvvet değeri

açısından istatistiki olarak birbirinden herhangi bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi sonuçlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Maksimum Kuvvet (N)	Gevşeme Zamanı(sn)	Minimum Kuvvet (N)
Kontrol	82,25±29,25c	80,42±26,10a	25,54±10,01a
%0,25	100,74±37,79b	80,65±10,13a	33,73±10,61a
%0,50	132,02±36,83a	109,79±20,90a	37,76±9,24a
%1	118,04±48,46a	85,47±21,76a	34,45±14,01a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.1.10. Uçucu bileşik

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzim preparatı kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin uçucu bileşik profili Çizelge 4.35’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre alkoller, aldehitler, ketonlar, aromatik hidrokarbonlar, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, esterler, furanlar, nitrojenli bileşikler ve asitler grubuna dahil sırasıyla 2, 16, 9, 2, 9, 5, 2, 2, 1 ve 1, toplamda 49 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir. Kuru kür edilmiş et ürünlerinin üretimi boyunca proteinlerde ve lipitlerde bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. Özellikle olgunlaştırma süresince meydana gelen bu değişiklikler ürünün tekstür ve aromasının gelişimine katkı sağlamaktadır (Kaban 2009). Akköse *et al.* (2017) tarafından pastırma üzerinde yürütülen bir araştırmada, alifatik hidrokarbonlar, sülfürlü bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, aldehitler, terpenler, ketonlar, esterler, furanlar, asitler, alkoller ve nitrojenli bileşikler grubuna dahil 46 adet bileşik tespit edilmiştir. Parça halinde kuru kür edilmiş bir et ürünü olan iberian ham üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise 10 karboksilik asitler, 18 alkoller, 11 aldehitler, 18 ketonlar, 10 esterler, 13 alkoller, 23 benzen bileşikler, 5 sülfürlü bileşikler, 4 furanlar, 5 furanonlar, 3 pirazinler ve 2 adet nitrojenli bileşikler grubuna dahil toplamda 122 tane uçucu bileşik tespit edilmiştir (Martínez-Onandi *et al.* 2017).

Çizelge 4.35. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik profili ($\text{AU} \times 10^{-6}$)

Bileşik	Blok	Enzim Uygulaması			
		Kontrol	%0,25	%0,50	%1
Alkoller					
Etanol	1	14,30	15,23	16,78	5,82
		6,56	7,63	16,58	13,80
	2	6,69	7,00	19,02	21,65
		14,30	6,29	6,05	8,17
1-propen-2-ol	1	0,00	1,39	2,11	0,00
		0,00	0,00	1,99	0,00
	2	0,00	0,00	2,45	2,13
		0,00	0,00	0,00	0,00
Aldehitler					
Asetaldehit	1	6,11	4,75	6,06	6,33
		8,96	17,86	5,21	5,77
	2	7,05	5,85	4,31	4,88
		5,85	7,88	5,48	4,81
Heptanal	1	1,17	0,91	0,90	0,26
		0,31	0,43	0,00	0,94
	2	0,35	0,44	0,91	0,94
		0,86	0,00	0,44	0,00
Pentanal	1	8,62	8,14	10,90	2,03
		1,82	2,10	10,30	9,11
	2	2,16	2,96	12,07	10,43
		8,97	3,17	3,23	2,52
Hekzanal	1	87,18	89,52	122,39	24,07
		25,77	30,39	114,06	89,69
	2	33,90	37,78	127,87	127,98
		112,57	37,01	43,22	42,53
2-Hekzenal	1	0,50	0,34	0,45	0,11
		0,11	0,10	0,25	0,63
	2	0,00	0,15	0,49	0,31
		0,40	0,42	0,14	0,10
Heptanal	1	8,04	6,97	8,92	3,25
		2,87	2,50	8,97	9,90
	2	2,12	2,60	7,35	6,74
		6,53	2,93	2,83	2,22
2-heptenal (E)	1	0,78	0,00	0,00	0,33
		0,00	0,26	0,00	0,78
	2	0,26	0,39	0,00	0,91
		0,00	0,00	0,35	0,00

Çizelge 4.35. (devam)

Benzaldehit	1	34,60	41,77	42,45	19,93
		23,74	25,91	39,81	34,11
	2	20,24	23,49	33,07	22,82
		34,95	29,14	20,78	15,65
Oktanal	1	12,57	12,15	14,27	5,21
		5,35	5,24	13,15	14,62
	2	3,90	4,51	12,22	9,60
		10,53	4,85	4,77	3,76
2,4-Heptadienal (E,E)-	1	2,27	0,48	1,44	0,34
		0,89	0,34	0,59	1,08
	2	0,00	0,48	2,30	1,70
		0,44	3,07	0,79	0,00
2-Oktenal (E)-	1	2,89	1,98	1,71	0,99
		1,27	0,73	2,73	2,04
	2	1,07	1,04	2,24	1,60
		1,18	3,14	0,94	0,69
Nonanal	1	20,39	21,60	24,52	10,59
		11,55	10,78	23,23	22,06
	2	9,27	9,39	19,82	17,07
		19,56	8,90	9,78	8,83
Trans-2-nonanal	1	2,17	1,79	1,61	1,46
		1,94	1,47	1,78	1,76
	2	1,28	1,36	1,80	1,12
		1,41	2,18	1,05	0,81
2,4-nonadienal	1	0,00	0,62	0,38	0,45
		0,00	0,52	0,00	0,59
	2	0,58	0,35	0,70	0,30
		0,45	0,00	0,55	0,44
2-metil-3-fenil-propanal	1	5,37	3,83	2,55	1,35
		2,81	1,44	2,71	2,32
	2	1,04	1,11	1,59	0,91
		1,77	1,48	0,74	0,59
2-metil-2-bütenal	1	2,51	2,07	2,34	0,53
		0,58	0,63	2,16	2,36
	2	0,85	0,59	2,14	2,08
		2,33	0,00	0,63	0,50
Ketonlar					
2-siklopenten-1-on	1	1,35	1,82	1,44	0,00
		0,00	0,40	1,67	0,00
	2	0,42	0,36	1,44	0,00
		1,79	0,48	0,30	0,24

Çizelge 4.35. (devam)

2-pentanon	1	2,33	2,60	2,15	0,28
		0,50	0,64	2,12	1,95
	2	0,60	0,78	2,11	1,91
2-heptanon	1	3,02	0,98	0,65	0,34
		0,63	0,58	0,86	0,26
	2	0,24	0,32	0,78	0,55
		0,31	0,39	0,84	0,89
		0,77	0,80	0,37	0,37
2,3-oktandion	1	17,55	25,89	29,91	5,29
		10,82	11,14	27,73	18,13
	2	8,56	7,32	26,47	28,43
		23,35	0,00	9,16	10,77
6-metil-5-hepten-2-on	1	0,47	0,80	0,71	0,10
		3,10	0,70	0,90	0,50
	2	0,17	0,13	0,51	0,49
		0,39	0,00	0,15	0,19
2-oktanon	1	0,40	0,00	0,52	0,00
		0,00	0,00	0,51	0,30
	2	0,19	0,10	0,33	0,39
5-metil-3-hepten-2-on	1	0,30	0,00	0,00	0,13
		2,15	1,90	2,39	0,49
		0,00	1,04	2,20	1,37
	2	0,00	0,80	1,81	1,37
		2,36	2,42	1,48	0,54
3-okten-2-on	1	1,60	1,14	1,42	0,51
		0,80	0,68	1,48	0,92
	2	0,76	0,49	1,52	1,29
		0,86	1,91	0,66	0,54
3,5-oktadien-2-on	1	1,29	1,40	1,12	0,68
		2,10	0,62	0,83	1,12
	2	0,94	0,80	0,00	0,78
		0,87	1,49	0,60	0,71
Aromatik Hidrokarbonlar					
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	1	3,07	2,22	1,94	0,62
		2,23	1,60	1,79	1,08
	2	0,00	0,67	1,26	0,74
Stiren	1	1,33	0,00	0,48	0,36
		0,61	0,43	0,63	0,16
		0,21	0,25	0,45	0,37
	2	0,00	0,32	0,37	0,37
		0,46	0,39	0,21	0,29
Alifatik Hidrokarbonlar					
1,3-pentadiene	1	49,27	41,50	30,52	36,26
		11,28	18,70	43,66	53,85

Çizelge 4.35. (devam)

Hekzan	2	13,55	3,75	59,66	24,35
		12,84	5,45	11,57	3,19
	1	47,12	45,55	40,24	8,67
		19,02	16,22	36,30	34,80
		10,01	16,46	13,28	30,47
2	32,29	14,38	10,70	15,25	
	Oktan	1	0,00	1,31	1,06
0,59			0,00	0,00	1,22
2		0,67	0,00	0,00	0,00
Nonan	1	1,11	0,36	0,00	0,45
		0,40	0,42	0,51	0,22
		0,25	0,22	0,49	0,42
	2	0,00	0,23	0,52	0,47
		0,53	0,31	0,21	0,24
Dekan	1	0,38	0,34	0,50	0,28
		0,28	0,24	0,44	0,68
	2	0,37	0,00	0,41	0,38
		0,64	0,29	0,22	0,31
Undekan	1	2,27	1,22	1,10	0,57
		0,39	0,71	2,08	1,08
	2	1,11	0,66	1,86	0,98
		0,64	1,61	0,54	0,57
Dodekan	1	1,82	1,06	1,56	1,52
		0,00	2,41	1,91	1,43
	2	0,72	0,00	1,02	0,83
Tridekan	1	1,50	1,35	0,54	0,48
		0,00	1,26	1,01	0,49
		0,81	0,00	0,00	1,25
	2	1,04	0,63	1,54	0,66
		0,45	0,00	0,45	0,44
Tetradekan	1	1,36	1,09	0,71	0,00
		0,00	0,33	1,09	0,00
	2	0,48	0,38	0,00	0,00
		0,71	1,31	0,00	0,00
Sülfürlü Bileşikler					
Alil merkaptan	1	1,76	1,82	2,00	1,00
		0,71	0,47	2,11	3,78
	2	0,73	0,41	0,74	3,78
		3,36	0,53	0,56	0,74
3,3'tiyobis-1-propen	1	3,52	6,90	6,39	1,04
		0,77	1,39	5,77	5,94
	2	0,88	0,87	3,82	5,09
		5,33	0,83	0,77	1,38

Çizelge 4.35. (devam)

metil 2-propenil disülfür	1	2,70	3,79	3,74	1,12
		1,13	1,63	3,48	3,06
	2	1,08	1,09	2,61	3,08
		3,51	1,30	1,10	1,34
Dialil disülfür	1	20,17	31,60	29,32	13,18
		10,26	16,44	27,77	26,88
	2	12,81	13,07	20,61	29,86
		28,35	13,11	11,56	19,63
3-(metiltiyo)-1-propen	1	0,00	0,80	0,78	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,67
	2	0,00	0,00	0,65	0,64
		0,76	0,00	0,00	0,00
Esterler					
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	1	4,65	4,31	3,60	2,16
		3,08	3,48	4,65	3,65
	2	3,10	1,92	2,81	2,12
		3,94	2,74	0,72	1,47
Etil asetat	1	2,05	3,44	2,74	0,32
		0,28	0,30	2,98	1,85
	2	0,65	1,32	2,25	3,33
		2,98	1,43	0,52	0,49
Furanlar					
2-bütil furan	1	0,21	0,25	0,34	0,00
		0,00	0,22	0,32	0,39
	2	0,12	0,00	0,56	0,40
		0,27	0,00	0,20	0,11
2-pentil-furan	1	0,88	1,48	1,76	0,38
		0,76	0,33	1,65	1,10
	2	0,38	0,49	2,17	1,14
		1,94	1,01	0,46	0,70
Nitrojenli Bileşikler					
1-metil-1H-pirol	1	1,08	0,47	0,47	0,00
		0,00	0,15	0,00	0,61
	2	0,31	0,09	0,21	0,85
		0,62	0,97	0,25	0,00
Asitler					
Asetik asit	1	4,11	5,30	2,87	0,98
		3,06	2,79	2,41	2,57
	2	2,65	2,10	3,78	4,12
		5,11	1,94	1,28	0,96

Pastırma örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler üzerine enzim uygulaması faktörünün herhangi bir önemli etkisi saptanmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Bileşik Adı	Enzim Uygulaması			Blok		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Alkoller						
Etanol	3	23,309	0,717	1	3,544	0,109
1-propen-2-ol	3	2,002	2,594	1	0,052	0,067
Aldehitler						
Asetaldehit	3	12,536	1,340	1	13,950	1,491
Heptanal	3	0,035	0,182	1	0,060	0,310
Pentanal	3	18,232	1,176	1	3,525	0,227
Hekzanal	3	1984,685	1,162	1	25,528	0,015
2-hekzenal	3	0,006	0,130	1	0,014	0,324
Heptanal	3	7,429	1,027	1	20,476	2,829
2-heptenal (E)	3	0,132	1,283	1	0,004	0,035
Benzaldehit	3	81,690	1,513	1	241,647	4,475
Oktanal	3	13,682	0,896	1	50,481	3,305
2,4-heptadienal (E,E)-	3	0,193	0,184	1	0,114	0,109
2-Oktenal (E)-	3	0,233	0,310	1	0,372	0,496
Nonanal	3	31,441	1,027	1	110,776	3,620
Trans-2-nonanal	3	0,151	1,308	1	0,551	4,766
2,4-nonadienal	3	0,026	0,375	1	0,041	0,586
2-metil-3-fenil-propanal	3	1,425	1,764	1	10,808	13,382**
2-metil-2-bütenal	3	0,716	0,865	1	1,030	1,245
Ketonlar						
2-siklopenten-1-on	3	0,945	2,287	1	0,170	0,412
2-pentanon	3	0,359	0,352	1	0,297	0,291
2-heptanon	3	0,042	0,662	1	0,017	0,265
2,3-oktandion	3	104,458	1,149	1	65,610	0,722
6-metil-5-hepten-2-on	3	0,403	0,897	1	1,723	3,834
2-oktanon	3	0,068	2,078	1	0,005	0,161
5-metil-3-hepten-2-on	3	0,837	1,151	1	0,036	0,050
3-okten-2-on	3	0,140	0,600	1	0,017	0,072
3,5-oktadien-2-on	3	0,336	2,097	1	0,551	3,436

Çizelge 4.36. (devam)

Aromatik Hidrokarbonlar						
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	3	0,657	1,925	1	5,893	17,260**
Stiren	3	0,010	0,349	1	0,031	1,029
Alifatik Hidrokarbonlar						
1,3-pentadiene	3	282,202	0,999	1	1419,029	5,022*
Hekzan	3	18,469	0,105	1	690,113	3,940
Oktan	3	0,081	0,282	1	0,250	0,875
Nonan	3	0,017	0,651	1	0,011	0,427
Dekan	3	0,037	1,502	1	0,017	0,694
Undekan	3	0,238	0,612	1	0,131	0,337
Dodekan	3	0,054	0,118	1	1,736	3,791
Tridekan	3	0,065	0,206	1	0,010	0,030
Tetradekan	3	0,458	2,102	1	0,181	0,828
Sülfürlü Bileşikler						
Alil merkaptan	3	1,597	1,095	1	0,490	0,336
3,3'tiyobis-1-propen,	3	2,429	0,389	1	10,160	1,629
Metil 2-propenil disülfür	3	0,469	0,350	1	1,918	1,433
Dialil disülfür	3	22,979	0,335	1	44,289	0,646
3-(metiltiyo)-1-propen	3	0,030	0,176	1	0,003	0,015
Esterler						
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	3	1,220	1,587	1	7,236	9,413*
Etil asetat	3	0,358	0,203	1	0,061	0,035
Furanlar						
2-bütil furan	3	0,045	1,713	1	,000	0,012
2-pentil-furan	3	0,417	1,100	1	0,000	0,000
Nitrojenli Bileşikler						
1-metil-1H-pirol	3	0,051	0,318	1	0,017	0,104
Asitler						
Asetik asit	3	1,812	0,962	1	0,289	0,153

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Çizelge 4.37. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların uçucu bileşik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşik Adı	Enzim Uygulaması			
	Kontrol	%0,25	%0,50	%1
Alkoller				
Etanol	10,46±4,43a	9,04±4,16a	14,61±5,81a	12,36±7,04a
1-propen-2-ol	0,00±0,00a	0,35±0,70a	1,64±1,11a	0,53±1,07a
Aldehitler				
Asetaldehit	6,99±1,41a	9,09±5,99a	5,27±0,73a	5,45±0,73a
Heptanal	0,67±0,42a	0,45±0,37a	0,56±0,43a	0,54±0,48a
Pentanal	5,39±3,93a	4,09±2,74a	9,13±4,00a	6,02±4,37a
Hekzanal	64,86±41,88a	48,68±27,43a	101,89±39,52a	71,07±46,94a
2-hekzenal	0,25±0,24a	0,25±0,15a	0,33±0,17a	0,29±0,25a
Heptanal	4,89±2,85a	3,75±2,15a	7,02±2,89a	5,53±3,50a
2-heptenal (E)	0,26±0,37a	0,16±0,20a	0,09±0,18a	0,51±0,42a
Benzaldehit	28,38±7,52a	30,08±8,13a	34,03±9,67a	23,13±7,89a
Oktanal	8,09±4,13a	6,69±3,65a	11,10±4,30a	8,30±4,89a
2,4-heptadienal (E,E)-	0,90±0,98a	1,09±1,32a	1,28±0,77a	0,78±0,76a
2-Oktenal (E)-	1,60±0,86a	1,72±1,08a	1,91±0,77a	1,33±0,61a
Nonanal	15,19±5,61a	12,67±6,01a	19,34±6,67a	14,64±6,09a
Trans-2-nonanal	1,70±0,42a	1,70±0,37a	1,56±0,35a	1,29±0,41a
2,4-nonadienal	0,26±0,30a	0,37±0,27a	0,41±0,30a	0,45±0,12a
2-metil-3-fenil-propanal	2,75±1,89a	1,97±1,25a	1,90±0,92a	1,29±0,75a
2-metil-2-bütenal	1,57±0,99a	0,82±0,88a	1,82±0,80a	1,37±0,99a
Ketonlar				
2-siklopenten-1-on	0,89±0,82a	0,77±0,71a	1,21±0,62a	0,06±0,12a
2-pentanon	1,61±1,26a	1,25±0,91a	1,76±0,74a	1,12±0,94a
2-heptanon	0,49±0,25a	0,52±0,22a	0,71±0,24a	0,52±0,28a
2,3-oktandion	15,07±6,71a	11,09±10,90a	23,32±9,54a	15,66±10,01a
6-metil-5-hepten-2-on	1,03±1,38a	0,41±0,40a	0,57±0,32a	0,32±0,21a
2-oktanon	0,22±0,17a	0,03±0,05a	0,34±0,24a	0,21±0,17a
5-metil-3-hepten-2-on	1,13±1,30a	1,54±0,75a	1,97±0,41a	0,94±0,49a
3-okten-2-on	1,01±0,40a	1,06±0,63a	1,27±0,41a	0,82±0,37a
3,5-oktadien-2-on	1,30±0,56a	1,08±0,43a	0,64±0,48a	0,82±0,20a

Çizelge 4.37. (devam)

Aromatik Hidrokarbonlar				
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	1,66±1,31a	1,12±0,98a	1,37±0,66a	0,70±0,30a
Stiren	0,32±0,27a	0,35±0,08a	0,42±0,17a	0,30±0,10a
Alifatik Hidrokarbonlar				
1,3-pentadiene	21,74±18,38a	17,35±17,43a	36,35±20,37a	29,41±21,27a
Hekzan	27,11±16,18a	23,15±14,96a	25,13±15,29a	22,30±12,36a
Oktan	0,59±0,46a	0,42±0,62a	0,27±0,53a	0,52±0,51a
Nonan	0,30±0,23a	0,30±0,09a	0,43±0,15a	0,34±0,13a
Dekan	0,42±0,16a	0,22±0,15a	0,39±0,12a	0,41±0,18a
Undekan	1,10±0,83a	1,05±0,45a	1,40±0,71a	0,80±0,27a
Dodekan	1,01±0,82a	1,21±0,99a	1,26±0,60a	1,07±0,50a
Tridekan	0,58±0,45a	0,47±0,60a	0,75±0,67a	0,71±0,37a
Tetradekan	0,64±0,57a	0,78±0,50a	0,45±0,54a	0,00±0,00a
Sülfürlü Bileşikler				
Alil merkaptan	1,64±1,25a	0,81±0,68a	1,35±0,82a	2,33±1,68a
3,3'tiyobis-1-propen	2,63±2,21a	2,50±2,95a	4,19±2,53a	3,36±2,51a
Metil 2-propenil disülfür	2,11±1,20a	1,95±1,25a	2,73±1,19a	2,15±1,07a
Dialil disülfür	17,90±8,14a	18,56±8,84a	22,32±8,11a	22,39±7,49a
3-(metiltiyo)-1-propen	0,19±0,38a	0,20±0,40a	0,36±0,42a	0,33±0,38a
Esterler				
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	3,69±0,75a	3,11±1,02a	2,95±1,66a	2,35±0,92a
Etil asetat	1,49±1,25a	1,62±1,31a	2,12±1,11a	1,50±1,40a
Furanlar				
2-bütül furan	0,15±0,12a	0,12±0,14a	0,36±0,15a	0,23±0,20a
2-pentil-furan	0,99±0,67a	0,83±0,52a	1,51±0,73a	0,83±0,36a
Nitrojenli Bileşikler				
1-metil-1H-pirol	0,50±0,46a	0,42±0,40a	0,23±0,19a	0,37±0,43a
Asitler				
Asetik asit	3,73±1,11a	3,03±1,56a	2,59±1,04a	2,16±1,51a

Aynı satırda aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.1.11. Serbest aminoasit kompozisyonu

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi içeren pastırma örneklerinin serbest aminoasit kompozisyonu Çizelge 4.38’de sunulmuştur. Proteoliz kuru kür edilmiş et ürünlerinin kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Proteoliz sonucu oluşan serbest aminoasitlerin ve peptitlerin doğrudan ürünün tadını etkilediği ve ayrıca serbest aminoasitlerin bazı uçucu bileşiklerin prekürsörü olduğu bu nedenle dolaylı olarak kuru kür edilmiş et ürünlerinin aromasını da etkilediği bildirilmektedir (Toldrá and Flores 1998). Bu tip et ürünlerinde proteoliz seviyesi hammadde, proses şartları (sıcaklık, süre, pH, a_w ve redoks potansiyeli) ve kürlenme bileşenlerine (tuz, nitrat, nitrit ve askorbik asit) bağlı olarak değişim göstermektedir (Toldrá *et al.* 1997; Toldrá and Flores 1998). Proteinlerdeki bu parçalanmada endojen kas enzimleri oldukça önemli rol oynamaktadır (Deniz *et al.* 2016). Mevcut bu araştırmada glutamik asit, arginin, alanin, sistin ve valinin dominant serbest aminoasitler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların serbest aminoasitleri (mg/100 g kurumadde)

Aminoasitler	Enzim Uygulaması							
	Kontrol		%0,25		%0,50		%1	
	1.blok	2.blok	1.blok	2.blok	1.blok	2.blok	1.blok	2.blok
Aspartik Asit	24,59	34,86	34,79	32,62	31,82	36,39	20,49	30,33
	39,99	29,69	25,16	28,68	28,15	30,81	15,50	37,23
Glutamik Asit	195,19	81,22	247,23	49,49	367,38	80,19	317,35	83,40
	250,88	80,51	253,11	73,46	297,58	84,82	296,71	82,87
Serin	21,96	7,84	34,02	34,08	67,23	7,37	54,04	5,70
	30,57	42,61	37,31	4,15	58,00	6,91	56,77	7,46
Histidin	43,95	24,67	46,28	29,49	25,16	31,38	25,68	38,71
	49,87	26,40	22,34	30,97	22,75	32,85	26,86	41,75
Glisin	66,84	29,00	5,33	25,90	114,83	29,60	106,78	29,43
	84,10	28,56	87,73	26,97	97,63	30,56	99,15	28,94
Treonin	102,24	108,76	21,02	236,70	69,24	27,08	88,26	35,88
	78,33	115,77	103,09	63,37	15,99	14,72	78,08	75,40

Çizelge 4.38. (devam)

Arginin	282,01	229,40	192,40	205,31	284,12	222,61	353,28	246,69
	270,91	242,49	184,68	186,30	242,15	273,38	284,68	213,91
Alanin	119,13	131,47	118,12	124,24	120,36	124,70	123,20	132,89
	116,67	135,43	116,33	120,02	120,93	133,00	116,71	128,16
Tirozin	84,65	161,42	113,78	125,97	136,71	147,62	150,92	164,17
	91,59	186,94	105,74	97,96	162,76	167,87	115,74	142,73
Sistin	183,05	315,09	237,49	359,34	239,48	387,23	242,70	397,16
	174,27	320,00	213,00	307,53	275,81	422,36	195,95	356,97
Valin	207,13	250,97	260,17	225,21	235,87	207,85	269,48	234,27
	201,71	261,26	237,08	196,41	255,58	259,12	220,96	219,34
Metiyonin	69,58	170,26	90,95	111,89	97,68	122,70	77,09	148,30
	75,83	171,34	73,81	98,69	97,12	117,24	68,53	154,46
Fenilalanin	71,44	76,52	83,95	93,45	47,27	53,92	37,97	65,08
	82,04	77,38	91,54	97,60	44,52	49,57	40,72	86,16
İzolösin	12,23	18,60	18,46	14,26	11,04	14,34	10,03	18,60
	9,24	21,89	12,58	12,34	17,88	17,46	9,08	17,33
Lösin	39,89	58,04	39,84	48,50	35,76	50,18	16,61	66,25
	44,17	60,38	44,86	45,47	39,81	51,38	15,03	53,42
Lisin	83,89	133,14	44,96	109,14	101,26	139,09	104,72	143,20
	51,95	165,70	98,65	104,46	103,80	119,74	96,30	126,13
Prolin	6,17	14,38	4,29	9,35	5,67	8,93	6,49	17,53
	6,69	14,29	3,90	8,10	5,91	9,82	5,24	12,41
Toplam	1636,38	1913,13	1651,99	1668,70	1938,63	1756,39	1873,55	1821,14

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzim uygulamasının sistin ve fenilalanin üzerine çok önemli ($P<0,01$), arginin ve prolin üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisi tespit edilmiştir. Toplam aminoasit miktarı ise enzim uygulamasından etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların serbest aminoasitlerine ait varyans analiz sonuçları

Aminoasit	Enzim Uygulaması			Blok		
	SD	KO	F	SD	KO	F
Aspartik Asit	3	33,886	0,916	1	100,601	2,721
Glutamik Asit	3	3108,508	3,094	1	161899,605	161,162**
Serin	3	65,926	0,229	1	3714,293	12,910**
Histidin	3	45,862	0,481	1	2,781	0,029
Glisin	3	859,814	1,629	1	11741,348	22,242**
Treonin	3	4716,530	1,755	1	921,578	0,343
Arginin	3	5207,847	5,452*	1	4697,046	4,917*
Alanin	3	31,303	2,320	1	384,748	28,522**
Tirosin	3	1358,450	2,244	1	3386,949	5,594*
Sistin	3	4843,752	8,549**	1	76166,340	134,422**
Valin	3	90,264	0,123	1	70,350	0,096
Metiyonin	3	536,331	1,225	1	12337,100	28,168**
Fenilalanin	3	1484,536	14,633**	1	627,878	6,189*
İzolösin	3	2,429	0,174	1	73,445	5,272*
Lösin	3	109,282	1,213	1	1553,345	17,241**
Lisin	3	673,962	1,564	1	7879,669	18,284**
Prolin	3	16,365	5,012*	1	159,075	48,723**
Toplam	3	15608,668	0,836	1	432,327	0,023
Aminoasit						

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma örneklerinde en düşük prolin ve arginin miktarı %0,25 enzim içeren pastırmalarda belirlenmiştir. Sistin açısından ise en düşük ortalama değeri kontrol grubu vermiş ancak %0,25 enzim içeren gruba ait ortalama değer kontrol grubuna ait ortalama değerden farklı bulunmamıştır. Kontrol ve %0,25 enzim kullanılarak üretilen pastırmalara ait ortalama fenilalanin değerlerinin, diğer gruplara göre (%0,50 ve %1 enzim içeren pastırma örnekleri) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Pastırma üretim aşamalarında serbest aminoasitlerin belirlendiği bir araştırmada aminoasit miktarının proses boyunca artış gösterdiği ve üretimin 21.gününde prolin, lisin, alanin, lösin, arginin ve glutamik asitin baskın olduğu belirtilmiştir (Deniz *et al.* 2016). Erdemir and

Aksu (2017) tarafından farklı nitrit seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde de aminoasit miktarının proses zamanı ilerledikçe genellikle artık gösterdiği ve 50 ppm nitrit içeren örneklerin birçok aminoasit açısından yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmalarda belirlenen serbest aminoasitlerin ortalama değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Amino Asit	Enzim Uygulaması			
	Kontrol	%0,25	%0,50	%1
Aspartik Asit	32,28±6,63a	30,31±4,27a	31,79±3,43a	25,89±9,75a
Glutamik Asit	151,95±85,17a	155,82±109,41a	207,49±147,12a	195,08±129,54a
Serin	25,75±14,64a	27,39±15,57a	34,88±32,25a	30,99±28,22a
Histidin	36,22±12,60a	32,27±10,07a	28,04±4,85a	33,25±8,17a
Glisin	52,13±27,86a	36,48±35,59a	68,16±44,52a	66,08±42,71a
Treonin	101,28±16,26a	106,05±93,33a	31,76±25,60a	69,41±23,03a
Arginin	256,20±24,42a	192,17±9,37b	255,57±28,28a	274,64±59,87a
Alanin	125,68±9,18a	119,68±3,39a	124,75±5,83a	125,24±6,93a
Tirosin	131,15±50,85a	110,86±11,96a	153,74±14,24a	143,39±20,44a
Sistin	248,10±80,29c	279,34±66,70bc	331,22±87,43a	298,20±94,49ab
Valin	230,27±30,22a	229,72±26,53a	239,61±23,51a	236,01±23,29a
Metiyonin	121,75±56,69a	93,84±15,90a	108,69±13,22a	112,10±45,57a
Fenilalanin	76,85±4,34a	91,64±5,71a	48,82±3,98b	57,48±22,67b
İzolösin	15,49±5,78a	14,41±2,83a	15,18±3,18a	13,76±4,90a
Lösin	50,62±10,12a	44,67±3,59a	44,28±7,70a	37,83±25,95a
Lisin	108,67±50,60a	89,30±29,87a	115,97±17,45a	117,59±21,20a
Prolin	10,38±4,57a	6,41±2,73b	7,58±2,10ab	10,42±5,68a
Toplam Aminoasit	1774,76±195,69a	1660,35±11,82a	1847,51±128,86a	1847,35±37,06a

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.2. II. Denemeye Ait Sonuçlar

4.2.1. Su aktivitesi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.41’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre pastırma çeşitlerinin a_w değerleri 0,836 ile 0,887 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre tüm pastırma örneklerinin su aktivitesi değeri 0,90’nın altında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen a_w değerleri

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	0,841	0,877
		0,845	0,877
	%0,50 Enzim	0,863	0,848
		0,865	0,850
Kuşgözü	Kontrol	0,875	0,870
		0,874	0,868
	%0,50 Enzim	0,845	0,842
		0,836	0,841
Şekerpare	Kontrol	0,879	0,885
		0,871	0,887
	%0,50 Enzim	0,879	0,856
		0,884	0,858
Kürek	Kontrol	0,884	0,875
		0,885	0,876
	%0,50 Enzim	0,862	0,875
		0,864	0,877
Bohça	Kontrol	0,855	0,882
		0,859	0,877
	%0,50 Enzim	0,848	0,862
		0,847	0,863

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre hem pastırma çeşidi hem de enzim uygulaması faktörü a_w değerinde çok önemli ($P<0,01$) değişime sebep olmuştur. Ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonunun ise a_w değeri üzerine herhangi bir önemli etkisi tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait varyans anaiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	0,000	1,709
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	0,001	6,128**
Enzim uygulaması (EU)	1	0,002	18,152**
PÇ*EU	4	0,000	1,945
Hata	29	0,000	
Total	40		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol grubunun ortalama a_w değeri %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırmaların ortalama değerinden daha yüksek bulunmuştur. Kontrollü şartlarda üretimin gerçekleştirildiği deneme I’de ise sırt pastırma çeşidinde farklı transglutaminaz miktarlarının su aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Bu sonuçların muhtemelen hammadde ve üretim koşullarının farklılığından ileri gelmektedir.

Çizelge 4.43. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	a_w
Kontrol	0,872±0,013a
%0,50	0,858±0,014b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.44’de gösterilmiştir. Şekerpare ve kürek çeşidine ait ortalama a_w

değerleri, sırt, kuşgözü ve bohça çeşidine ait a_w değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 44). Akköse *et al.* (2018) tarafından pastırma çeşitleri (kuşgözü, sırt, bohça, kürek ve şekerpare) üzerinde yapılan bir araştırmada da en yüksek ortalama a_w değerleri kürek ve şekerpare çeşitlerinde, en düşük a_w değeri ise kuşgözü çeşidi pastırmada belirlenmiştir. Şekerpare ve kürek pastırma çeşitlerinin üretiminde kullanılan parça etlerin kalınlıklarının diğer pastırma çeşitlerine göre daha fazla olmasından dolayı bu pastırma çeşitlerinde kurumanın daha yavaş olduğu ve bu nedenle daha yüksek bir ortalama a_w değeri verdiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.44. Pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	a_w
Sırt	0,858±0,014b
Kuşgözü	0,856±0,017b
Şekerpare	0,875±0,012a
Kürek	0,875±0,008a
Bohça	0,862±0,013b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

4.2.2. Nem

Farklı transglutaminaz enzim miktarları uygulanarak üretilen pastırma çeşitlerinin nem değerleri Çizelge 4.45’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin nem değerleri %43,43 ile %54,76 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.45. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen nem değerleri (%)

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	45,60	43,43
		44,59	44,76
	%0,50 Enzim	48,61	44,03
		49,10	43,59

Çizelge 4.45. (devam)

Kuşgözü	Kontrol	48,85	46,03
		49,32	45,91
	%0,50 Enzim	46,34	45,20
		45,58	44,82
Şekerpare	Kontrol	54,76	51,44
		54,30	52,22
	%0,50 Enzim	54,47	49,15
		54,68	49,64
Kürek	Kontrol	46,88	49,32
		50,64	48,70
	%0,50 Enzim	52,35	49,23
		50,60	50,08
Bohça	Kontrol	45,67	50,87
		47,40	50,80
	%0,50 Enzim	48,43	46,77
		47,96	46,92

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzim preparatı kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre pastırma örneklerinin nem değerleri üzerinde pastırma çeşidi $P<0,01$ seviyesinde etkili olmuştur. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonu ise nem değerlerinde istatistiki olarak herhangi bir değişime sebep olmamıştır ($P>0,05$). Deneme I'de de enzim uygulamasının nem değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.1. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	27,589	9,915**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	63,033	22,653**
Enzim uygulaması (EU)	1	0,388	0,139
PÇ*EU	4	6,302	2,265
Hata	29	2,783	
Total	40		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Farklı pastırma çeşitlerinin ortalama nem değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir. En yüksek nem değeri şekerpare çeşidinde, en düşük nem değeri ise sırt çeşidi pastırmada tespit edilmiştir. Ancak kuşgözü çeşidine ait ortalama nem değeri sırt çeşidinden istatistiki olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir. Çakıcı *et al.* (2015) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yapılan bir araştırmada da en düşük ortalama nem değeri kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. Ancak sırt ve şekerpare çeşidi pastırmaların nem değerleri ise mevcut bu araştırmadan farklı olarak istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermemiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Çizelge 4.47. Pastırma çeşitlerinin a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	%Nem
Sırt	45,46±2,21d
Kuşgözü	46,51±1,67cd
Şekerpare	52,58±2,32a
Kürek	49,73±1,61b
Bohça	48,10±1,88bc

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

4.2.3. pH

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri Çizelge 4.48’sunulmuştur. Tüm pastırma örneklerinin pH değerleri 5,5-6 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.48. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	5,69	5,62	5,80	5,76	5,84	5,61	5,87	5,76
		5,71	5,65	5,85	5,75	5,78	5,68	5,88	5,78
	%0,50	5,8	5,62	5,79	5,65	5,75	5,57	5,80	5,65
	Enzim	5,81	5,68	5,82	5,64	5,70	5,54	5,81	5,65

Çizelge 4.48. (devam)

Kuşgözü	Kontrol	5,7	5,67	5,71	5,83	5,69	5,61	5,78	5,77
		5,73	5,69	5,75	5,84	5,71	5,66	5,78	5,79
	%0,50	5,67	5,64	5,70	5,78	5,63	5,70	5,74	5,77
	Enzim	5,69	5,63	5,74	5,75	5,66	5,72	5,73	5,74
Şekerpare	Kontrol	5,8	5,69	5,82	5,68	5,81	5,62	5,8	5,73
		5,78	5,66	5,84	5,67	5,84	5,6	5,82	5,72
	%0,50	5,81	5,57	5,79	5,6	5,74	5,55	5,84	5,58
	Enzim	5,79	5,58	5,80	5,61	5,76	5,52	5,85	5,62
Kürek	Kontrol	5,82	5,64	5,77	5,71	5,73	5,63	5,61	5,74
		5,82	5,66	5,77	5,71	5,76	5,64	5,72	5,75
	%0,50	5,83	5,69	5,71	5,71	5,72	5,68	5,78	5,72
	Enzim	5,84	5,69	5,73	5,70	5,71	5,67	5,79	5,72
Bohça	Kontrol	5,72	5,66	5,66	5,50	5,63	5,41	5,62	5,55
		5,73	5,62	5,67	5,52	5,60	5,42	5,65	5,55
	%0,50	5,72	5,55	5,70	5,58	5,59	5,52	5,69	5,59
	Enzim	5,73	5,54	5,69	5,57	5,69	5,52	5,73	5,58

Pastırma örneklerinin depolama süresi, pastırma çeşidi ve enzim uygulaması değişkenlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre örneklerin pH değeri üzerine depolama süresi, pastırma çeşidi ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun çok önemli ($P<0,01$), enzim uygulaması ve depolama süresi x pastırma çeşidinin ise önemli ($P<0,05$) etkisi belirlenmiştir. Ancak depolama süresi x enzim uygulaması ikili interaksyonunun ve depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması üçlü interaksyonunun örneklerin pH değeri üzerine herhangi bir önemli etkisi tespit edilmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.49. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	0,040	14,355**
Blok	1	0,399	144,550**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	0,081	29,514**
Enzim uygulaması (EU)	1	0,011	4,127*

Çizelge 4.49. (devam)

DS*PÇ	12	0,006	2,190*
DS*EU	3	0,001	0,218
PÇ* EU	4	0,011	3,979**
DS* PÇ* EU	12	0,005	1,718
Hata	119	0,003	
Total	160		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma örneklerinde transglutaminaz enzimi kullanımı örneklerin ortalama pH değerlerinde bir düşüşe sebep olmuş ve %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen örneklerin ortalama pH değerleri kontrol grubuna göre daha düşük tespit edilmiştir (Çizelge 4.50). Deneme I'de de %0,50 transglutaminaz muamelesinde pH kontrole göre daha düşük bulunmuş ancak farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.50. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	pH
Kontrol	5,71±0,10a
%0,50	5,69±0,09b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Farklı pastırma çeşitlerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.51'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük ortalama pH değeri bohça çeşidi pastırmalarda tespit edilmiştir. Diğer taraftan diğer pastırma çeşitlerinin (sırt, kuşgözü, şekerpare ve kürek) ortalama pH değerleri istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermemiştir. Akköse *et al.* (2018) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen bir araştırma ise pastırma çeşitlerinin (kuşgözü, sırt, bohça, kürek ve şekerpare) pH değerleri istatistiki açıdan birbirlerinden farklı bulunmamıştır. Benzer şekilde pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada da pastırma çeşitlerinin (sırt, kuşgözü, şekerpare ve bohça) pH değerleri istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermemiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Çizelge 4.51. Pastırma çeşitlerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	pH
Sırt	5,73±0,09a
Kuşgözü	5,72±0,06a
Şekerpare	5,72±0,10a
Kürek	5,72±0,06a
Bohça	5,61±0,09b

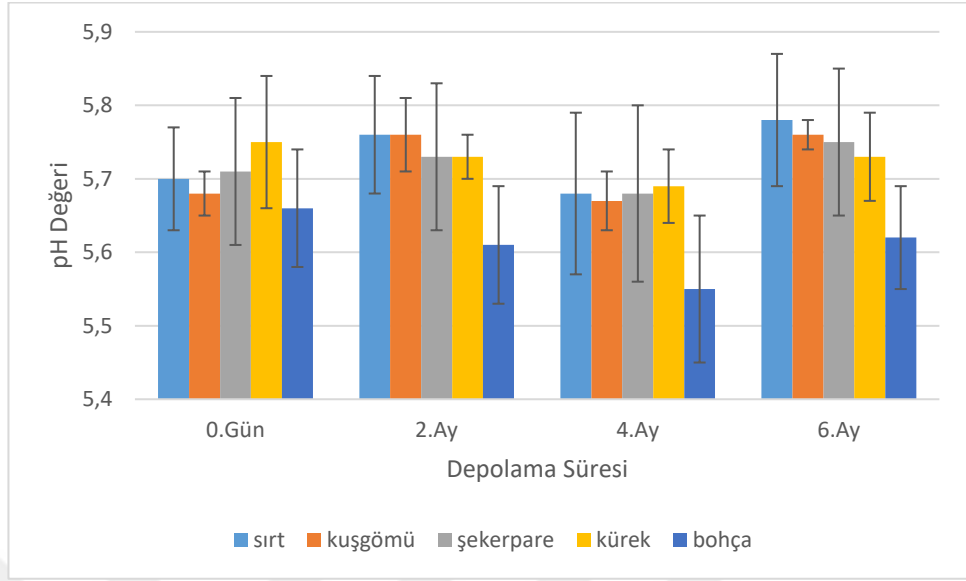
Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere depolama süresince pH değerleri arasında çok az bir değişiklik tespit edilmiş ancak bu değişiklik istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük pH değeri 4. ayda tespit edilirken, en yüksek pH değeri 6.ayda belirlenmiş ve bu değer 2.ayda belirlenen ortalama değerden istatistiki olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlara göre modifiye atmosferde ambalajlanarak soğukta muhafaza edilen pastırmalarda pH açısından görülen değişimler kabuledilebilir düzeydedir. Buna karşın Sayın (2018) pastırma örneklerinde depolama esnasında (modifiye atmosferde 4°C) en yüksek pH değerini 3.ayda tespit etmiştir. Ancak depolama sırasında çeşitler arasında bazı farklılıklar gözlenmiştir. Şekil 4.5’de verilen pastırma çeşidi x depolama süresi interaksyonundan da görüldüğü üzere depolama süresince sırt, kuşgözü ve şekerpare çeşitlerinde depolama süresince benzer bir seyir göstermiştir. Depolamanın 4.ayından sonra ise tüm çeşitlerin pH değerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte tüm pastırma çeşitlerinde pH değeri depolama sırasında 5,5 ile 5,7 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.52. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

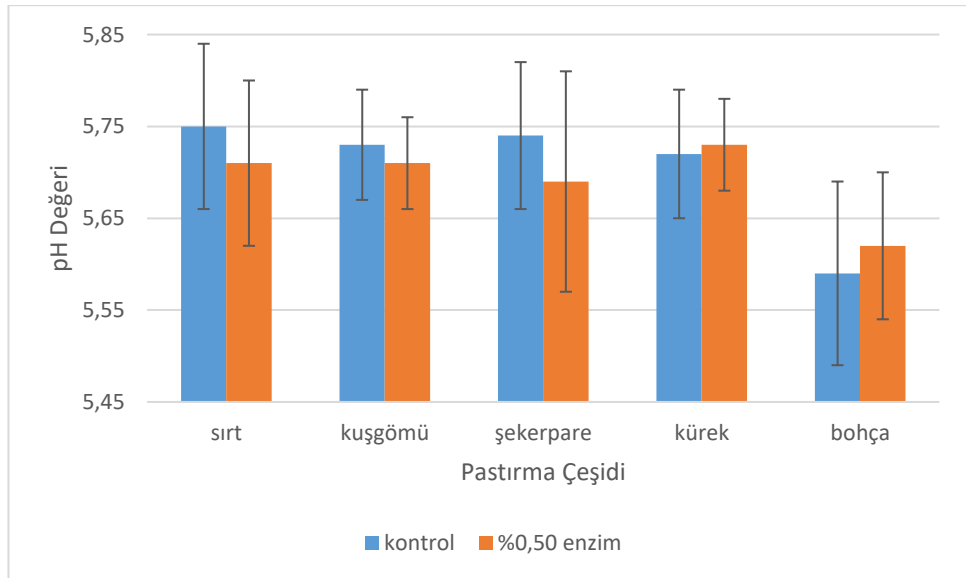
Depolama süresi	pH
0. Gün	5,70±0,08b
2. Ay	5,72±0,09ab
4. Ay	5,66±0,10d
6. Ay	5,73±0,09a

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).



Şekil 4.5. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın pH değeri üzerine etkisi

Pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun pH değeri üzerine etkisi Şekil 4.6'da sunulmuştur. Sirt, kuşgözü ve şekerpare çeşidi pastırmalarda enzim uygulaması ile pH değeri düşüş gösterirken kürek ve boşca çeşitlerinde artmıştır. Bu sonucun hammadde farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.6. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın pH değeri üzerine etkisi

4.2.4. Renk

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.53’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre parlaklığın göstergesi olan L^* değeri, kırmızı rengi ifade eden a^* değeri ve sarı rengi belirten b^* değeri depolama süresince azalma göstermiştir. Örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 22,75-45,51, 15,03-38,81 ve 4,78-22,62 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.53. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
L*									
Sırt	Kontrol	37,97	34,89	34,32	31,75	32,49	33,34	30,00	29,04
		36,96	35,05	33,90	30,75	31,97	32,44	28,70	29,95
		35,00	32,06	35,19	29,77	33,51	32,20	29,58	27,92
	%0,50 Enzim	37,04	34,21	33,78	31,76	33,78	30,39	29,05	25,01
		36,82	32,71	31,39	31,04	30,89	32,35	26,60	25,62
		35,07	36,07	32,50	33,21	29,15	28,07	26,03	27,37
Kuşgözü	Kontrol	34,00	30,37	32,50	31,91	30,47	27,07	28,52	26,80
		32,43	32,24	31,66	30,13	32,88	29,77	26,64	27,07
		32,71	32,13	32,16	31,95	31,12	29,29	26,26	25,88
	%0,50 Enzim	35,05	30,87	29,00	29,62	27,05	29,11	26,59	27,37
		34,24	30,20	32,19	28,74	30,22	30,24	27,81	26,15
		34,48	30,43	30,54	29,22	30,18	27,80	26,21	28,32
Şekerpare	Kontrol	42,34	41,38	36,66	39,66	37,31	35,95	33,00	31,14
		43,62	40,07	36,39	40,60	38,66	35,10	31,21	33,04
		42,08	39,17	35,64	39,10	37,15	35,42	34,82	33,87
	%0,50 Enzim	43,31	37,51	35,75	37,73	36,53	32,76	32,46	30,83
		43,78	36,34	36,99	37,02	35,80	33,98	32,00	27,92
		45,51	36,98	35,96	36,85	37,32	31,90	31,30	31,67
Kürek	Kontrol	35,50	37,85	31,87	32,50	32,60	31,14	28,11	26,88

Çizelge 4.53. (devam)

		35,44	39,18	32,00	35,78	32,26	30,11	27,22	26,54
		35,24	37,32	32,96	35,63	30,58	31,87	27,32	28,92
	%0,50 Enzim	31,98	31,56	29,33	29,67	26,89	26,48	25,56	23,85
		30,83	32,80	30,51	30,30	28,24	29,44	24,94	22,75
		31,53	32,02	28,33	28,44	30,08	26,84	25,78	27,26
Bohça	Kontrol	32,11	33,71	32,76	33,91	29,79	30,57	27,50	25,77
		35,25	32,24	34,46	32,47	30,11	30,10	26,63	26,04
		33,75	32,52	32,72	35,15	30,03	31,14	28,23	25,31
	%0,50 Enzim	32,49	30,63	28,76	31,77	31,29	30,99	31,28	25,72
		33,73	28,85	31,45	29,02	31,34	29,65	29,12	29,35
		32,23	30,02	31,20	30,00	32,15	30,08	27,26	28,20
		a*							
		38,72	31,55	32,34	25,99	31,54	28,99	31,48	29,46
Sırt	Kontrol	38,46	30,10	35,84	28,69	31,19	27,97	27,47	27,74
		37,78	32,06	34,01	29,30	32,95	29,73	29,94	28,39
		35,38	30,83	29,65	24,35	28,26	30,91	28,51	16,51
	%0,50 Enzim	35,70	32,12	28,6	28,77	30,17	27,79	24,75	18,93
		33,04	33,85	29,06	27,00	27,64	27,18	22,84	19,47
		29,99	27,84	28,61	24,81	29,44	20,89	24,07	18,72
	Kontrol	28,61	26,15	30,04	26,22	28,62	19,90	22,97	17,96
		29,67	27,89	31,31	23,63	29,60	22,38	24,32	18,38
Kuşgözü	%0,50 Enzim	35,14	29,08	29,01	22,25	28,04	23,07	18,73	19,47
		35,21	31,08	30,27	22,50	28,17	18,44	20,36	19,55
		33,73	30,02	28,77	21,13	26,44	19,58	20,40	21,94
	Kontrol	32,80	32,75	34,90	32,16	33,10	33,20	27,41	27,17
		32,57	34,35	33,72	32,28	31,89	32,03	28,02	28,04
		33,21	33,03	32,22	34,59	31,97	31,53	26,64	26,80
	%0,50 Enzim	31,88	30,41	33,74	26,54	32,78	26,70	31,10	15,50
		31,63	31,79	32,57	29,47	33,46	28,63	29,04	19,71
Şekerpare	Kontrol	30,73	31,60	32,83	29,07	31,32	27,08	29,64	21,44
		36,29	31,27	35,09	33,37	34,37	32,84	28,48	25,32
		38,81	32,80	36,39	34,75	31,24	33,40	25,65	22,37
	%0,50 Enzim	37,69	34,84	35,38	30,80	35,48	30,99	26,14	24,28
		33,03	29,91	24,64	24,42	31,69	27,25	25,58	16,59
	Kontrol								

Çizelge 4.53. (devam)

		32,18	30,12	27,22	28,91	30,73	27,55	25,83	15,03
		33,57	30,06	29,58	24,09	29,77	24,34	22,74	19,28
Bohça	Kontrol	31,86	30,74	28,13	23,62	30,97	27,02	27,56	21,34
		33,79	31,12	35,90	25,84	28,46	25,36	22,01	19,36
		34,29	29,58	33,87	22,76	28,10	25,47	23,51	20,93
	%0,50 Enzim	30,78	31,88	26,07	22,11	22,57	22,76	21,18	17,93
		30,15	30,66	26,70	20,02	24,66	21,79	20,12	18,05
		31,08	31,39	22,99	23,41	21,61	23,20	19,32	17,93
	b*								
	Sırt	Kontrol	21,33	14,33	15,99	12,63	15,30	12,90	11,35
20,38			14,08	17,85	12,19	14,80	15,64	9,92	10,24
19,13			14,98	16,61	13,12	17,48	16,11	10,38	10,04
%0,50 Enzim		20,04	14,13	16,47	10,85	16,51	15,63	9,92	5,33
		19,57	15,20	14,27	14,11	14,04	12,62	8,13	6,10
		17,87	16,32	14,99	13,01	14,17	11,21	7,52	7,35
Kuşgözü	Kontrol	12,64	11,21	11,95	9,72	12,80	7,82	7,81	5,65
		11,61	9,84	12,57	10,55	12,25	7,41	6,95	5,43
		12,03	11,12	13,71	10,72	12,17	8,69	7,87	5,47
	%0,50 Enzim	16,25	11,61	12,23	9,32	11,62	8,51	5,32	7,35
		16,14	13,03	14,18	8,96	11,69	7,46	7,13	6,11
		15,16	12,40	11,86	8,81	10,60	7,67	6,42	7,04
Şekerpare	Kontrol	21,57	19,67	18,98	18,94	19,62	18,81	10,84	10,92
		22,62	20,97	18,86	20,32	20,04	17,22	11,43	12,37
		20,98	19,8	17,98	20,55	17,89	17,25	11,30	11,23
	%0,50 Enzim	21,04	18,95	19,49	17,00	19,87	15,28	11,52	7,15
		21,07	18,43	19,14	18,61	18,65	17,13	11,10	7,71
		20,65	17,16	19,07	16,88	17,22	15,29	11,31	9,27
Kürek	Kontrol	17,09	15,24	16,09	16,02	16,64	14,89	9,09	8,80
		19,55	15,83	17,49	18,05	14,63	14,10	8,15	7,52
		18,23	17,09	16,71	14,43	17,09	13,69	8,54	8,35
	%0,50 Enzim	14,84	12,46	10,92	11,53	13,85	11,32	7,90	5,01
		14,27	11,99	13,00	13,89	13,96	11,26	8,00	4,78
		15,32	11,97	12,67	10,59	12,99	9,51	7,52	6,78
Bohça	Kontrol	14,59	14,75	13,48	12,39	14,80	11,95	8,73	7,15

Çizelge 4.53. (devam)

	16,77	14,00	19,08	13,35	13,11	10,80	7,10	6,18
	17,23	14,27	15,91	12,98	13,51	11,38	8,64	7,08
%0,50 Enzim	15,14	12,89	11,34	10,23	9,64	11,50	7,75	5,53
	15,46	13,39	12,36	9,05	10,32	9,43	7,62	6,80
	15,00	13,10	11,05	11,44	10,05	10,31	6,84	6,95

Pastırma örneklerinin pastırma çeşidi, enzim uygulaması ve depolama süresi değişkenlerine ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.54’de sunulmuştur. Örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine ana varyasyon kaynaklarının tümünün, depolama süresi x pastırma çeşidi ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksiyonlarının çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkisi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra depolama süresi x enzim uygulaması interaksiyonu a^* değerinde $P<0,01$ ve b^* değerinde ise $P<0,05$ düzeyinde değişime sebep olmuştur. Depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması üçlü interaksiyonunun ise L^* ve b^* değeri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkisi belirlenmiştir. Pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise pastırma çeşidi faktörü örneklerin L^* değeri üzerine çok önemli ($P<0,01$), a^* değeri üzerine ise önemli ($P<0,05$) seviyede etki gösterirken, b^* değerinde istatistiki olarak herhangi bir değişime sebep olmamıştır ($P>0,05$) (Çakıcı *et al.* 2015).

Çizelge 4.54. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	L^*		a^*		b^*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	506,022	232,296**	855,454	200,338**	698,451	497,729**
Blok	1	58,955	27,064**	748,996	175,406**	240,000	171,028**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	345,023	158,387**	250,559	58,678**	314,851	224,369**
Enzim uygulaması (EU)	1	140,225	64,372**	495,650	116,076**	130,656	93,108**
DS*PÇ	12	7,768	3,566**	16,703	3,912**	7,593	5,411**
DS*EU	3	3,536	1,623	33,585	7,865**	4,790	3,414*

Çizelge 4.54. (devam)

PÇ*EU	4	19,710	9,048**	43,163	10,108**	19,968	14,230**
DS* PÇ*EU	12	6,110	2,805**	7,697	1,802	4,176	2,976**
Hata	199	2,178		4,270		1,403	
Total	240						

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma örneklerinin L*, a* ve b* değerleri enzim uygulaması ile düşüş göstermiş ve %0,50 oranında transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen örneklerin söz konusu parametrelere ait ortalama değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre %0,50 düzeyinde transglutaminaz kullanımı parlaklığın ölçüsü olan L* değerini, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* ve sarı rengin göstergesi olan b* değerini düşürmüştür.

Çizelge 4.55. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	L*	a*	b*
Kontrol	32,63±3,91a	29,58±4,67a	13,73±4,20a
%0,50	31,10±3,92b	26,71±5,13b	12,26±4,11b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma çeşitlerinin L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.56'da verilmiştir. L* değeri açısından en yüksek ortalama değer şekerpare çeşidi pastırma örneklerinde tespit edilirken en düşük ortalama değer kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. Ancak kuşgözü çeşidine ait ortalama L* değeri kürek çeşidine ait ortalama değerden istatistiki olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir. Pastırma örneklerinde en yüksek a* değeri ise yine L* değerinde olduğu gibi şekerpare çeşidinde belirlenmiş ancak bu değer sırt çeşidi pastırmaya ait ortalama değerden farklı bulunmamıştır. Şekerpare çeşidi pastırma örnekleri b* değeri açısından da en yüksek değeri vermiştir. En düşük b* değeri ise bohça çeşidinde tespit edilmiştir. Akköse *et al.* (2018) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen araştırmada mevcut bu araştırmaya benzer olarak en yüksek L* ve b* değeri şekerpare

çeşidinde gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar, örneklerin a^* değeri üzerine pastırma çeşidi faktörünün önemli bir etkisi olmadığını da bildirmişlerdir.

Çizelge 4.56. Pastırma çeşitlerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	L^*	a^*	b^*
Sırt	31,85±3,16b	29,65±4,55ab	13,80±3,73b
Kuşgözü	29,95±2,46d	25,51±4,81c	10,10±2,90e
Şekerpare	36,49±3,90a	30,31±3,85a	16,86±4,06a
Kürek	30,42±3,71cd	29,42±5,32b	12,70±3,73c
Bohça	30,60±2,49c	25,83±4,93c	11,51±3,27d

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Pastırma örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerinde depolama süresince bir azalma olmuştur. Bu sonuçlara göre en yüksek ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri 0.günde, en düşük L^* , a^* ve b^* değerleri ise 6.ayda belirlenmiştir. Pastırma örneklerinde 2.ay ve 4.ayda belirlenen a^* değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.57). Pastırma üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada bu çalışmaya benzer olarak a^* ve b^* değerinin modifiye atmosfer koşullarında ve 4°C’de depolama esnasında düşüş gösterdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada L^* değerinin ise depolama esnasında değişim göstermediği tespit edilmiştir (Sayın 2018).

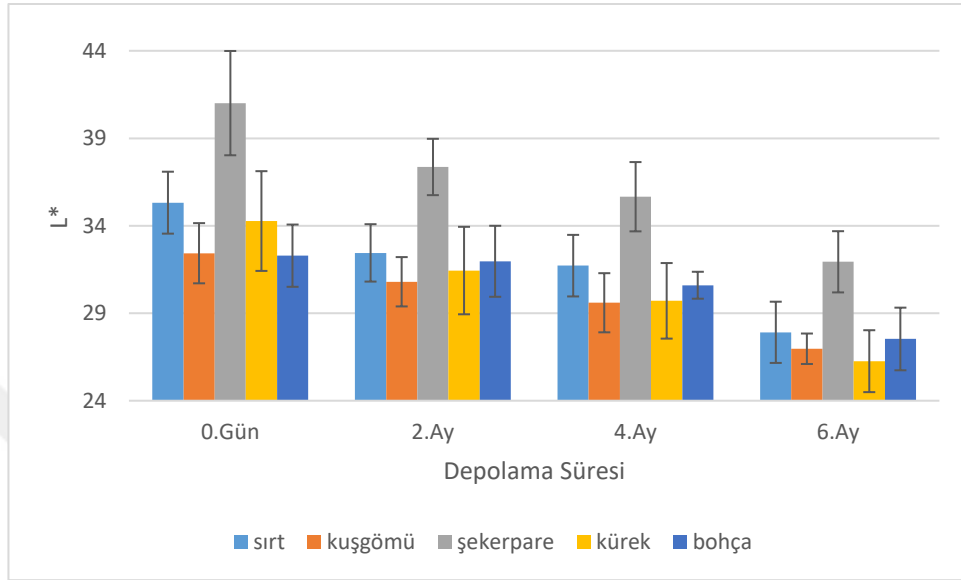
Çizelge 4.57. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama süresi	L^*	a^*	b^*
0. Gün	35,06±3,90a	32,32±2,72a	16,06±3,25a
2. Ay	32,81±2,98b	28,87±4,36b	14,28±3,29b
4. Ay	31,46±2,81c	28,24±4,08b	13,50±3,32c
6. Ay	28,12±2,55d	23,16±4,36c	8,14±1,97d

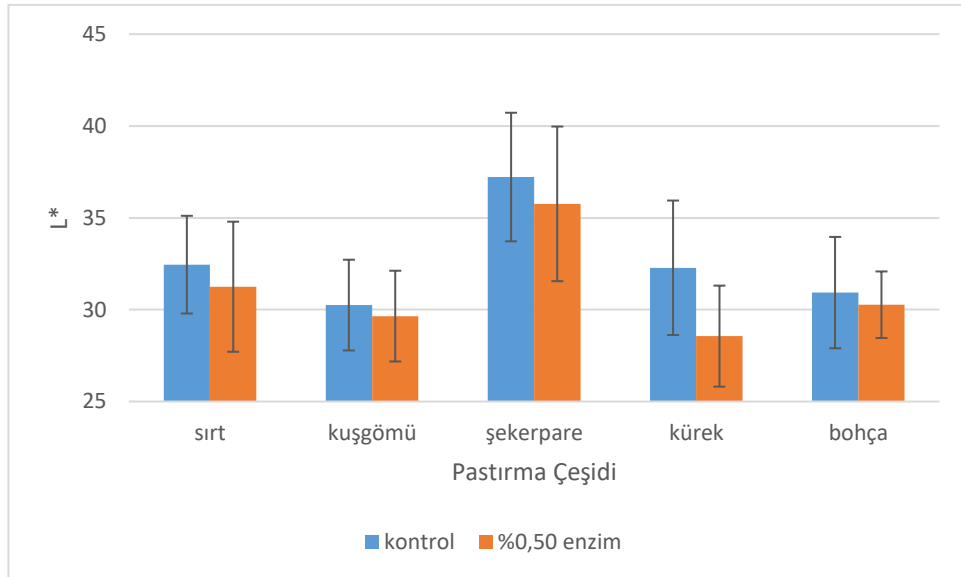
Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Şekil 4.7’de verilen interaksyondan da görüleceği üzere L^* değeri tüm çeşitlerde depolama süresince azalma göstermiş ancak en fazla azalma şekerpare, en düşük azalma

ise bohça çeşidinde belirlenmiştir. Enzim uygulamasından ise en az kuşgözü en fazla kürek çeşidi etkilenmiştir (Şekil 4.8).

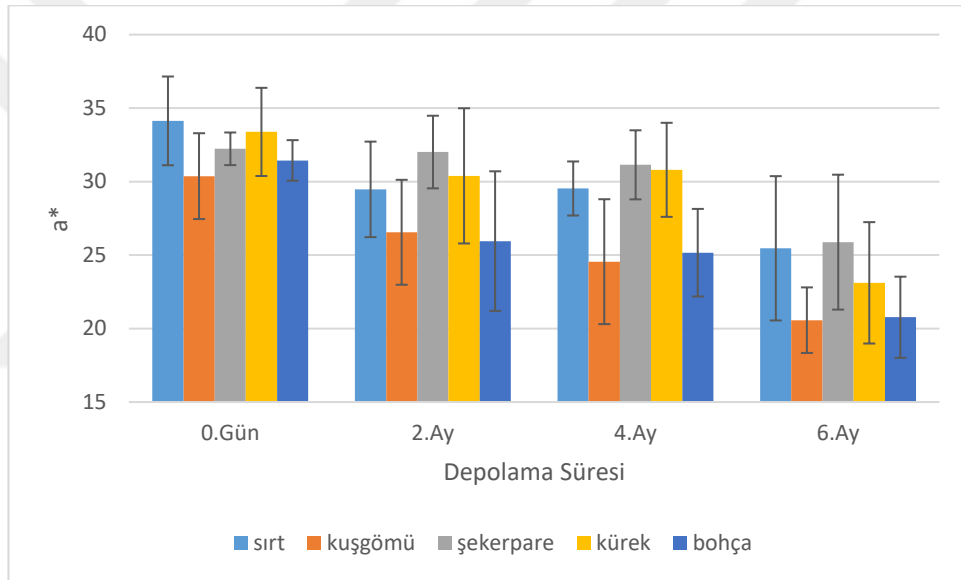


Şekil 4.7. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın L* değeri üzerine etkisi

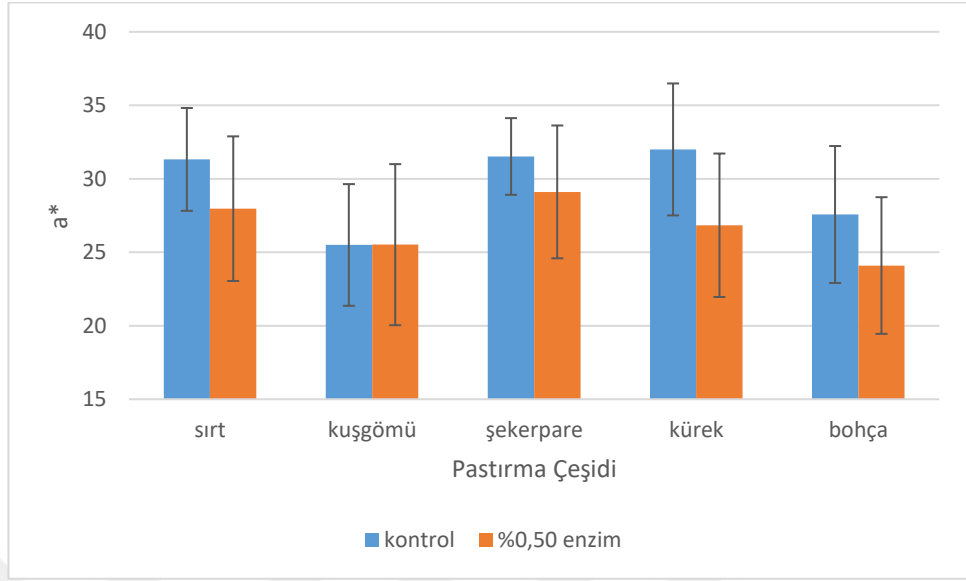


Şekil 4.8. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın L* değeri üzerine etkisi

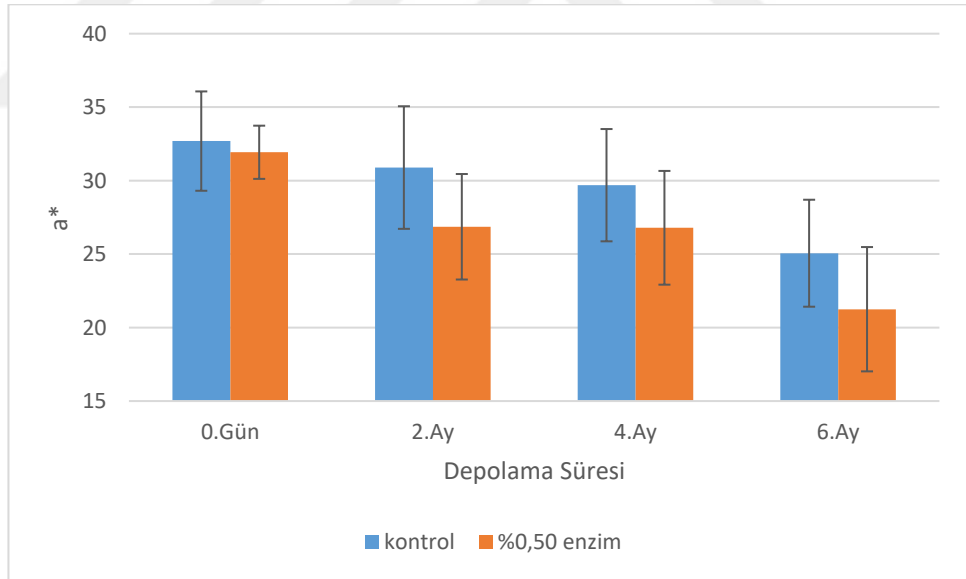
Pastırma örneklerinin a^* değeri yukarıda verilen Çizelge 4.57’den de görüldüğü üzere depolama süresi ilerledikçe düşüş göstermiştir. Ancak depolama sırasındaki bu düşüşten en fazla bohça çeşidi etkilenmiştir. En az düşüş ise şekerpare çeşidinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.9). Enzim uygulaması genel olarak pastırmada a^* değerinde de düşüşe neden olmuştur. Bu düşüşten en fazla kürek çeşidi etkilenmiştir (Şekil 4.10). Diğer taraftan depolama sırasında enzim uygulanan grupların a^* değerinde kontrol grubuna göre daha fazla bir düşüş gözlemlenmiştir. Diğer bir ifade ile kontrol grubuna ait a^* değeri enzim uygulanan pastırma örneklerine göre daha stabil kalmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.9. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın a^* değeri üzerine etkisi



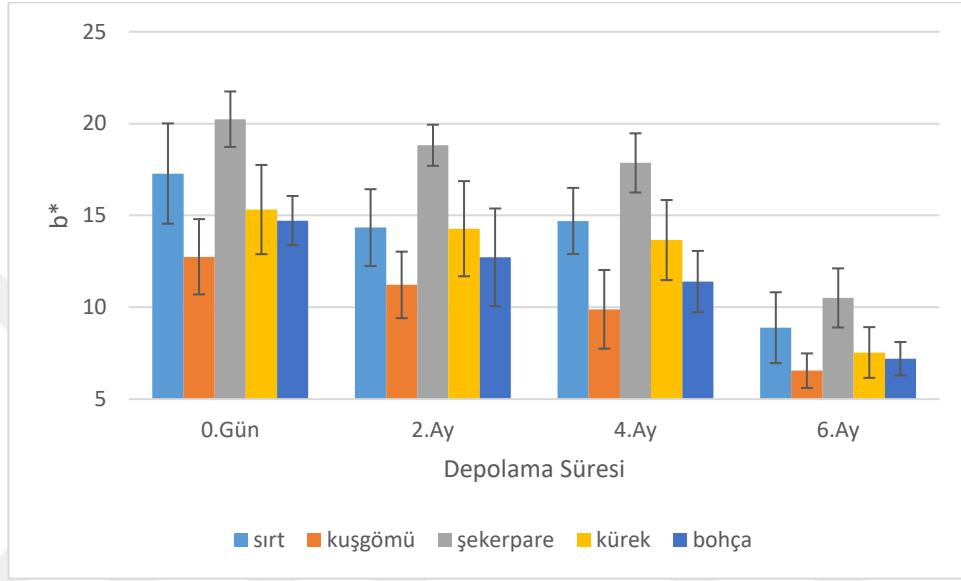
Şekil 4.10. Enzim uygulamasının ve pastırma çeşidi etkisinin pastırmanın a^* değeri üzerine etkisi



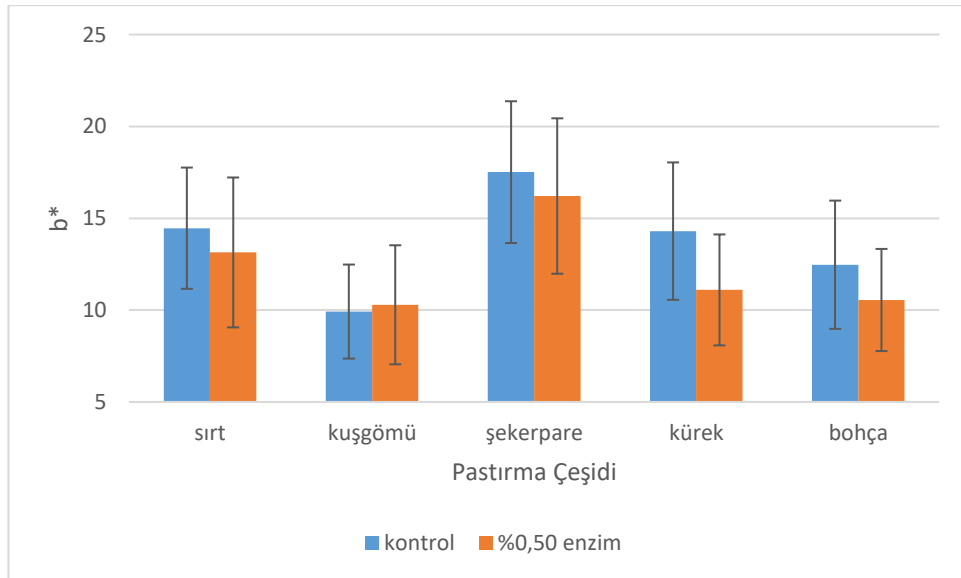
Şekil 4.11. Depolama süresi ve enzim uygulamasının etkisinin pastırmanın a^* değeri üzerine etkisi

Pastırma çeşitlerinde b^* değeri açısından ise depolama esnasında en fazla düşüş şekerpare, en az düşüş kuşgözü çeşitlerinde belirlenmiştir (Şekil 4.12). Pastırma çeşidi x enzim uygulaması ve depolama süresi x enzim uygulaması etkileşimlerinde ise a^* değerine benzer sonuçlar gözlemlenmiş ve kuşgözü hariç diğer pastırma çeşitlerinin b^*

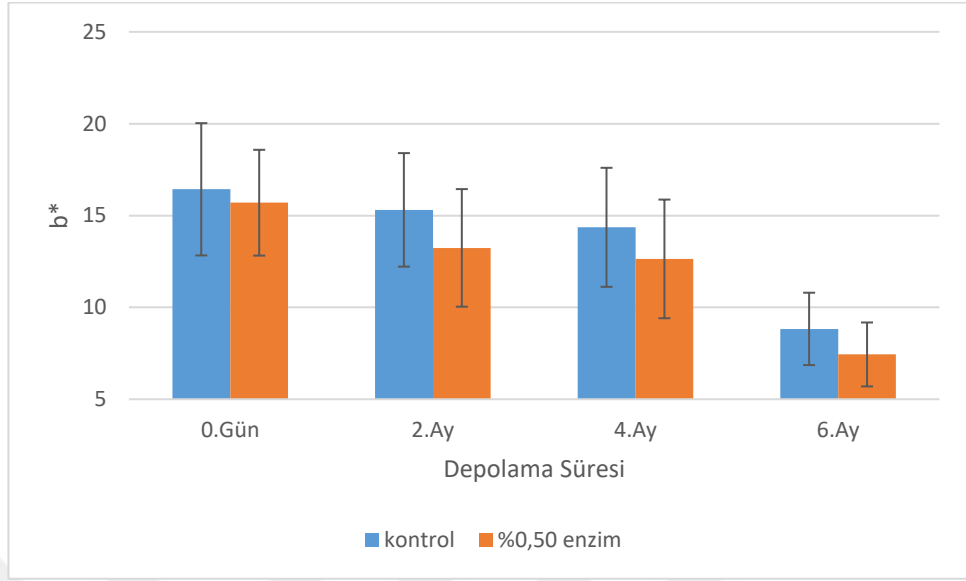
değeri enzim uygulaması ile düşüş göstermiş ve en fazla düşüş kürek çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Ayrıca depolama boyunca enzim uygulanan grupların b^* değeri daha düşük ortalama değerler verirken, yine bu gruplar depolama süresinden daha fazla etkilenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.12. Depolama süresi ve pastırma çeşidi etkileşiminin pastırmanın b^* değeri üzerine etkisi



Şekil 4.13. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi etkileşiminin pastırmanın b^* değeri üzerine etkisi



Şekil 4.14. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksiyonunun pastırmanın b* değeri üzerine etkisi

4.2.5. TBARS

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen sırt, kuşgözü, şekerpare, kürek ve bohça pastırmaların depolama süresince (0.gün, 2.ay, 4.ay ve 6.ay) TBARS değerleri 10,500 $\mu\text{molMDA/kg}$ ile 55,370 $\mu\text{molMDA/kg}$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	22,961	26,646	22,108	31,070	19,331	25,346	19,907	33,182
		20,650	28,180	21,243	33,721	20,656	27,588	22,141	32,173
		24,131	28,658	22,103	33,943	23,487	26,128	19,162	36,212
	%0,50 Enzim	21,650	23,686	16,690	26,594	21,646	23,178	20,596	21,971
		15,185	26,372	17,617	25,667	22,304	23,248	22,146	28,277
		15,039	26,036	21,201	28,787	21,348	23,606	20,435	29,071

Çizelge 4.58. (devam)

Kuşgözü	Kontrol	36,505	43,635	36,153	49,018	39,115	46,090	34,726	54,724
		30,771	40,444	38,367	51,275	36,864	48,657	36,982	49,825
		33,556	40,383	36,847	55,370	38,689	47,063	37,943	51,870
	%0,50 Enzim	33,098	27,528	35,927	35,382	33,051	37,742	39,271	35,712
		32,013	37,479	39,473	44,318	37,815	36,978	30,527	39,600
		34,556	27,718	39,694	40,734	37,630	41,051	33,713	39,244
Şekerpare	Kontrol	10,500	18,013	14,516	19,305	12,991	21,672	18,039	21,492
		13,053	15,921	17,109	23,895	16,252	22,767	15,736	20,753
		13,312	23,736	13,827	25,556	16,646	22,617	16,707	20,657
	%0,50 Enzim	12,889	22,103	12,826	25,161	13,751	26,299	14,064	20,371
		12,885	21,922	13,513	18,290	13,587	26,263	13,430	20,703
		13,155	22,337	12,038	21,333	15,966	25,434	13,202	22,987
Kürek	Kontrol	26,758	14,778	18,308	19,601	16,695	21,936	17,652	19,139
		21,236	15,920	17,802	22,103	20,465	26,733	20,260	20,920
		28,333	21,917	17,453	17,218	17,225	22,279	17,167	19,870
	%0,50 Enzim	17,461	11,657	16,000	14,263	13,576	21,002	13,828	14,649
		22,775	13,687	14,000	12,127	16,917	20,650	17,933	16,902
		14,673	8,556	14,587	12,937	19,627	25,021	19,001	17,237
Bohça	Kontrol	32,429	33,128	20,466	26,016	19,990	22,700	20,069	26,575
		32,618	27,838	20,299	28,053	19,438	27,482	20,555	27,138
		32,300	38,641	20,657	29,190	20,109	23,736	20,162	27,386
	%0,50 Enzim	16,893	28,869	17,592	25,417	16,433	17,343	18,917	24,993
		21,713	24,200	16,190	29,580	16,113	18,473	17,821	22,732
		17,082	20,750	16,268	26,482	17,120	19,523	18,327	27,461

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.59'da sunulmuştur. Pastırma çeşidi ve enzim uygulaması ile depolama süresi x pastırma çeşidi ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması etkileşimlerinin TBARS değeri üzerine çok önemli etkisi ($P<0,01$) tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynakların depolama süresinin ise TBARS değeri üzerinde herhangi bir önemli etkisi olmamıştır. Bu sonuca göre farklı pastırma çeşitlerinde 6 ay süre ile modifiye atmosfer koşullarında depolama esnasında TBARS değeri açısından önemli bir değişim olmamaktadır.

Nitekim Kılıç (2009) dilimlenmiş pastırma örneklerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerin korunması için en iyi depolama tekniğinin modifiye atmosferde ambalajlama olduğunu belirtmiştir. Pastırma üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada da benzer olarak modifiye atmosfer koşullarında ambalajlanarak 6 ay süre ile depolanan örneklerde TBARS değerinin değişim göstermediği tespit edilmiştir (Sayın 2018).

Çizelge 4.59. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	10,376	0,871
Blok	1	1756,443	147,432**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	3613,985	303,349**
Enzim uygulaması (EU)	1	795,500	66,772**
DS*PÇ	12	69,061	5,797**
DS*EU	3	20,247	1,700
PÇ*EU	4	62,666	5,260**
DS*PÇ*EU	12	18,676	1,568
Hata	199	11,914	
Total	240		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.60'da gösterilmiştir. I.deneme üretiminde olduğu gibi II.deneme üretiminde de transglutaminaz enzimi kullanımı TBARS değerlerinde bir azalmaya sebep olmuş ve %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen örneklerin ortalama TBARS değerleri, kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Transglutaminaz enzimi uygulanırken et ağırlığı üzerinden %0,50 oranında enzim preparatı tartılmış ve ¼ oranında solüsyon hazırlanarak etin yüzeyine ve şak yerlerine uygulanmıştır. Böylece enzim yüzeyde bir tabaka oluşturmuştur. Bu tabakanın örnek yüzeyine oksijen temasını azalttığı ve bu yüzden enzim uygulanan örneklerde TBARS değerinin daha düşük bulunduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.60. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$)
Kontrol	26,412 $\pm$ 9,965a
%0,50	22,771 $\pm$ 8,281b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

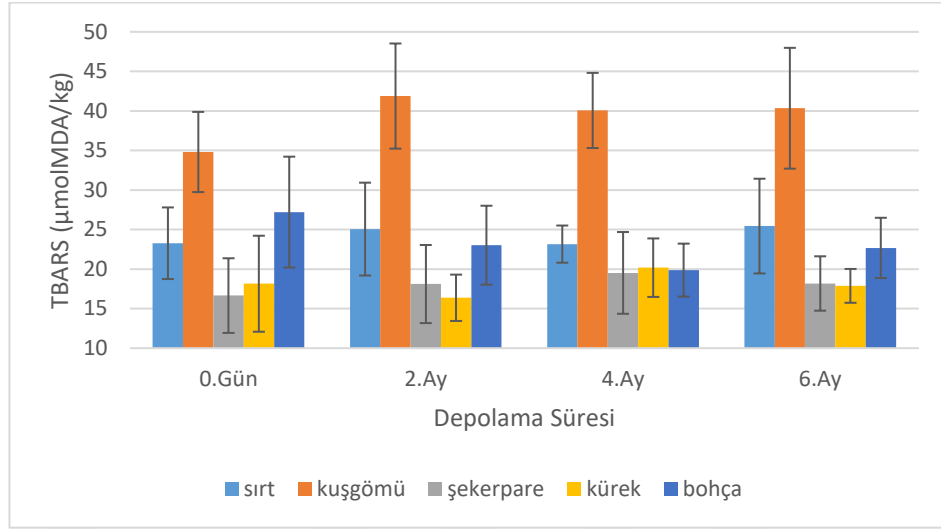
Pastırma çeşitlerinde TBARS değeri açısından çok önemli farklılıklar gözlemlenmiş ($P<0,01$) ve en yüksek TBARS değeri kuşgözü çeşidi pastırmada belirlenmiştir. Sırt çeşidine ait ortalama TBARS değeri bohça çeşidinden daha yüksek olmasına rağmen bu farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Ayrıca şekerpare ve kürek çeşidine ait ortalama TBARS değeri de birbirinden farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.61. Pastırma çeşitlerinin TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$)
Sırt	24,231 $\pm$ 4,862b
Kuşgözü	39,273 $\pm$ 6,528a
Şekerpare	18,116 $\pm$ 4,583c
Kürek	18,142 $\pm$ 4,098c
Bohça	23,193 $\pm$ 5,511b

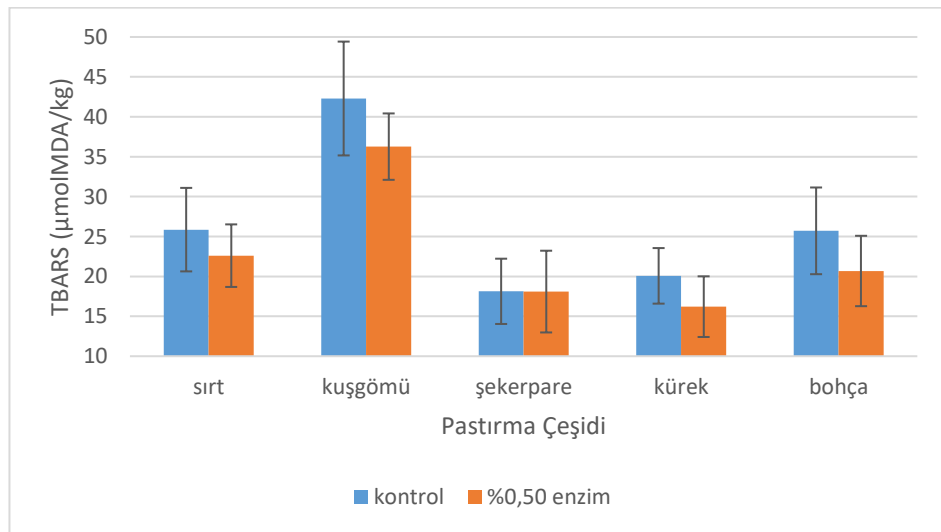
Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Pastırma çeşitlerinde depolama boyunca en yüksek ortalama TBARS değeri kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. En düşük ortalama değer ise 2. ve 6. ayda kürek pastırmada, 0. ve 4. ayda şekerpare çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın TBARS değeri üzerine etkisi

Pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun pastırma örneklerinin TBARS değeri üzerine etkisi Şekil 4.16’da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere tüm pastırma çeşitleride enzim uygulaması ile TBARS değerinde bir azalma olmuştur. Enzim uygulaması ile TBARS değerinde en fazla düşüş kuşgözü pastırmada gözlemlenmiştir. Şekerpare çeşidinde ise meydana gelen değişim oldukça düşük seviyede kalmıştır.



Şekil 4.16. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın TBARS değeri üzerine etkisi

4.2.6. NPN-M

Farklı enzim miktarları kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı Çizelge 4.62’de verilmiştir. En düşük NPN-M değeri 4,05 (kürek-0.gün), en yüksek değer ise 5,86 (kuşgözü-6.ay) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.62. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerleri (g/100g)

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	4,70	4,76	5,12	4,58	5,16	4,75	5,16	5,48
	%0,50 Enzim	4,36	4,29	4,90	4,62	4,94	4,58	4,87	5,17
Kuşgözü	Kontrol	4,77	4,66	4,25	4,24	5,44	4,33	4,70	4,52
	%0,50 Enzim	4,78	4,24	5,51	4,81	5,71	4,88	5,86	4,87
Şekerpare	Kontrol	4,92	4,34	4,93	4,57	4,90	5,15	5,07	5,47
	%0,50 Enzim	4,81	4,70	4,81	4,72	4,91	4,93	4,95	5,56
Kürek	Kontrol	4,23	4,05	5,38	4,79	5,64	5,19	5,49	5,24
	%0,50 Enzim	4,83	4,52	4,76	4,44	5,13	4,45	5,30	4,57
Bohça	Kontrol	4,85	4,32	4,86	4,65	5,33	4,74	5,77	5,45
	%0,50 Enzim	4,70	4,79	4,93	4,74	4,95	4,60	5,21	4,95

Depolama süresi, pastırma çeşidi ve enzim uygulaması ana varyasyon kaynaklarına ait NPN-M varyans analiz sonuçları Çizelge 4.63’de sunulmuştur. Örneklerin NPN-M değeri üzerine depolama süresi faktörünün ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması etkileşiminin $P<0,01$ düzeyinde etkisi belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması üçlü etkileşimini de NPN-M değerinde $P<0,05$ düzeyinde değişime sebep olmuştur. Diğer taraftan pastırma çeşidi ve enzim uygulaması ana varyasyon kaynakları ile depolama süresi x pastırma çeşidi ve depolama süresi x

enzim uygulaması interaksiyonunun istatistiki olarak NPN-M değeri üzerine herhangi bir önemli etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.63. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	1,348	19,468**
Blok	1	1,562	22,562**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	0,026	0,379
Enzim uygulaması (EU)	1	0,021	0,305
DS*PÇ	12	0,053	0,761
DS*EU	3	0,067	0,961
PÇ*EU	4	0,358	5,166**
DS*PÇ*EU	12	0,148	2,130*
Hata	39	0,069	
Total	80		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *: $P<0,05$, **: $P<0,01$

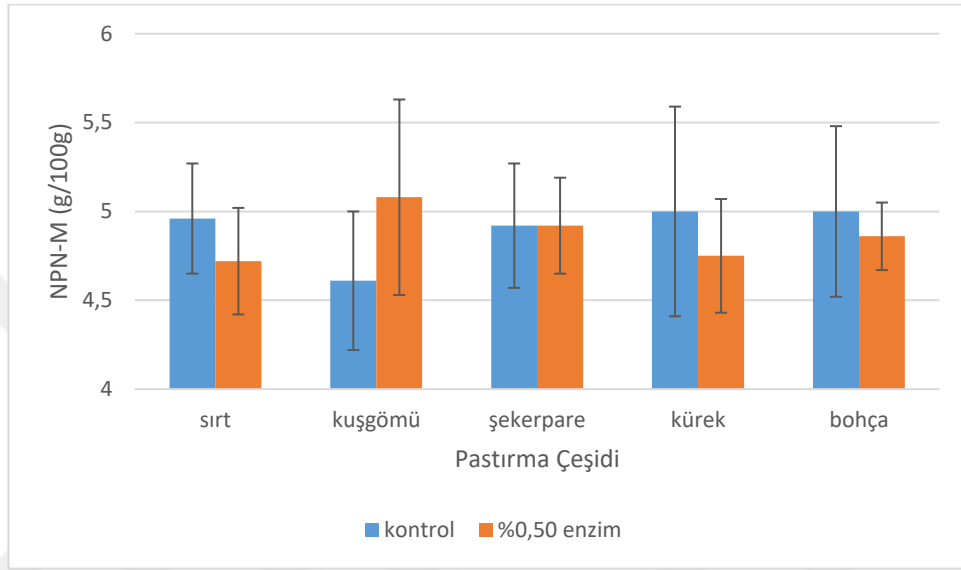
Depolama süresinin ilerlemesi ile NPN-M değerinde artış gözlemlenmiştir. Böylece en düşük ortalama değer 0.günde tespit edilirken en yüksek ortalama NPN-M değeri 6.ayda belirlenmiştir. Söz konusu artışın nedeninin kastaki endojen enzimlerin depolama süresince faaliyet göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sayın (2018) da modifiye atmosfer koşullarında depolama esnasında protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarının arttığını belirlemiştir.

Çizelge 4.64. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen NPN-M değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama süresi	NPN-M (g/100g)
0. Gün	4,58±0,26d
2. Ay	4,78±0,32c
4. Ay	4,99±0,37b
6. Ay	5,18±0,37a

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksiyonuna ait grafik Şekil 4.17’de verilmiştir. Buna göre enzim uygulaması ile sadece kuşgözü çeşidi pastırmanın NPN-M değeri artmış, sırt, kürek ve bohça çeşitlerine ait ortalama değerler ise düşüş göstermiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksiyonunun pastırmanın NPN-M değeri üzerine etkisi

4.2.7. Mikrobiyolojik analizler

4.2.7.a. Laktik asit bakterileri

Transglutaminaz kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.65’de sunulmuştur. Pastırma örneklerinin birçoğunda laktik asit bakteri sayısı <2 log kob/g olarak belirlenmiştir. Ancak şekerpare çeşidine ait pastırmaların kontrol grubunun laktik asit bakteri sayıları 2,6-6,68 arasında tespit edilmiştir. Diğer taraftan kürek çeşidine ait pastırmalarda ise laktik asit bakteri sayısı 3,78 ile 6,06 arasında değişim göstermiştir. Söz konusu her iki pastırma çeşidinin enzim uygulanan gruplarında ise laktik asit bakteri sayısı <2 olarak gözlemlenmiştir. I.denemeye ait sonuçlarda da kontrol gruplarının laktik asit bakteri sayısı %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen gruplara göre daha yüksek değerler göstermiştir.

[illegible]

4.2.7.b. *Micrococcus/Staphylococcus*

Pastırma örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları Çizelge 4.66'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 3,00-8,07 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen diğer bir araştırma örneklerin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı 4,48 ile 8,56 lob kob/g arasında tespit edilmiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Çizelge 4.66. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları (log kob/g)

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	7,04	7,43	7,62	7,54	7,49	7,08	7,49	6,60
		7,30	7,48	7,30	7,58	7,46	7,05	7,65	6,53
	%0,50	6,47	6,57	6,38	6,00	6,00	6,01	5,69	5,15
	Enzim	6,45	6,43	6,49	6,04	6,01	6,00	5,60	5,42
Kuşgözü	Kontrol	7,11	7,27	7,51	7,54	7,20	7,76	7,36	7,20
		7,26	7,28	7,67	7,67	7,16	7,74	7,28	7,12
	%0,50	6,67	6,53	6,99	6,84	6,81	6,23	6,03	5,20
	Enzim	6,68	6,12	6,96	6,98	6,66	6,32	6,03	4,94
Şekerpare	Kontrol	7,79	7,32	7,81	7,76	7,18	7,46	6,45	6,90
		7,74	7,35	7,84	7,78	7,12	7,30	6,57	6,81
	%0,50	6,55	5,13	6,73	5,82	6,29	4,98	5,66	3,00
	Enzim	6,78	5,30	6,92	5,78	6,20	4,92	6,31	3,18
Kürek	Kontrol	8,07	7,59	7,84	7,62	7,56	7,51	7,05	7,18
		8,06	7,65	7,91	7,30	7,45	7,59	7,30	7,00
	%0,50	7,18	6,74	6,30	6,72	6,80	6,38	5,68	5,33
	Enzim	7,24	6,70	6,32	6,71	6,77	6,34	5,70	5,32
Bohça	Kontrol	6,4	5,98	6,81	5,11	6,01	4,52	5,86	4,08
		6,46	5,82	6,81	5,00	6,58	4,48	5,85	4,04
	%0,50	6,26	6,20	6,49	6,10	5,72	5,90	5,23	4,48
	Enzim	6,30	6,02	6,40	5,97	5,47	6,00	5,21	4,43

Pastırma örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine depolama süresi, pastırma çeşidi ve enzim uygulaması ana varyasyon kaynakları ile depolama süresi x

enzim uygulaması ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksiyonlarının $P < 0,01$ düzeyinde etkisi olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan depolama süresi x pastırma çeşidi ikili interaksiyonu ve depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması üçlü interaksiyonu örneklerin mikrokok-stafilokok sayısında herhangi bir değişime sebep olmamıştır ($P > 0,05$) (Çizelge 4.67). Akköse *et al.* (2018) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada ise örneklerin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermemiştir ($P > 0,05$).

Çizelge 4.67. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	8,014	44,912**
Blok	1	8,372	46,918**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	8,365	46,879**
Enzim uygulaması (EU)	1	39,780	222,929**
DS*PÇ	12	0,316	1,771
DS*EU	3	0,871	4,882**
PÇ*EU	4	3,861	21,635**
DS*PÇ*EU	12	0,069	0,386
Hata	119	0,178	
Total	160		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P < 0,01$

Pastırma örneklerinde transglutaminaz enzim uygulaması ile *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında düşüş gözlemlenmiş ve kontrol grubuna ait ortalama *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı %0,50 oranında enzim ile muamele edilen gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. I.deneme üretiminde de kontrol grubunun *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı %0,50 enzim içeren gruba göre daha yüksek değerler vermiş ancak bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.68. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
Kontrol	7,03±0,88a
%0,50	6,03±0,78b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma çeşitlerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.69’da gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en düşük ortalama değer bohça çeşidinde tespit edilmiştir. Kuşgözü çeşidine ait ortalama değer ise kürek çeşidinden istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. Benzer şekilde sırt ile şekerpare çeşidine ait ortalama değerler de birbirinden farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.69). Çakıcı *et al.* (2015) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yapılan bir araştırmada ise en yüksek ortalama *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı sırt çeşidinde, en düşük sayı ise şekerpare çeşidinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.69. Pastırma çeşitlerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
Sırt	6,67±0,74b
Kuşgözü	6,88±0,68a
Şekerpare	6,46±1,24b
Kürek	6,97±0,75a
Bohça	5,69±0,80c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

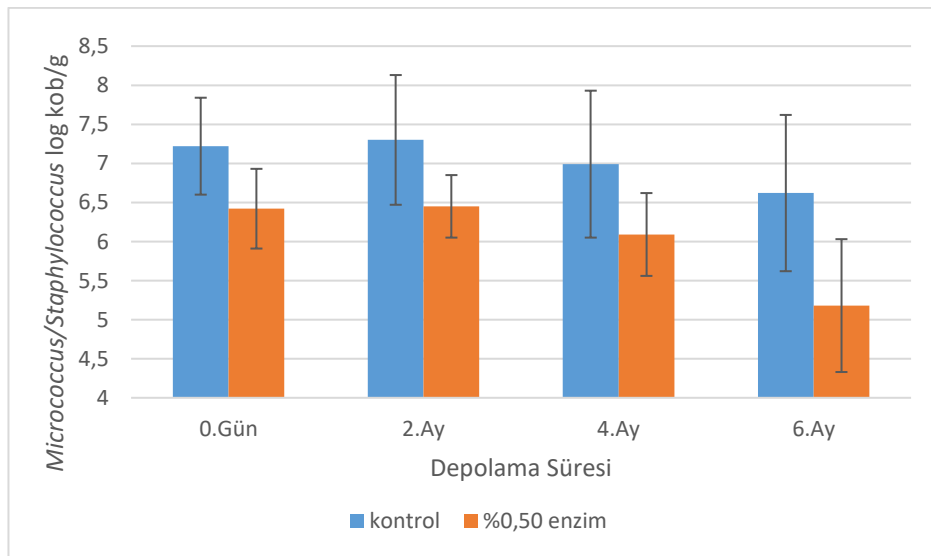
Pastırma örneklerinin depolama süresince *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında bir azalma gözlemlenmiştir. En düşük ortalama değer 6.ayda belirlenmiştir. Ancak 0.gün ve 2.ay arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. 0.gün ile 6.aya ait ortalama değerler arasında ise 1 log birim civarında bir fark gözlemlenmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak Sayın (2018) tarafından yürütülen araştırmada da depolama esnasında *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının düşüş gösterdiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.70. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

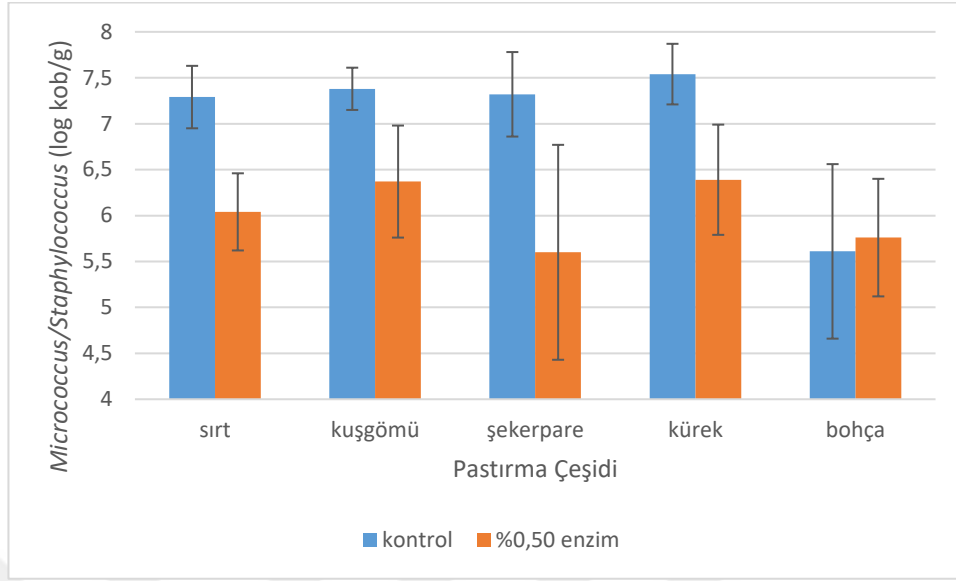
Depolama süresi	<i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (log kob/g)
0. Gün	6,82±0,69a
2. Ay	6,87±0,77a
4. Ay	6,54±0,88b
6. Ay	5,90±1,17c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma örneklerinin *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.18’de ve enzim uygulaması x pastırma çeşidi interaksyonunun etkisi ise Şekil 4.19’da sunulmuştur. Şekil 4.18’den anlaşılacağı üzere depolama boyunca enzim uygulanan pastırmaların mikrokok/stafilokok sayısı kontrol gruplarına göre daha düşük değerler vermiş ve depolama süresince daha fazla bir düşüş göstermiştir. Gruplar arasında en fazla farklılık 6.ayda belirlenmiştir (Şekil 4.18). Bunun yanı sıra pastırma çeşitlerinden yalnızca bohça çeşidine ait ortalama mikrokok/stafilokok sayısı enzim uygulaması ile artmış diğer çeşitlerde ise azalma gözlemlenmiştir. En fazla azalma ise şekerpare çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.1. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.19. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine etkisi

4.2.7.c. Enterobacteriaceae

Farklı transglutaminaz miktarları kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince Enterobacteriaceae sayısı saptanabilir sınırın altında tespit edilmiştir. I.deneme üretiminde de benzer şekilde tüm pastırma örneklerinin Enterobacteriaceae sayısı <2 log kob/g seviyesinde gözlemlenmiştir. Pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen başka bir araştırmada da incelenen tüm pastırma çeşitlerinin (sirt, kuşgözü, şekerpare, bohça ve kürek) Enterobacteriaceae sayısının saptanabilir sınırın altında olduğu vurgulanmıştır (Akköse *et al.* 2018). Söz konusu mikroorganizma sayısının pastırma örneklerinde depolama boyunca saptanabilir sınırın altında kaldığı diğer bir araştırmada da belirlenmiştir (Sayın 2018). Bunun yanı sıra Çakıcı *et al.* (2015) şekerpare çeşidine ait tüm örneklerde Enterobacteriaceae sayısını saptanabilir sınırın altında olduğunu, sirt, kuşgözü ve bohça çeşitlerinde yüksek sayılarda Enterobacteriaceae'nın bulunduğunu rapor etmişlerdir.

4.2.7.d. Maya-Küf

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayıları Çizelge 4.71’de sunulmuştur. Örneklerin maya-küf sayısı 10^2 - 10^6 kob/g arasında değerler vermiştir. Sırt, kuşgözü, şekerpare ve bohça çeşitleri üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada ise 16 sırt çeşidinin 10 tanesinde, 16 kuşgözü çeşidinin 7 tanesinde, 16 şekerpare çeşidinin 6 tanesinde ve 14 bohça çeşidinin 7 tanesinde maya-küf sayısı sırasıyla 2,00-6,67, 2,48-6,54, 2,48-7,24 ve 2,00-5,22 log kob/g arasında tespit edilmiş ve geri kalan pastırmalarda ise <2 log kob/g düzeyinde belirlenmiştir. Bu farklılığın ise ham materyal ve çemenden ileri geldiği belirtilmiştir (Çakıcı *et al.* 2015).

Çizelge 4.71. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayıları (log kob/g)

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	5,90	5,35	6,22	6,75	5,01	6,41	5,95	5,90
		5,62	5,4	5,86	6,48	5,60	6,40	5,82	6,01
	%0,50	5,71	5,51	4,23	4,56	3,60	5,98	5,45	5,15
	Enzim	5,90	5,62	3,90	4,46	3,34	5,91	5,36	5,22
Kuşgözü	Kontrol	5,41	4,67	5,83	6,14	5,54	4,00	4,92	3,70
		5,29	4,56	5,65	6,15	5,49	3,48	5,08	3,61
	%0,50	5,43	4,95	5,22	5,95	4,90	5,05	3,93	3,78
	Enzim	5,43	4,88	5,43	6,25	4,70	4,95	4,04	3,67
Şekerpare	Kontrol	6,52	6,67	5,48	5,73	5,78	4,58	5,18	4,30
		6,39	6,51	5,54	5,88	5,85	4,70	5,20	4,15
	%0,50	3,20	3,62	3,70	3,04	3,18	4,37	2,90	2,85
	Enzim	3,60	3,78	3,43	3,00	3,04	4,33	3,08	2,78
Kürek	Kontrol	6,14	6,83	5,90	5,20	4,83	5,09	4,18	3,78
		6,38	6,73	5,91	5,27	4,85	5,12	4,26	3,71
	%0,50	5,49	4,40	4,20	5,37	4,38	4,99	3,83	3,48
	Enzim	5,47	4,66	4,30	5,49	4,40	5,08	3,94	3,71
Bohça	Kontrol	4,02	4,07	3,93	3,98	3,90	3,00	2,70	3,52
		4,30	4,95	4,04	3,70	3,80	2,90	3,00	3,46
	%0,50	3,30	3,90	4,90	5,75	4,54	3,30	3,70	4,51
	Enzim	3,00	3,70	4,91	5,90	4,61	3,54	3,62	4,47

Pastırma örneklerinin maya-küf sayısı üzerine depolama süresi, pastırma çeşidi ve enzim uygulaması ana varyasyon kaynakları ile depolama süresi x pastırma çeşidi, pastırma çeşidi x enzim uygulaması ve depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun $P<0,01$ seviyesinde etkisi olmuştur. Depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonunun ise pastırma örneklerinin maya küf sayısında önemli ($P<0,05$) değişime sebep olmuştur (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.72 Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	7,333	29,787**
Blok	1	0,030	0,122
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	10,137	41,177**
Enzim uygulaması (EU)	1	17,497	71,075**
DS*PÇ	12	1,492	6,060**
DS*EU	3	0,817	3,318*
PÇ*EU	4	8,163	33,160**
DS*PÇ*EU	12	1,146	4,657**
Hata	119	0,246	
Total	160		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *: $P<0,05$, **: $P<0,01$

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.73’de sunulmuştur. Transglutaminaz enzimi kullanımı maya-küf sayısında düşüşe sebep olmuş ve %0,50 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırmaların ortalama maya-küf sayısı kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Bu sonucun yüzeye uygulanan transglutaminazdan dolayı oksijen ile temasın kesilmesinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.73. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Maya-Küf (log kob/g)
Kontrol	5,08±1,07a
%0,50	4,42±0,93b

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma çeşitlerinden en yüksek maya-küf sayısını sırt çeşidi pastırma vermiştir. En düşük ortalama değer ise bohça çeşidinde belirlenmiştir. Kuşgözü ve kürek çeşidine ait ortalama maya-küf sayısı ise birbirinden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. Pastırma çeşitlerinin maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	Maya-Küf (log kob/g)
Sırt	5,46±0,83a
Kuşgözü	4,94±0,81b
Şekerpare	4,45±1,28c
Kürek	4,92±0,90b
Bohça	3,97±0,77d

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

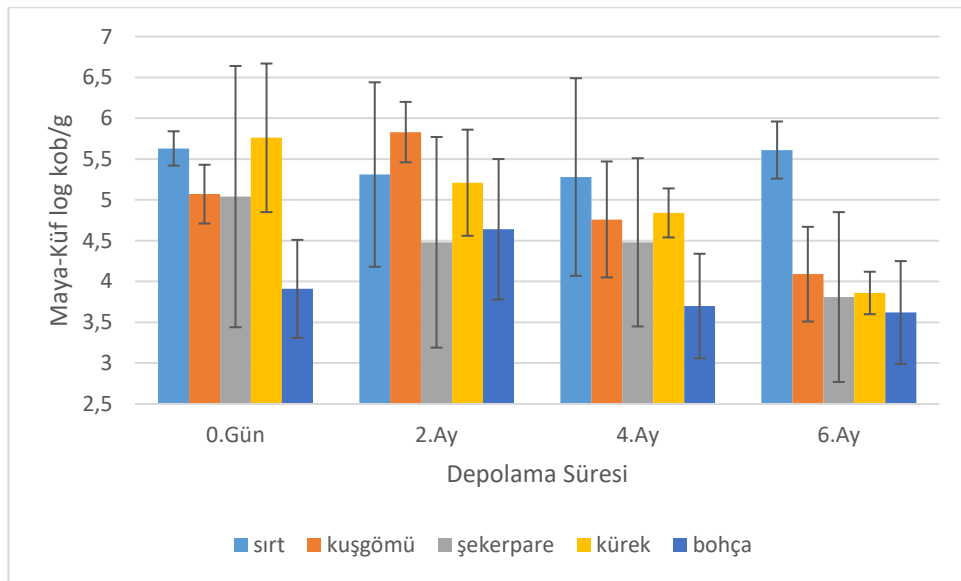
Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen ortalama maya-küf sayısına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre maya-küf sayısı depolama süresince azalma göstermiştir. Ancak 0.gün ve 2.ayda belirlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklılık göstermemiştir. En düşük ortalama değer ise 6.ayda belirlenmiştir. Aksu and Kaya (2005) tarafından depolama boyunca pastırma örneklerinde maya-küf sayısının depolama süresince azaldığı ve en yüksek değer 0.günde tespit edildiği vurgulanmıştır. Ayrıca aynı çalışmada karbondioksitin mikrobiyal gelişim üzerinde inhibitör etki gösterdiği de belirtilmiştir. Pastırma üzerinde yürütülen diğer bir çalışmada da mevcut bu çalışmaya benzer olarak modifiye atmosfer koşullarında depolama esnasında maya-küf sayısının düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Sayın 2018).

Çizelge 4.75. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

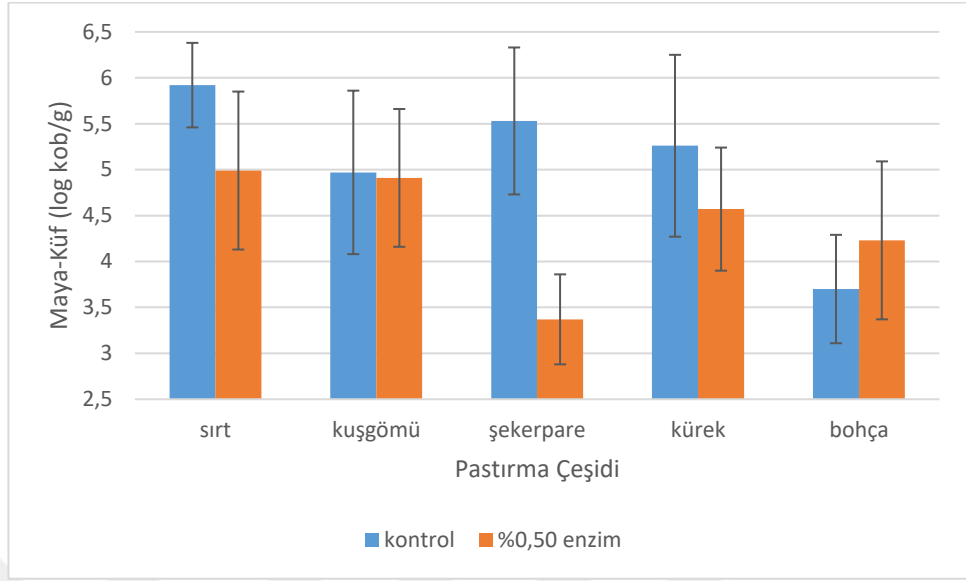
Depolama süresi	Maya-Küf (log kob/g)
0. Gün	5,08±1,07a
2. Ay	5,09±1,00a
4. Ay	4,61±0,96b
6. Ay	4,20±0,94c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

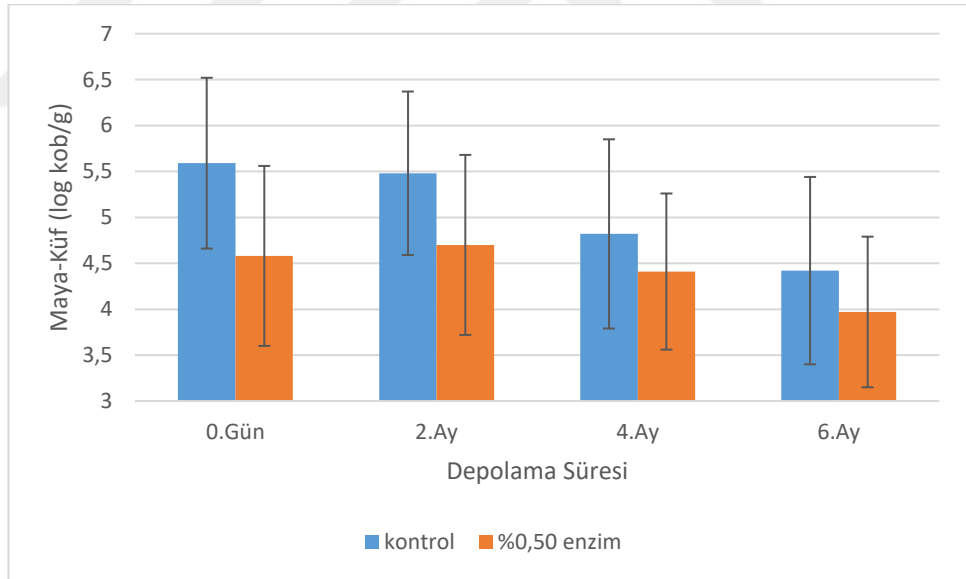
Pastırma çeşitlerinde depolama esnasında maya-küf sayısı azalma göstermiştir. Depolama süresince en fazla azalma kürek pastırmada, en düşük azalma ise sırt pastırmada belirlenmiştir (Şekil 4.20). Mikrokok/stafilokok sayısına benzer olarak enzim uygulanan pastırma çeşitlerinden yalnızca bohça çeşidi kontrol grubuna göre daha yüksek maya-küf sayısı göstermiş ve kontrol grubuna göre en düşük ortalama değer ise şekerpare çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4.21). Diğer taraftan Şekil 4.22’den de görüldüğü üzere depolama süresince kontrol grupları daha yüksek ortalama maya-küf sayısı vermiştir. Depolama boyunca kontrol gruplarında maya-küf sayısı açısından daha fazla bir düşüş tespit edilmesine rağmen 6.ayın sonunda da kontrol gruplarına ait ortalama değer daha yüksek belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Depolama süresi ve pastırma çeşidi etkileşiminin pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.21. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksiyonunun pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi



Şekil 4.22. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksiyonunun pastırmanın maya-küf sayısı üzerine etkisi

4.2.8. Duyusal analiz

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik

duyusal parametrelerine ait puanlar Çizelge 4.76’da gösterilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarının belirlenmesi için hedonik tip skala (1-9) kullanılmıştır. 1 en düşük 9 ise en yüksek puan olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.76. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanları

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	Renk							
		0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	6,8	6,5	7,8	7,6	7,7	8,1	7,1	7,4
	%0,50 Enzim	6,9	7,1	7,2	8	7,8	8,0	7,9	7,9
Kuşgözü	Kontrol	5,9	6,0	5,8	7,3	6	6,3	7,0	7,1
	%0,50 Enzim	5,7	6,9	6,4	7,4	6,7	6,2	6,7	6,4
Şekerpare	Kontrol	4,3	4,6	7	7,3	7,7	7,8	7,2	8,1
	%0,50 Enzim	6,1	6,2	7,1	6,2	7,9	7,2	8,4	7,2
Kürek	Kontrol	6,2	6,8	6,9	7,7	6,3	6,7	6,3	5,3
	%0,50 Enzim	7,1	7,7	5,7	6,7	5,8	6	5,1	5,9
Bohça	Kontrol	6,5	5,7	5,1	6,7	4,9	6,5	6,0	5,8
	%0,50 Enzim	6,2	7,4	5,3	7,0	5,3	6,9	4,3	6,2
		Koku							
		0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	7,4	7,3	8,1	8,2	7,9	7,3	7,6	8,1
	%0,50 Enzim	8,4	7,6	7,9	8,0	7,9	8,0	7,5	8,5
Kuşgözü	Kontrol	7,8	6,7	7,2	7,6	6,7	7,7	7,2	8,0
	%0,50 Enzim	7,4	7,3	7,2	7,8	7,3	8,1	7,3	8,2
Şekerpare	Kontrol	6,4	6,5	8,1	7,3	7,0	7,9	7,5	7,7
	%0,50 Enzim	7,7	7,3	7,4	7,8	6,5	8,1	7,7	8,0
Kürek	Kontrol	7,4	7,3	8,1	7,8	7,2	7,9	7,2	7,8
	%0,50 Enzim	8,0	7,8	7,8	7,6	7,9	8,0	6,9	8,1
Bohça	Kontrol	8,0	6,6	7,7	8,1	7,0	8,3	7,0	8,5
	%0,50 Enzim	7,7	8,0	7,3	8,2	7,8	7,8	7,1	8,0
		Tekstür							
		0.Gün		2.Ay		4.Ay		6.Ay	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	7,3	6,9	7,8	8,0	7,5	7,1	7,1	7,0
	%0,50 Enzim	8,3	7,9	8,2	7,9	8,0	8,3	8,0	8,3

Çizelge 4.76. (devam)

Kuşgömü	Kontrol	7,3	6,6	7,2	7,4	6,6	6,8	7,3	7,3
	%0,50 Enzim	6,9	7,2	7,5	7,7	7,8	7,4	7,9	7,6
Şekerpare	Kontrol	4,6	6,3	7,6	7,7	5,8	7	7,1	6,3
	%0,50 Enzim	7,7	6,9	7,8	6,9	6,6	7,5	7,9	6,8
Kürek	Kontrol	6,6	6,9	7,2	7,4	6,6	7,1	7,6	7,0
	%0,50 Enzim	7,3	7,1	7,2	7,2	5,7	7,1	7,1	7,6
Bohça	Kontrol	7,0	5,9	6,5	7,4	5,7	6,2	7,0	7,1
	%0,50 Enzim	7,4	7,4	6,9	7,8	6,0	6,6	7,3	5,8
Tat									
Sırt	Kontrol	7,7	7,4	7,7	8,5	7,8	7,8	7,9	8,1
	%0,50 Enzim	8,3	8,1	8,3	8,0	8,0	8,0	7,3	8,2
Kuşgömü	Kontrol	7,5	6,7	7,4	7,7	7,2	6,8	7,8	7,5
	%0,50 Enzim	7,0	7,2	6,7	7,8	7,1	7,1	8,4	8,0
Şekerpare	Kontrol	5,3	6,3	8,0	7,6	6,5	7,4	7,5	7,3
	%0,50 Enzim	7,1	6,6	7,7	7,5	7,6	6,6	8,0	7,4
Kürek	Kontrol	6,7	6,8	7,5	7,8	7,0	7,5	7,7	7,1
	%0,50 Enzim	7,5	7,3	7,3	7,2	6,8	7,7	7,2	7,9
Bohça	Kontrol	7,7	6,4	6,8	8,0	6,6	6,7	6,6	7,1
	%0,50 Enzim	7,5	7,8	7,5	8,3	5,7	6,9	7,5	7,4
Genel Kabul Edilebilirlik									
Sırt	Kontrol	7,5	7,3	8,1	8,0	8,0	7,5	7,5	7,5
	%0,50 Enzim	8,3	8,0	8,5	8,3	8,1	8,2	7,8	8,2
Kuşgömü	Kontrol	7,0	6,7	7,3	7,6	6,5	6,7	7,5	7,5
	%0,50 Enzim	6,9	7,2	7,2	7,6	7,1	7,2	8,2	7,5
Şekerpare	Kontrol	5,2	6,2	7,7	7,4	6,6	7,5	7,5	7,2
	%0,50 Enzim	7,0	6,6	7,5	7,1	7,1	7,1	8,1	7,1
Kürek	Kontrol	6,6	6,9	7,5	7,8	6,9	7,4	7,2	7,2
	%0,50 Enzim	7,4	7,5	7,4	7,5	6,8	7,4	7,1	7,7
Bohça	Kontrol	7,5	6,5	7,0	7,7	6,3	7,1	6,6	7,2
	%0,50 Enzim	7,4	7,8	7,0	8,3	6,2	7,0	7,1	7,2

Örneklerin renk değerleri üzerine pastırma çeşidi ile depolama süresi x pastırma çeşidi ve depolama süresi x enzim uygulaması faktörlerinin çok önemli ($P<0,01$), depolama süresinin ise önemli ($P<0,05$) etkisi belirlenmiştir. Pastırma çeşidi, enzim uygulaması ve depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonu koku değerinde $P<0,05$ düzeyinde değişime sebep olmuştur. Depolama süresi, pastırma çeşidi, enzim uygulamasının tekstür üzerine çok önemli ($P<0,01$), depolama süresi x enzim uygulaması ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun ise önemli ($P<0,05$) etkisi tespit edilmiştir. Tat parametresi depolama süresi, pastırma çeşidi ve depolama süresi x pastırma çeşidi interaksyonundan $P<0,01$ düzeyinde, enzim uygulaması ve depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonundan ise $P<0,05$ seviyesinde etkilenmiştir. Genel kabul edilebilirlik üzerine depolama süresi, pastırma çeşidi, enzim uygulaması ve depolama süresi x pastırma çeşidi interaksyonunun çok önemli ($P<0,01$) ve depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonunun önemli ($P<0,05$) etkisi saptanmıştır. Diğer taraftan enzim uygulamasının renk, depolama faktörünün koku, pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik, depolama süresi x pastırma çeşidinin koku ve tekstür ve depolama süresi x pastırma çeşidi x enzim uygulaması üçlü interaksyonunun ise herhangi bir duyuşal parametre üzerine önemli etkisi olmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Renk		
	SD	KO	F
Depolama süresi (DS)	3	9,855	3,722*
Blok	1	30,811	11,639**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	51,801	19,567**
Enzim uygulaması (EU)	1	2,311	0,873
DS*PÇ	12	18,159	6,859**
DS*EU	3	10,991	4,152**
PÇ*EU	4	1,974	0,746
DS*PÇ*EU	12	3,025	1,142
Hata	759	2,647	

Çizelge 4.77. (devam)

Total	800		
Koku			
Depolama süresi (DS)	3	4,083	2,606
Blok	1	16,820	10,735**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	4,906	3,131*
Enzim uygulaması (EU)	1	7,605	4,854*
DS*PÇ	12	0,960	0,613
DS*EU	3	4,435	2,831*
PÇ*EU	4	0,186	0,119
DS*PÇ*EU	12	0,704	0,449
Hata	759	1,567	
Total	800		
Tekstür			
Depolama süresi (DS)	3	14,598	8,631**
Blok	1	0,281	0,166
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	23,127	13,674**
Enzim uygulaması (EU)	1	39,161	23,155**
DS*PÇ	12	2,501	1,479
DS*EU	3	5,265	3,113*
PÇ*EU	4	4,108	2,429*
DS*PÇ*EU	12	2,616	1,547
Hata	759	1,691	
Total	800		
Tat			
Depolama süresi (DS)	3	16,008	11,737**
Blok	1	2,101	1,541
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	17,011	12,473**
Enzim uygulaması (EU)	1	8,201	6,013*
DS*PÇ	12	4,459	3,269**
DS*EU	3	4,371	3,205*
PÇ*EU	4	0,586	0,429
DS*PÇ*EU	12	1,264	0,927
Hata	199	1,364	
Total	240		

Çizelge 4.77. (devam)

Genel Kabul Edilebilirlik			
Depolama süresi (DS)	3	13,213	12,340**
Blok	1	3,125	2,919
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	19,632	18,334**
Enzim uygulaması (EU)	1	17,405	16,255**
DS*PÇ	12	3,571	3,335**
DS*EU	3	3,778	3,529*
PÇ*EU	4	0,577	0,539
DS*PÇ*EU	12	0,727	0,679
Hata	759	1,071	
Total	800		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma örneklerinin duysal parametrelerinden koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri %0,50 oranında enzim uygulanması halinde daha yüksek değerler göstermiştir. Bu durum enzim uygulanan örneklerin panelistler tarafından daha çok beğenildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.78. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Renk	Koku	Tekstür	Tat	Genel kabul edilebilirlik
Kontrol	6,60±1,79a	7,53±1,34b	6,92±1,38b	7,29±1,29b	7,17±1,16b
%0,50	6,70±1,80a	7,72±1,18a	7,36±1,37a	7,49±1,20a	7,46±1,08a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma çeşitlerinin duysal parametrelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.79’da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre renk açısından en yüksek puan sırt çeşidinde, en düşük puan ise bohçada belirlenmiştir. En yüksek koku, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri de sırt pastırmada belirlenmiş diğer gruplar ise istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermemiştir. Tekstür açısından da aynı şekilde en yüksek puanı sırt çeşidi pastırma vermiştir. Şekerpare, kürek ve

bohça çeşitleri ise istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre panelistler tarafından en çok beğenilen pastırma çeşidi sırt olurken, en düşük puanları alan pastırma çeşidi ise bohça çeşidi olmuştur. Akköse *et al.* (2018) tarafından pastırma çeşitleri üzerinde yürütülen bir araştırmada ise pastırma çeşidi faktörü sadece koku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde önemli ($P<0,05$) değişime sebep olmuş ve koku açısından en yüksek değeri sırt pastırma alırken diğer gruplar (kuşgözü, bohça, kürek ve şekerpare) istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamış, genel kabul edilebilirlik puanı açısından ise mevcut araştırmaya benzer olarak en yüksek puanı sırt pastırma vermiş ancak bu değer kuşgözü, kürek ve şekerpareye ait ortalama değerden farklılık göstermemiş ve en düşük ortalama değer bohça çeşidinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.79. Pastırma çeşitlerinde belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	Renk	Koku	Tekstür	Tat	Genel kabul edilebilirlik
Sırt	7,49±1,59a	7,86±1,12a	7,73±1,05a	7,94±1,05a	7,92±0,89a
Kuşgözü	6,49±1,55c	7,47±1,32b	7,28±1,25b	7,37±1,33b	7,23±1,09b
Şekerpare	6,89±1,99b	7,43±1,27b	6,91±1,47c	7,15±1,23b	7,05±1,27b
Kürek	6,39±1,72c	7,68±1,20ab	7,04±1,34bc	7,31±1,12b	7,27±1,00b
Bohça	5,99±1,73d	7,69±1,37ab	6,76±1,60c	7,16±1,32b	7,11±1,14b

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

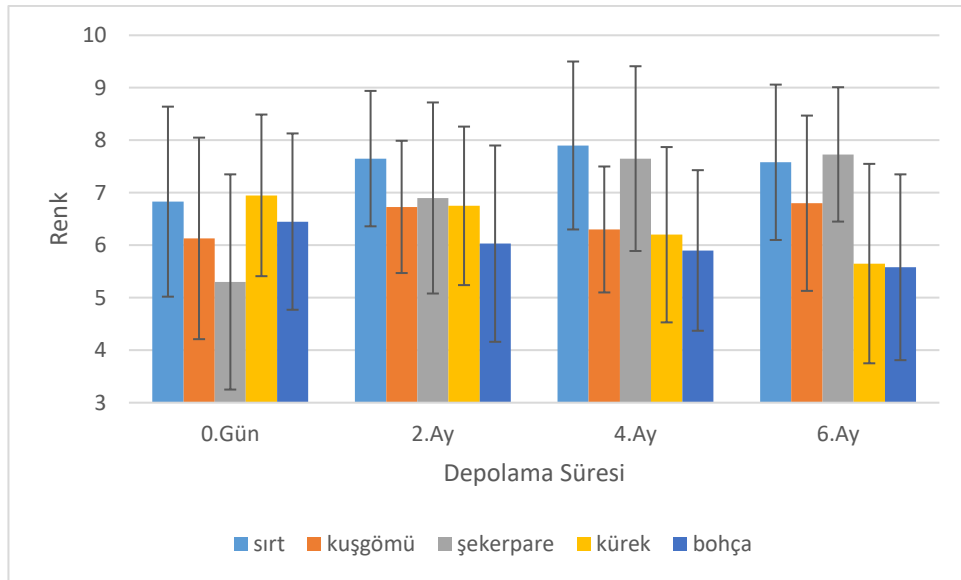
Depolama süresince pastırma örneklerinin renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.80’de verilmiştir. Renk değeri en düşük puanı 0.günde almış ve bu değer 2.ayda artmıştır. Bunun yanı sıra 2.ay, 4.ay ve 6.aya ait ortalama değerler birbirinden istatistiki olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir. Tekstür değeri bakımından 0.gün ve 4.aya ait ortalama değerler 2.ay ve 6.aya ait ortalama değerlerden daha yüksek tespit edilmiştir. Diğer taraftan tat ve genel kabul edilebilirlik puanları 0.gün ve 4.ayda, 2.ay ve 6.aya göre daha düşük değerler vermiştir.

Çizelge 4.80. Pastırma örneklerinde depolama süresince belirlenen renk, koku, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

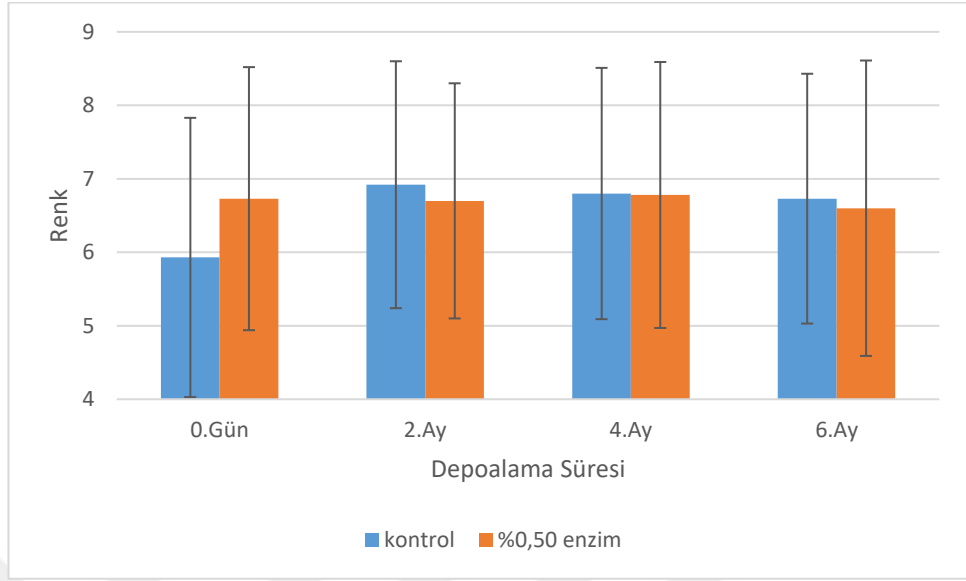
Depolama süresi	Renk	Koku	Tekstür	Tat	Genel kabul edilebilirlik
0. Gün	6,33±1,89b	7,43±1,41a	6,98±1,52a	7,15±1,43b	7,08±1,33b
2. Ay	6,81±1,64a	7,76±1,04a	7,47±1,21b	7,67±1,09a	7,63±1,08a
4. Ay	6,79±1,75a	7,62±1,38a	6,87±1,50a	7,14±1,30b	7,14±1,06b
6. Ay	6,67±1,86a	7,70±1,17a	7,26±1,24b	7,60±1,04a	7,43±0,93a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma örneklerinde renk değeri açısından en yüksek ortalama değer 0.günde kürek, 2.ve 4.ayda sırt ve 6.ayda şekerpare çeşidinde, en düşük ortalama değer ise 0.gün hariç depolamanın diğer günlerinde bohça çeşidi pastırmada belirlenmiştir (Şekil 4.23). Şekil 4.24'den de görüleceği üzere 0.gün hariç depolamanın diğer günlerinde kontrol grubu daha yüksek ortalama renk değeri göstermiştir. Benzer şekilde a* değeri açısından da depolama boyunca kontrol grupları daha yüksek ortalama değerler vermiştir.

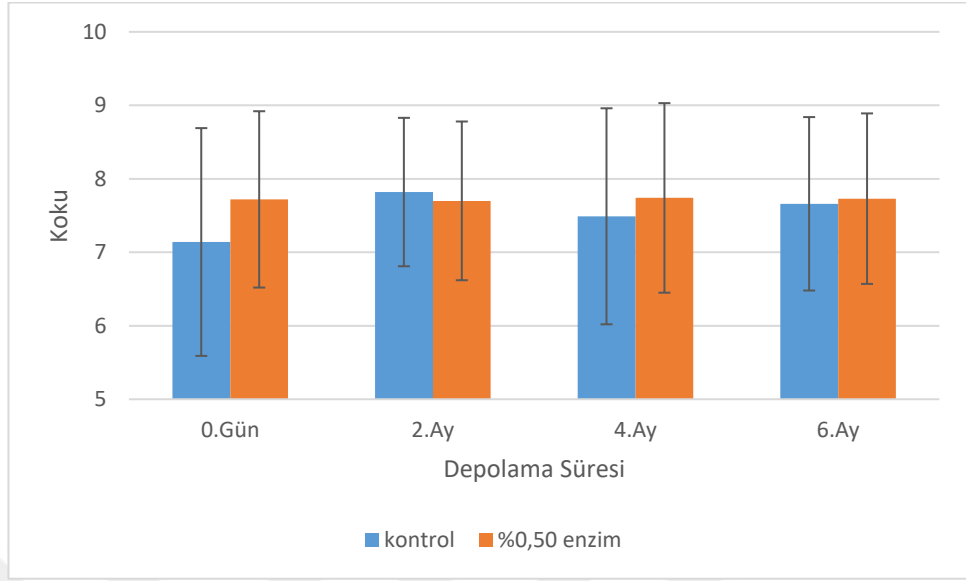


Şekil 4.23. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksiyonunun pastırmanın renk değeri üzerine etkisi



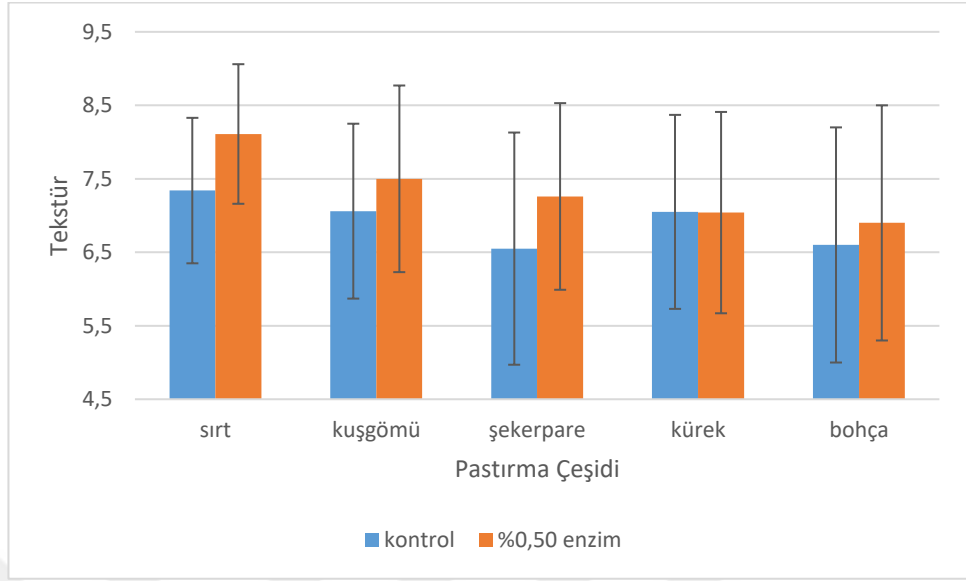
Şekil 4.24. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın renk değeri üzerine etkisi

Koku değeri üzerine önemli derecede ($P < 0,05$) etkisi belirlenen depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonuna ait değişim Şekil 4.25’de sunulmuştur. Şekilden de görüleceği üzere kontrol grubu en yüksek ortalama değeri 2.ayda, %0,50 oranında enzim içeren grup ise 4.ayda göstermiştir. Bunun yanı sıra 2.ay hariç enzim içeren pastırma örneklerinin koku değeri daha yüksek seviyelerde saptanmıştır. Ancak 6.ayda dahi gerek kontrol grubunda gerekse enzim içeren grupta ortalama koku puanı 7’nin altına düşmemiştir.

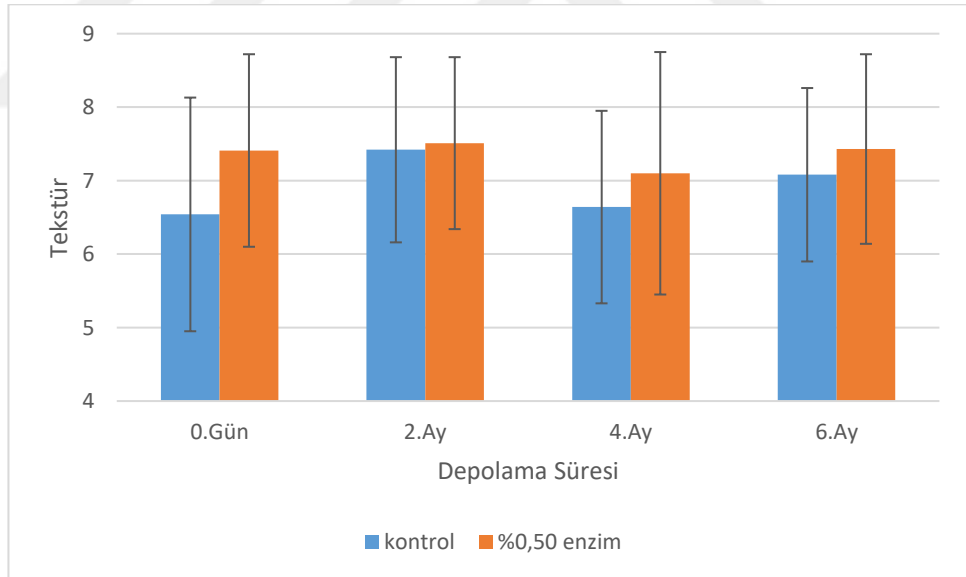


Şekil 4.25. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın koku değeri üzerine etkisi

Enzim uygulaması x pastırma çeşidi ve depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonlarından önemli ($P < 0,05$) seviyede etkilenen tekstürdeki değişim sırasıyla Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre kürek hariç diğer pastırma çeşitlerinde enzim uygulaması tekstür puanlarında artışa sebep olmuştur. En fazla değişim ise sırt pastırmada gözlemlenmiştir (Şekil 4.26). Ayrıca depolama süresince enzim içeren pastırma örnekleri daha yüksek bir ortalama tekstür puanı vermiştir. Gruplar arasında en fazla farklılık 0.günde, en düşük farklılık ise 2.ayda tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise tekstür puanları koku parametresine ait sonuçlardan farklı olarak 6,5’e kadar düşmüştür (Şekil 4.27).

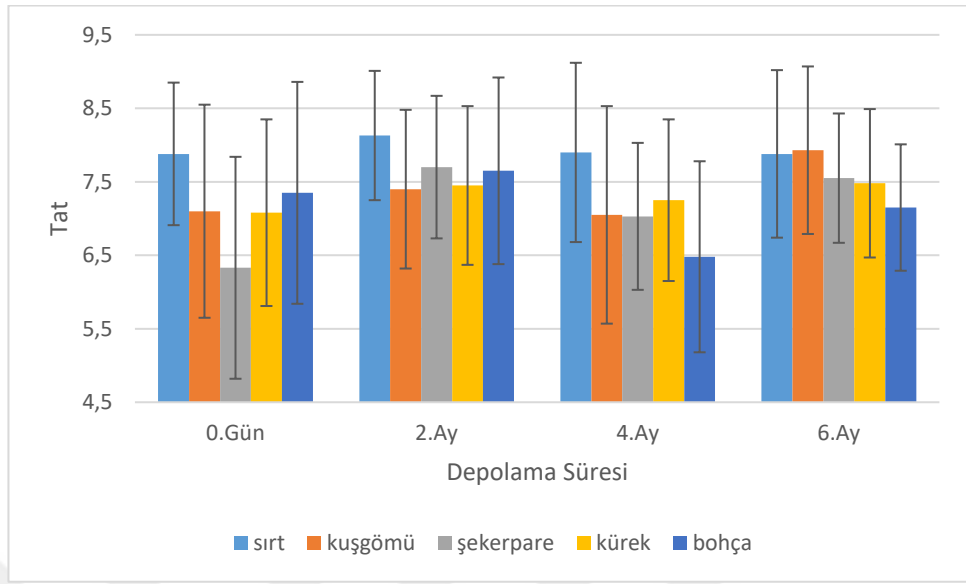


Şekil 4.26. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi etkileşiminin pastırmanın tekstür değeri üzerine etkisi

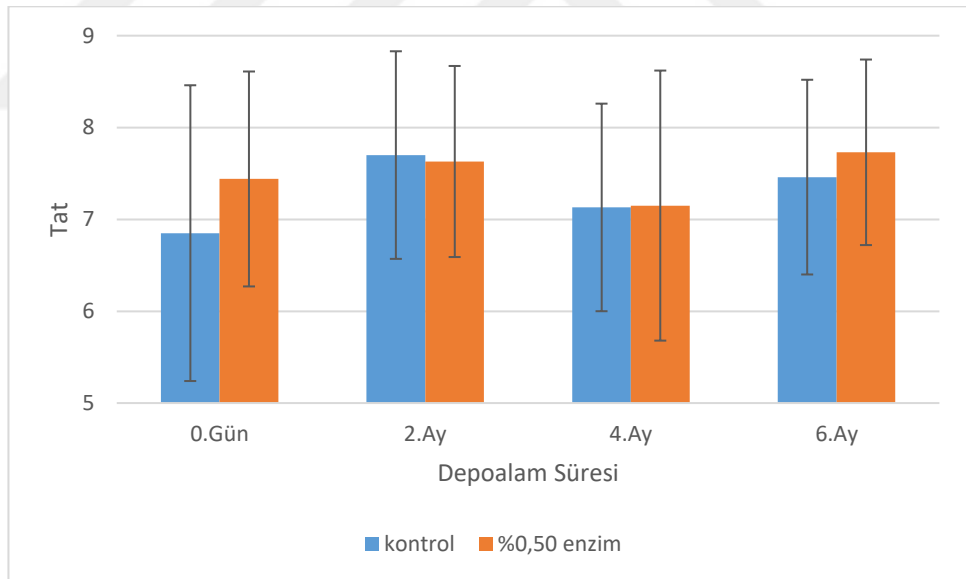


Şekil 4.27. Enzim uygulaması ve depolama süresi etkileşiminin pastırmanın tekstür değeri üzerine etkisi

Pastırma çeşitlerinden kürek ve kuşgözü çeşitleri 6.ayda, sırt, şekerpare ve bohça pastırmalar ise 2.ayda en yüksek tat puanlarını göstermiştir (Şekil 4.28). Diğer taraftan 2.ay hariç diğer analiz günlerinde (0, 4 ve 6.ay) enzim içeren pastırma örnekleri panelistlerden daha yüksek puanlar almıştır (Şekil 4.29).



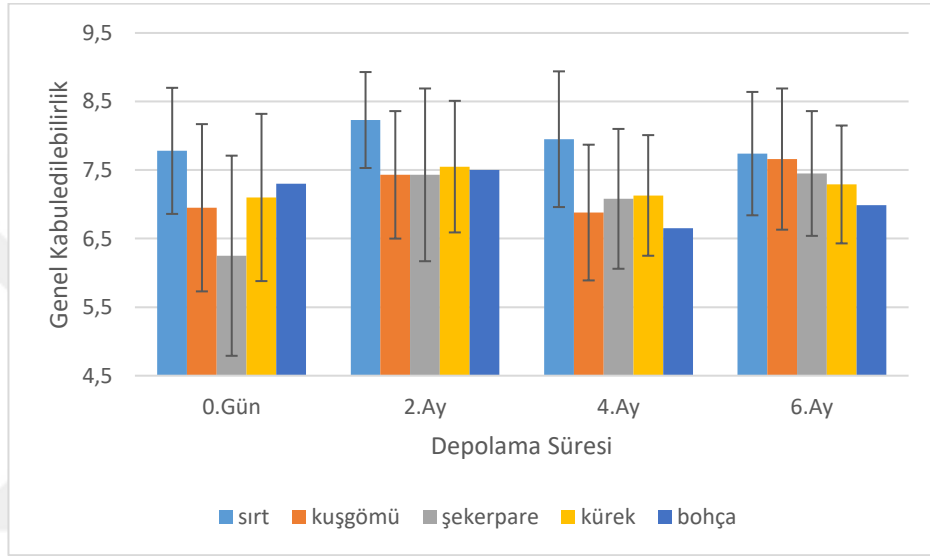
Şekil 4.28. Depolama süresi ve pastırma çeşidi etkisinin pastırmanın tat değeri üzerine etkisi



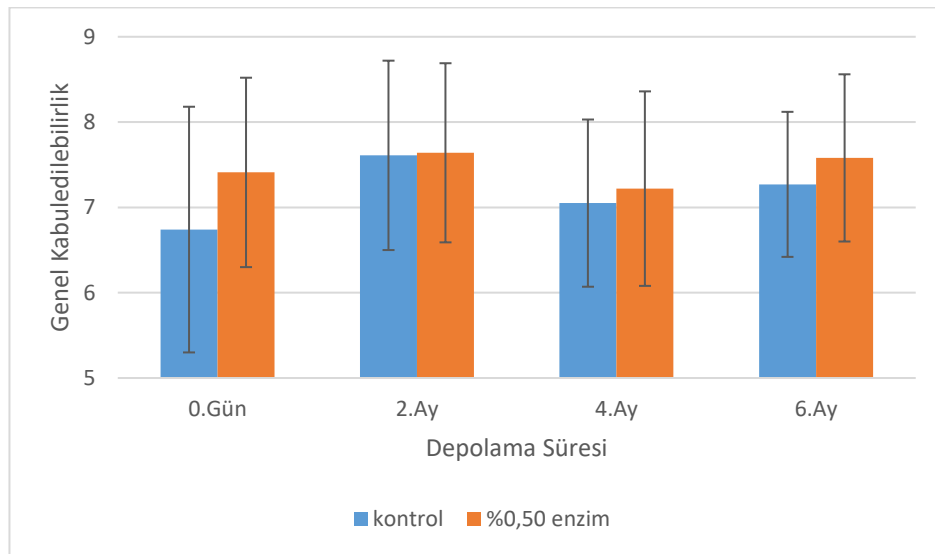
Şekil 4.29. Enzim uygulaması ve depolama süresi etkisinin pastırmanın tat değeri üzerine etkisi

Genel kabuledilebilirlik üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisi belirlenen depolama süresi x pastırma çeşidi etkisini ve önemli ($P<0,05$) etkisi olan depolama süresi x enzim uygulaması etkisini sırasıyla Şekil 4.30 ve 4.31’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre şekerpare hariç tüm pastırma çeşitlerinde 2.ayda en yüksek ortalama genel kabul

edilebilirlik değeri belirlenmiştir. Şekerpare çeşidi ise en yüksek ortalama değeri 6.ayda göstermiştir (Şekil 4.30). Depolama süresi x enzim uygulaması interaksyonuna göre ise depolama boyunca enzim içeren gruplar daha yüksek bir ortalama genel kabul edilebilirlik değeri vermiştir. Gruplar arasında en yüksek farklılık 0.günde en düşük farklılık ise 2.ayda gözlemlenmiştir.



Şekil 4.30. Depolama süresi ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisi

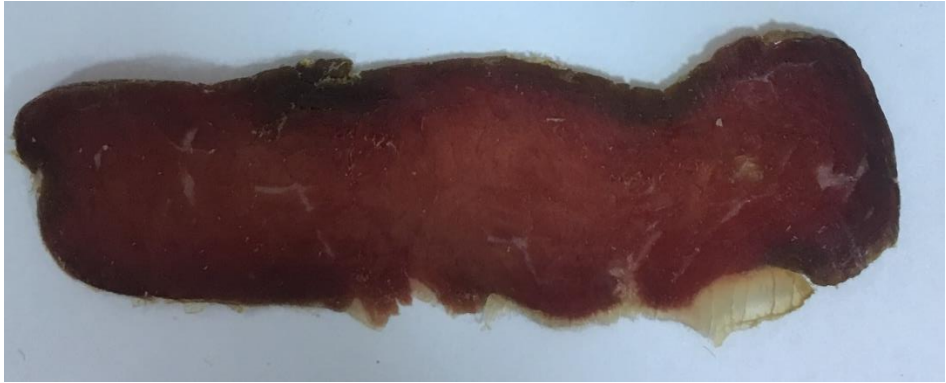


Şekil 4.31. Enzim uygulaması ve depolama süresi interaksyonunun pastırmanın genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisi

Aşağıdaki şekillerde (Şekil 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 ve 4.41) farklı transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitleri gösterilmiştir. Şekillerden de anlaşılacağı üzere enzim uygulanmayan pastırma örneklerinde yarıklar ve renk kusurları gözlemlenmiştir. Enzim uygulanan örneklerde ise böyle bir problemle karşılaşılmamıştır. Nitekim enzim uygulanan pastırma örneklerinin duyusal analiz puanları da daha yüksek puanlar almış ve panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir.



Şekil 4.32. Enzim içermeyen sırt pastırma



Şekil 4.33. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen sırt pastırma



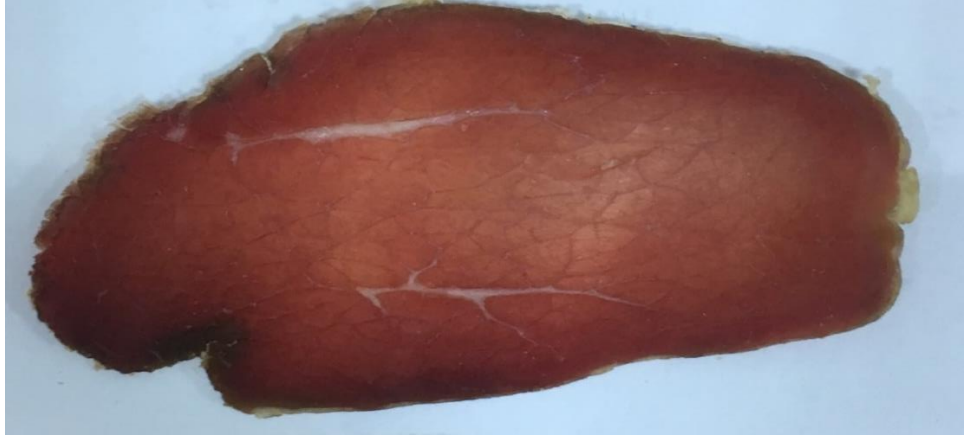
Şekil 4.34. Enzim içermeyen kuşgözü pastırma



Şekil 4.35. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen kuşgözü pastırma



Şekil 4.36. Enzim içermeyen şekerpare pastırma



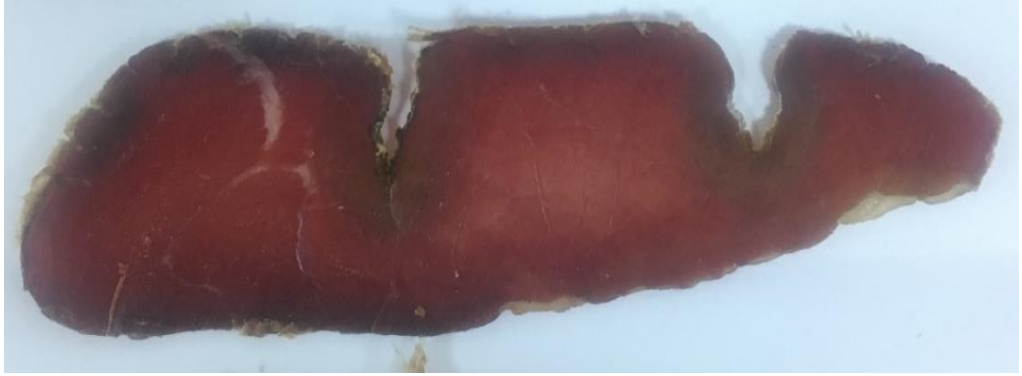
Şekil 4.37. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen şekerpare pastırma



Şekil 4.38. Enzim içermeyen kürek pastırma



Şekil 4.39. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen kürek pastırma



Şekil 4.40. Enzim içermeyen bohça pastırma



Şekil 4.41. %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen bohça pastırma

4.2.9. Tekstür analizleri

4.2.9.a. Tekstür profil analizi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin tekstür profil analiz sonuçları Çizelge 4.81’de sunulmuştur. Örneklerin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 19,447-63,763, 0,029-4,915, 0,467-0,772, 0,499-0,845, 13,038-46,116 ve 8,597-38,406 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.81. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin tekstür profil analiz sonuçları

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	Sertlik		Adesivlik		Yapışkanlık		Elastikiyet		Sakızımsılık		Çiğnenebilirlik	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	29,641	32,368	1,505	2,449	0,537	0,612	0,590	0,635	15,298	19,810	9,391	12,588
		32,289	43,248	0,417	4,915	0,564	0,515	0,610	0,599	18,207	22,253	11,103	13,328
	%0,50 Enzim	22,693	55,144	1,289	4,099	0,575	0,552	0,659	0,606	13,038	30,424	8,597	18,428
		26,758	61,999	1,128	0,029	0,600	0,467	0,658	0,534	16,055	28,939	10,557	15,454
Kuşgözü	Kontrol	32,783	63,763	1,658	1,934	0,772	0,723	0,845	0,833	25,307	46,116	21,389	35,150
		44,037	61,500	2,321	2,364	0,745	0,708	0,814	0,807	32,787	43,533	26,680	38,406
	%0,50 Enzim	39,159	46,459	0,455	1,490	0,734	0,740	0,805	0,800	28,735	34,361	23,124	27,486
		56,383	37,385	1,664	1,443	0,722	0,720	0,766	0,794	40,709	26,918	31,185	21,373
Şekerpare	Kontrol	36,611	36,803	2,395	0,220	0,722	0,755	0,650	0,794	26,451	27,774	17,189	22,044
		39,194	31,198	2,979	1,636	0,711	0,752	0,749	0,845	27,885	23,450	20,889	19,811
	%0,50 Enzim	19,447	30,875	2,130	0,034	0,735	0,753	0,780	0,799	14,289	23,235	11,141	18,575
		26,848	27,621	3,870	0,172	0,716	0,661	0,698	0,499	19,211	18,269	13,403	9,125
Kürek	Kontrol	26,624	39,011	3,034	0,461	0,659	0,614	0,653	0,722	17,547	23,963	11,461	17,304
		31,860	30,334	1,310	0,587	0,689	0,649	0,748	0,711	21,951	19,687	16,423	13,995
	%0,50 Enzim	35,648	24,924	1,803	4,066	0,624	0,681	0,608	0,792	22,229	16,984	13,508	13,460
		27,019	23,822	0,990	1,523	0,602	0,657	0,615	0,685	16,259	15,650	10,001	10,727
Bohça	Kontrol	33,476	41,774	1,571	0,312	0,621	0,692	0,614	0,723	20,805	28,925	12,773	20,903
		34,729	36,250	0,954	0,168	0,611	0,696	0,667	0,772	21,213	25,236	14,147	19,473
	%0,50 Enzim	31,202	32,237	0,592	0,316	0,696	0,725	0,715	0,815	21,720	23,374	15,527	19,044
		47,392	58,655	1,925	0,106	0,656	0,740	0,706	0,804	31,094	43,420	21,940	34,921

Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi değişkenlerinin pastırmanın sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.82’de verilmiştir. Enzim uygulaması faktörü pastırma örneklerinin tekstür profil analiz sonuçlarında herhangi bir değişime sebep olmazken ($P>0,05$), pastırma çeşidi faktörü sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiştir. Diğer taraftan pastırma çeşidi faktörü adesivlik değeri üzerinde ise herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Bunun yanı sıra pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonu ise incelenen parametrelerden sadece çiğnenebilirlik değeri üzerinde önemli ($P<0,05$) düzeyde etki gösterirken, diğer tekstür profil analiz parametreleri üzerinde (sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet ve sakızımsılık) etkili olmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.82). Akköse *et al.* (2018) tarafından manda eti kullanılarak üretilen pastırma çeşitleri üzerine yapılan bir çalışmada pastırma çeşidi faktörünün sertlik, adesivlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu, elastikiyet değeri üzerinde ise istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.82. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	501,101	5,833*
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	412,863	4,806**
Enzim uygulaması (EU)	1	16,671	0,194
PÇ*EU	4	111,191	1,294
Hata	29	85,906	
Total	40		
Adesivlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	0,803	0,488
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	1,789	1,089
Enzim uygulaması (EU)	1	0,413	0,251
PÇ*EU	4	0,769	0,468

Çizelge 4.82. (devam)

Hata	29	1,644	
Total	40		
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	0,000	0,262
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	0,043	30,695**
Enzim uygulaması (EU)	1	2,025E-006	0,001
PÇ*EU	4	0,002	1,093
Hata	29	0,001	
Total	40		
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	0,010	2,112
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	0,040	8,903**
Enzim uygulaması (EU)	1	0,001	0,325
PÇ*EU	4	0,005	1,123
Hata	29	0,005	
Total	40		
Sakızımsılık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	209,448	6,838*
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	317,497	10,366**
Enzim uygulaması (EU)	1	13,555	0,443
PÇ*EU	4	61,705	2,015
Hata	29	30,629	
Total	40		
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	164,702	9,544**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	320,200	18,555**
Enzim uygulaması (EU)	1	18,051	1,046
PÇ*EU	4	53,792	3,117*
Hata	29	17,257	
Total	40		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma çeşitlerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.83’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek sertlik değeri kuşgözü

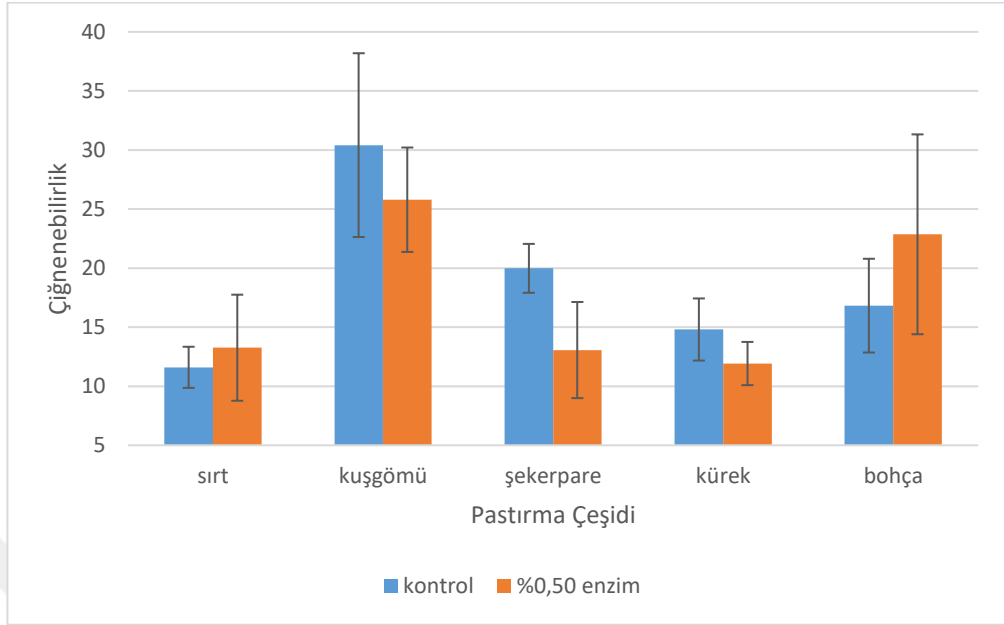
çeşidinde belirlenmiştir. Ancak bu ortalama değer, sırt ve bohça çeşidine ait ortalama değerden herhangi bir farklılık göstermemiştir. En düşük ortalama yapışkanlık ve elastikiyet değerleri ise sırt pastırmada belirlenmiştir. Diğer taraftan en yüksek ortalama sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. Sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiği zaman, istatistiki açıdan önem arz eden tüm tekstür profil analiz sonuçları dikkate alındığında sırt çeşidi pastırma en düşük ortalama değerleri, kuşgözü çeşidi ise en yüksek ortalama değerleri vermiştir (Çizelge 4.83). Akköse *et al.* (2018) manda eti kullanılarak üretilen pastırma çeşitleri (kuşgözü, sırt, bohça, kürek ve şekerpare) üzerinde yapmış oldukları çalışmada, en düşük sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini kuşgözü çeşidinde belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar en yüksek yapışkanlık değerini kürek çeşidinin verdiğini ve bu çeşide ait ortalama değerlerin kuşgözü ve bohça çeşitlerine ait ortalama değerlerden farklı olmadığını da bildirmişlerdir.

Çizelge 4.83. Pastırma çeşitlerinin sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Tekstürel Özellik	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Sertlik	38,018±14,103ab	47,684±11,592a	31,075±6,486b	29,905±5,356b	39,464±9,453ab
Adesivlik	1,979±1,732a	1,666±0,602a	1,680±1,430a	1,722±1,245a	0,743±0,682a
Yapışkanlık	0,553±0,047c	0,733±0,020a	0,726±0,031a	0,647±0,031b	0,680±0,046b
Elastikiyet	0,611±0,041c	0,808±0,024a	0,727±0,111b	0,692±0,064b	0,727±0,068b
Sakızimsılık	20,503±6,336c	34,808±7,860a	22,571±4,928bc	19,284±3,128c	26,973±7,617b
Çiğnenebilirlik	12,431±3,277c	28,099±6,357a	16,522±4,758bc	13,360±2,597c	19,841±6,915b

Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırmanın çiğnenebilirlik değeri üzerine pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.42’de gösterilmiştir. Bu sonuca göre bohça ve sırt pastırmalarda çiğnenebilirlik değeri enzim içeren gruplarda daha yüksek belirlenirken, kuşgözü, şekerpare ve kürek çeşitlerinde kontrol grupları daha yüksek ortalama değer göstermiştir. Bu sonuçlara göre enzim uygulaması pastırma çeşitlerinden şekerparede daha fazla etki göstermiştir.



Şekil 4.42. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksiyonunun pastırmanın çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi

4.2.9.b. Kesme testi

Kuru kür edilmiş et ürünlerinde kesme testi, örneklerin sertliği hakkında bilgi veren önemli bir parametredir (Ren *et al.* 2015). Pastırma örneklerinin maksimum kesme kuvveti sonuçları Çizelge 4.84’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük maksimum kesme kuvveti değeri (12,916) kuşgözü çeşidine ait kontrol grubunda, en yüksek değer (36,346) ise %0,50 oranında transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen şekerpare çeşidinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.84. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen kesme testi sonuçları

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	Maksimum Kesme Kuvveti (N)	
		1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	19,228	31,805
		22,465	25,411
	%0,50 Enzim	28,998	23,777
		26,165	26,025
Kuşgözü	Kontrol	17,759	12,916
		16,527	16,008
	%0,50 Enzim	20,414	20,348
		26,604	17,761
Şekerpare	Kontrol	36,182	26,483
		35,663	25,439
	%0,50 Enzim	36,346	24,848
		33,706	23,347
Kürek	Kontrol	24,102	25,505
		25,005	23,733
	%0,50 Enzim	35,358	32,397
		34,279	25,836
Bohça	Kontrol	24,193	23,004
		21,529	20,492
	%0,50 Enzim	25,142	23,678
		26,388	23,882

Pastırma çeşidi ve enzim uygulaması değişkenlerine ait maksimum kesme kuvveti değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.85’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere maksimum kesme kuvveti, enzim uygulaması ve pastırma çeşidi faktörlerinde $P < 0,01$ seviyesinde etkilenmiştir. Pastırma çeşidi x enzim uygulaması etkileşimi ise pastırmanın maksimum kesme kuvvetinde herhangi bir değişime sebep olmamıştır.

Çizelge 4.85. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların maksimum kesme kuvveti değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Blok	1	100,356	8,373**
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	164,309	13,708**
Enzim uygulaması (EU)	1	95,636	7,979**
PÇ*EU	4	23,487	1,960
Hata	29	11,986	
Total	40		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Kontrol grubuna ait örneklerin ortalama maksimum kesme kuvveti değeri, %0,50 oranında enzim uygulanarak üretilen pastırmalara ait ortalama değerden daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde I.denemede de enzim uygulamasının maksimum kesme kuvveti değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.86. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Enzim Uygulaması	Maksimum Kesme Kuvveti N
Kontrol	23,672±5,995b
%0,50	26,765±5,213a

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma çeşitlerinin maksimum kesme kuvveti değerlerine göre en yüksek ortalama değer şekerpare çeşidinde belirlenmiş ve bu ortalama değer kürek çeşidine ait ortalama değerden herhangi bir farklılık göstermemiştir. Kuşgözü çeşidi ise en düşük ortalama değeri vermiştir.

Çizelge 4.87. Pastırma çeşitlerinin kesme testi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pastırma çeşidi	Maksimum Kesme Kuvveti (N)
Sırt	25,484±3,859bc
Kuşgözü	18,542±4,055d
Şekerpare	30,252±5,704a
Kürek	28,277±4,863ab
Bohça	23,539±1,885c

Farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.2.9.c. Gerilme-gevşeme testi

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin gerilme-gevşeme testi sonuçları Çizelge 4.88’de gösterilmiştir. Maksimum kuvvet, gevşeme zamanı ve minimum kuvvet değerleri sırasıyla 21,262-103,158, 45,735-168,585 ve 9,875-32,275 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.88. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen gerilme-gevşeme testi sonuçları

Pastırma çeşidi	Enzim Uygulaması	Maksimum Kuvvet (N)		Gevşeme Zamanı (sn)		Minimum Kuvvet (N)	
		1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok	1.Blok	2.Blok
Sırt	Kontrol	53,54	49,279	67,96	49,020	15,927	13,697
		58,711	35,991	63,27	45,735	17,137	9,875
	%0,50 Enzim	40,898	48,70	74,350	72,890	12,550	14,662
		35,961	51,597	66,090	62,045	10,700	15,013
Kuşgözü	Kontrol	48,153	61,074	106,32	150,225	15,505	20,885
		64,153	70,682	77,87	132,470	19,278	23,640
	%0,50 Enzim	84,777	67,866	75,025	76,78	25,548	20,678
		81,349	79,138	70,755	90,165	24,012	24,828
Şekerpare	Kontrol	51,115	38,035	102,495	52,740	16,378	10,801
		73,235	35,115	115,700	49,610	23,917	10,126
	%0,50 Enzim	21,262	47,531	69,085	77,21	6,457	14,660
		38,138	58,463	66,845	86,57	11,411	18,350
Kürek	Kontrol	72,776	29,816	168,585	59,910	25,305	8,651
		53,850	32,691	52,180	50,445	15,033	9,362
	%0,50 Enzim	43,086	34,291	68,065	79,100	12,913	10,613
		34,222	40,535	68,145	65,05	10,182	12,102
Bohça	Kontrol	103,158	71,77	91,46	106,345	32,274	23,225
		97,163	76,628	56,345	112,660	27,526	25,054
	%0,50 Enzim	78,804	51,537	85,620	58,980	24,782	15,025
		70,580	76,062	83,955	59,310	21,929	22,059

Pastırma örneklerinin gerilme-gevşeme testi parametrelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.89’da sunulmuştur. Örneklerin gerilme-gevşeme parametrelerinden maksimum kuvvet ve minimum kuvvet değerleri üzerine sadece pastırma çeşidi faktörünün çok önemli ($P<0,01$) etkisi tespit edilmiştir. Enzim uygulaması ve pastırma

çeşidi x enzim uygulaması interaksiyonunun gerilme-gevşeme testi parametreleri üzerine herhangi bir önemli etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Gevşeme zamanı üzerine de ana varyasyon kaynaklarının ve bunların interaksiyonunun ise önemli bir etkisi saptanmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.89. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırmaların gerilme-gevşeme testi parametrelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Maksimum Kuvvet (N)			Gevşeme Zamanı(sn)			Minimum Kuvvet (N)		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Blok	1	548,562	3,619	1	215,574	0,318	1	51,661	2,887
Pastırma çeşidi (PÇ)	4	2106,802	13,899**	4	1247,431	1,840	4	214,040	11,961**
Enzim uygulaması (EU)	1	212,235	1,400	1	1629,580	2,403	1	30,839	1,723
PÇ*EU	4	344,782	2,275	4	700,345	1,033	4	27,168	1,518
Hata	29	151,581		29	678,096		29	17,895	
Total	40			40			40		

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, **: $P<0,01$

Maksimum kuvvet ve minimum kuvvet değerleri açısından kuşgözü ve bohça çeşidi pastırmalara ait ortalama değerler kürek, şekerpare ve sırt çeşidine ait ortalama değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Pastırma çeşitlerinin gerilme-gevşeme testi parametrelerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gerilme-Gevşeme Testi Parametresi	Pastırma Çeşidi				
	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Maksimum Kuvvet (N)	46,835±8,360b	69,649±12,106a	45,362±15,937b	42,658±14,355b	78,213±16,037a
Gevşeme Zamanı(sn)	62,670±10,381a	97,451±29,688a	77,532±23,120a	76,435±38,367a	81,834±21,850a
Minimum Kuvvet (N)	13,695±2,518b	21,797±3,372a	14,013±5,506b	13,020±5,374b	23,984±4,954a

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

4.2.10. Uçucu bileşikler

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzim preparatı kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin (sırt, kuşgözü, şekerpare, kürek ve bohça) uçucu bileşik profili Çizelge 4.91’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre alkoller (3), aldehitler (17), ketonlar (7), aromatik hidrokarbonlar (2), alifatik hidrokarbonlar (9), sülfürlü bileşikler (5), esterler (1), furanlar (2), nitrojenli bileşikler (1) ve asitler (1) gibi 10 değişik kimyasal gruba dahil toplam 48 adet bileşik belirlenmiştir.



Çizelge 4.91. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşikleri (AUx10⁻⁶)

Bileşik	Blok	Kontrol					%0,50 Enzim				
		Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Alkoller											
Etanol	1	1,91	6,19	2,68	0,50	0,55	1,38	1,99	3,09	0,67	0,00
		0,75	2,01	2,86	1,33	2,44	0,54	0,53	0,84	0,14	1,04
	2	0,79	0,61	1,32	0,00	3,55	0,64	1,52	0,68	0,21	0,44
		4,97	1,39	3,81	1,15	1,13	0,00	0,00	0,00	0,43	0,59
1-propen-2-ol	1	3,60	1,53	6,02	1,91	0,63	5,48	7,87	5,96	6,45	1,54
		0,73	2,43	6,07	9,53	5,18	1,65	1,38	1,03	6,53	4,41
	2	1,02	1,18	1,93	1,70	6,36	3,08	3,73	3,96	1,71	0,00
		6,75	5,78	7,31	5,60	1,63	1,31	0,42	0,46	6,48	2,47
3-hekzanol	1	0,66	0,75	0,76	0,00	0,00	0,80	0,85	0,57	0,83	0,59
		0,29	0,37	0,89	0,82	0,82	0,54	0,50	0,50	0,98	0,70
	2	0,00	0,44	0,00	0,40	1,23	0,43	0,82	0,78	0,76	0,68
		0,94	0,66	0,92	0,70	0,43	0,65	0,70	0,00	1,17	0,54
Aldehitler											
Asetaldehit	1	4,50	2,99	0,52	0,91	5,17	3,67	4,32	1,95	1,09	4,07
		3,53	3,17	0,00	0,18	5,65	5,32	5,60	3,00	0,69	0,70
	2	1,24	5,83	3,70	1,98	0,72	4,30	5,07	3,36	1,72	5,96
		0,12	6,24	2,94	0,50	2,90	5,35	5,76	0,73	1,75	5,04
Heptanal	1	0,69	1,00	0,53	0,39	0,33	0,58	0,87	0,72	0,41	0,29
		0,00	0,41	0,75	0,52	0,82	0,29	0,00	0,00	1,02	0,50
	2	0,27	0,00	0,00	0,00	0,81	0,15	0,35	0,62	0,00	0,00
		1,06	0,69	0,81	0,00	0,34	0,00	0,29	0,00	0,46	0,59
Pentanal	1	4,14	3,58	2,96	0,00	0,66	2,98	6,32	3,60	3,39	1,59
		1,27	0,00	3,26	1,28	2,94	1,04	1,64	1,35	3,85	4,39
	2	0,63	1,72	0,79	1,02	2,09	4,13	3,79	4,35	1,92	1,39

Çizelge 4.91. (devam)

		3,65	5,86	2,20	2,83	0,25	2,13	1,23	0,68	4,79	3,99
Hekzanal	1	38,75	34,72	39,20	3,22	10,32	32,59	65,47	51,68	46,16	31,71
		16,11	8,17	42,68	8,83	31,61	15,06	22,23	24,75	53,10	70,86
	2	6,87	21,64	5,78	14,27	19,03	40,49	39,68	52,14	26,75	27,52
		33,94	60,48	18,40	31,84	6,04	24,79	15,89	11,55	56,56	54,17
2-hekzenal	1	0,39	0,66	0,23	0,00	0,00	0,34	0,61	0,45	0,11	0,00
		0,00	0,19	0,00	0,24	0,32	0,00	0,17	0,00	0,22	0,11
	2	0,10	0,31	0,00	0,00	0,43	0,18	0,29	0,16	0,00	0,00
		0,75	0,43	0,37	0,17	0,00	0,00	0,10	0,00	0,20	0,17
Heptanal	1	4,04	3,59	2,35	0,52	0,75	2,89	5,40	3,34	2,72	1,45
		1,77	1,01	2,81	0,52	2,03	1,33	1,84	1,49	3,29	2,98
	2	0,87	2,54	0,66	1,10	2,06	3,41	3,29	3,77	2,03	1,63
		3,83	5,05	1,99	2,56	0,62	2,80	1,42	1,05	3,89	3,17
2-heptenal (E)	1	1,40	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,00	0,00	0,00
		0,00	1,25	0,76	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00
		1,65	1,24	0,73	0,54	0,00	0,63	0,37	0,00	0,00	0,00
Benzaldehit	1	10,13	11,37	10,84	17,00	19,92	10,69	9,59	4,05	7,42	3,15
		6,82	6,78	14,14	25,15	24,42	7,16	6,79	2,49	6,71	0,00
	2	3,92	7,11	21,51	13,90	22,19	6,30	7,77	4,96	2,91	2,94
		6,32	8,82	27,62	20,58	13,22	5,14	5,27	0,00	3,22	3,72
Oktanal	1	3,80	4,17	3,70	1,06	1,40	3,91	4,75	3,27	4,09	2,03
		1,80	1,36	4,09	2,26	3,27	1,99	1,98	1,96	4,68	4,14
	2	1,24	2,12	1,33	1,91	4,87	3,42	3,32	4,79	2,82	2,16
		5,74	4,27	3,56	4,32	1,32	2,82	1,42	2,15	4,73	3,92

Çizelge 4.91. (devam)

2,4-heptadienal (E,E)-	1	0,78	1,65	0,82	0,65	0,43	0,74	0,57	0,00	0,00	0,34
		0,56	0,73	1,86	0,59	1,29	0,40	0,45	0,26	2,11	0,00
	2	0,46	1,56	0,00	0,49	3,09	0,42	0,96	0,47	0,47	0,19
		0,98	1,36	1,17	0,76	0,33	0,70	0,73	0,00	0,20	0,23
2-oktenal, (E)-	1	2,24	3,02	1,48	1,17	0,76	2,22	2,94	1,64	0,00	0,96
		0,80	1,33	2,51	1,94	1,87	1,01	1,21	0,86	3,39	1,08
	2	1,00	3,21	1,05	0,98	3,75	1,82	2,82	1,72	2,11	0,84
		3,32	3,60	2,82	2,09	0,60	2,58	1,39	0,65	2,06	1,65
Nonanal	1	8,04	8,87	13,72	4,98	5,03	9,29	9,66	10,99	10,74	5,98
		2,67	4,38	14,80	8,88	9,51	6,28	4,54	7,64	11,78	11,43
	2	4,02	5,34	4,85	5,14	10,29	7,03	7,94	10,79	5,95	6,17
		13,99	10,61	12,10	10,15	3,94	6,19	3,96	5,57	9,65	10,27
Trans-2-nonanal	1	1,27	1,67	1,07	1,17	1,42	1,22	2,20	1,17	1,25	1,07
		1,20	1,46	1,60	1,43	1,33	1,10	1,82	0,00	1,51	0,76
	2	1,05	1,95	1,44	1,32	1,46	1,36	2,24	1,38	1,35	1,20
		1,98	2,21	2,01	1,67	0,90	1,77	1,57	1,44	1,67	1,36
2,4-nonadienal	1	0,00	0,68	0,65	1,14	0,81	0,00	0,77	1,92	0,80	1,08
		0,65	0,65	0,00	0,94	0,73	0,93	0,46	0,71	4,28	0,39
	2	0,44	0,00	0,60	1,00	0,00	0,36	0,95	0,38	2,17	0,32
		0,53	1,00	0,77	0,84	0,70	0,00	0,89	0,75	0,84	0,52
2-metil-3-fenil-propanal	1	1,03	1,69	1,21	1,27	1,21	2,08	1,81	1,21	1,48	1,49
		1,28	1,77	1,59	1,14	1,20	1,31	1,53	1,09	0,00	0,84
	2	0,00	1,69	1,17	1,3	0,00	1,10	2,01	0,00	1,84	1,30
		1,42	1,96	1,46	1,37	1,06	1,65	1,74	1,65	1,77	0,00
2-metil-2-bütenal	1	1,32	0,76	0,64	0,32	0,26	1,00	1,64	0,00	0,71	0,31
		0,30	0,22	1,09	0,92	1,29	0,37	0,46	0,35	1,04	0,78
	2	0,17	0,71	0,47	0,33	0,00	1,58	1,46	1,03	0,28	0,58

Çizelge 4.91. (devam)

2,4-dekadienal (E,E)-	1	1,03	1,66	1,29	0,64	0,31	0,00	0,36	0,19	0,97	1,31
		0,00	0,00	0,47	1,05	0,59	0,00	0,32	0,00	0,00	0,61
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,63	0,54	0,00	0,81
	2	0,30	0,88	0,68	0,77	1,26	0,00	0,88	0,00	0,79	1,11
		0,00	0,42	0,32	0,37	1,08	0,54	1,02	1,00	0,83	0,00
Ketonlar											
2-heptanon	1	0,59	0,87	0,59	0,29	0,27	0,68	0,44	0,77	0,47	0,32
		0,13	0,39	0,64	0,47	0,61	0,17	0,44	0,36	0,47	0,85
	2	0,20	0,55	0,26	0,25	0,68	0,26	0,68	0,36	0,00	0,21
		1,05	0,75	0,64	0,41	0,29	0,00	0,68	0,00	0,36	0,39
2,3-oktandion	1	7,35	10,02	12,24	4,76	4,48	9,67	11,01	9,96	10,64	6,15
		2,93	2,42	12,21	12,41	12,20	4,28	3,58	4,90	10,44	18,10
	2	2,49	3,75	0,00	4,82	10,65	7,13	7,41	9,24	4,51	5,10
		9,84	10,13	11,26	11,24	3,91	4,97	2,98	6,13	8,88	9,43
6-metil-5-hepten-2-on	1	0,49	0,82	0,44	0,16	0,13	0,51	0,30	0,24	0,31	0,14
		0,00	0,21	0,58	0,36	0,47	0,12	0,10	0,24	0,52	0,86
	2	0,19	0,00	0,00	0,12	0,88	0,18	0,21	0,22	0,23	0,10
		1,25	0,29	0,42	0,31	0,18	0,00	0,00	0,00	0,22	0,20
2-oktanon	1	0,73	1,38	0,55	0,17	0,15	0,66	0,50	0,38	0,00	0,00
		0,20	0,47	0,80	0,39	0,59	0,22	0,00	0,38	0,41	0,00
	2	0,28	0,35	0,38	0,00	1,00	0,00	0,46	0,32	0,21	0,11
		1,56	0,45	0,71	0,31	0,3	0,44	0,20	0,00	0,18	0,21
5-metil-3-hepten-2-on	1	0,67	0,53	0,54	0,21	0,28	0,80	0,52	0,26	0,40	0,30
		0,14	0,00	0,76	0,38	0,74	0,23	0,00	0,16	0,65	0,88
	2	0,30	0,40	0,00	0,11	0,94	0,28	0,42	0,23	0,27	0,37
		0,68	0,51	0,32	0,26	0,00	0,22	0,16	0,00	0,25	0,46

Çizelge 4.91. (devam)

3-okten-2-on	1	1,18	1,30	1,08	0,72	0,52	1,44	1,48	0,94	0,91	0,78
		0,50	0,50	1,66	1,15	1,26	0,77	0,53	0,63	1,35	3,21
	2	0,45	0,97	0,93	0,52	1,41	0,75	1,20	0,84	0,67	0,45
		1,37	1,36	1,21	0,96	0,47	0,76	0,57	1,00	0,85	0,81
3,5-oktadien-2-on	1	0,82	0,00	1,27	0,81	0,66	0,87	0,57	0,44	0,82	0,77
		0,50	0,47	1,51	0,79	0,92	0,79	0,80	0,73	1,17	0,68
	2	0,39	0,95	0,42	0,71	0,79	0,00	1,33	0,84	0,61	0,61
		0,59	0,59	1,22	0,00	0,37	0,74	1,06	0,64	0,00	0,42
Aromatik Hidrokarbonlar											
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	1	0,67	1,49	0,42	0,16	0,18	0,62	0,45	0,28	0,39	0,00
		0,23	0,27	0,58	0,00	0,48	0,27	0,38	0,21	0,46	0,00
	2	1,01	1,07	1,12	0,47	2,02	0,33	0,90	0,56	0,41	0,17
		3,02	1,09	1,19	0,70	0,53	0,93	0,39	0,41	0,33	0,22
Stiren	1	0,44	0,32	0,00	0,00	0,00	0,31	0,19	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,15	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,62	0,19	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alifatik Hidrokarbonlar											
Hekzan	1	86,08	33,90	85,73	60,38	65,38	73,22	39,49	78,89	86,21	59,53
		51,17	35,74	84,59	65,47	66,19	42,17	44,17	55,71	89,76	78,88
	2	31,68	32,09	27,35	47,52	63,12	59,91	60,97	70,92	34,53	52,52
		15,14	31,22	43,77	42,07	43,72	16,35	61,07	92,42	48,09	71,13
Oktan	1	0,68	0,91	0,78	0,00	0,56	0,76	0,72	1,13	0,97	0,62
		0,00	0,00	0,74	1,03	1,23	0,62	0,00	0,81	0,93	0,89
	2	0,48	0,78	0,81	0,49	0,00	0,49	1,08	0,00	0,00	0,60
		1,41	0,89	1,14	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,75	0,77

Çizelge 4.91. (devam)

Nonan	1	0,36	0,45	0,27	0,21	0,15	0,44	0,33	0,36	0,30	0,27
		0,11	0,17	0,39	0,29	0,25	0,00	0,22	0,24	0,00	0,28
	2	0,13	0,00	0,17	0,19	0,50	0,15	0,25	0,32	0,00	0,15
		0,32	0,24	0,36	0,24	0,17	0,15	0,19	0,15	0,20	0,20
Dekan	1	0,40	1,40	0,42	0,24	0,25	0,32	0,42	0,61	0,42	0,00
		0,22	0,32	0,39	0,39	0,39	0,28	0,61	0,42	0,40	0,39
	2	0,27	0,30	0,27	0,28	0,38	0,27	0,30	0,43	0,00	0,20
		0,52	0,35	0,53	0,38	0,25	0,20	0,31	0,22	0,24	0,34
Undekan	1	1,38	1,52	1,05	0,99	0,89	0,92	1,67	1,34	1,22	0,94
		0,64	0,77	2,74	1,43	1,48	0,84	0,73	0,91	2,08	0,00
	2	0,70	1,61	0,75	0,87	2,41	0,89	1,91	1,12	0,98	0,68
		2,06	1,71	1,85	1,28	0,88	0,00	0,87	0,00	0,81	0,85
Dodekan	1	1,41	2,08	1,46	1,04	1,65	2,27	3,45	2,09	2,03	2,05
		0,78	0,00	2,30	1,80	1,72	0,98	1,28	1,34	2,73	1,41
	2	1,04	1,70	1,22	1,48	4,24	1,09	1,71	1,27	1,48	0,83
		2,93	3,50	2,06	1,27	1,34	1,31	2,00	0,72	1,39	1,16
Tridekan	1	0,00	1,23	1,73	1,5	0,21	0,00	0,00	3,41	1,66	1,83
		0,28	0,24	5,20	1,82	1,51	1,19	1,02	1,38	3,86	1,62
	2	0,56	0,00	0,80	1,19	0,00	0,93	1,45	1,51	3,37	1,42
		1,36	1,65	1,73	1,26	0,99	1,90	1,04	1,00	1,39	1,58
Tetradekan	1	0,63	0,00	0,50	0,00	0,00	0,91	0,17	1,54	0,80	0,63
		0,37	0,00	2,03	0,96	1,12	0,00	0,26	0,37	1,32	0,00
	2	0,55	0,93	0,00	0,39	0,61	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00
		0,49	0,51	0,36	0,78	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,57
Metil-siklopentan	1	7,21	3,70	8,70	6,01	6,80	6,61	3,37	7,41	8,75	6,32
		4,96	8,70	8,91	6,66	6,18	0,00	3,95	5,61	9,54	8,30
	2	2,58	3,01	3,38	4,47	6,79	5,11	5,10	6,71	3,17	5,29

Çizelge 4.91. (devam)

		1,17	3,06	5,58	4,87	4,86	2,06	5,49	1,08	4,71	6,33
Sülfürlü Bileşikler											
Alil merkaptan	1	0,00	1,50	2,52	0,81	1,99	2,04	1,65	2,09	1,37	0,61
		0,49	0,68	2,54	2,37	3,40	1,04	0,25	1,00	1,29	1,27
	2	0,81	0,26	0,98	0,58	2,42	1,03	1,07	1,26	0,24	0,73
		5,93	1,48	2,67	0,79	1,00	0,00	0,49	0,90	1,07	1,35
3,3'tiyobis-1-propen	1	1,80	1,53	4,89	0,93	1,00	3,60	1,93	5,32	1,81	1,09
		0,42	0,54	5,93	2,38	4,07	1,62	0,53	2,38	2,13	3,71
	2	0,68	0,91	0,91	0,53	2,75	1,25	1,87	3,79	0,72	1,55
		4,16	2,75	3,42	1,48	0,93	0,75	0,53	1,03	1,69	3,26
2-propenil disülfür, metil	1	1,77	1,11	1,58	0,76	0,61	2,52	1,66	2,80	0,81	0,74
		0,46	0,70	2,19	1,02	1,66	1,31	0,67	1,35	1,46	1,45
	2	0,81	1,50	0,71	0,37	2,17	1,06	1,41	1,61	0,62	0,96
		3,20	2,40	1,63	0,76	0,87	1,13	0,63	0,62	1,05	1,78
Dialil disülfür	1	9,37	10,25	22,77	8,83	9,69	17,32	12,22	27,24	9,63	9,39
		4,68	7,43	27,04	12,06	18,27	14,38	6,29	22,77	12,23	18,18
	2	7,70	10,41	9,09	5,65	16,60	8,59	13,72	20,09	8,55	14,29
		23,90	17,86	22,38	9,67	9,57	9,73	7,14	10,36	10,97	19,13
3-(metiltiyo)-1-propen	1	0,62	0,62	1,38	0,00	0,00	0,98	0,61	1,13	0,59	0,00
		0,00	0,00	1,70	0,70	1,20	0,00	0,00	0,73	0,00	0,88
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	0,39	0,48	0,90	0,32	0,00
		1,26	0,97	0,80	0,43	0,00	0,49	0,00	0,00	0,52	0,85
Esterler											
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	1	1,05	1,36	0,00	0,11	0,00	1,62	0,29	0,07	0,00	0,00
		0,23	0,50	0,59	0,76	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
		0,73	0,29	0,33	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00

Çizelge 4.91. (devam)

Furanlar											
2-bütil furan	1	0,25	0,37	0,27	0,20	0,12	0,30	0,21	0,34	0,29	0,28
		0,00	0,00	0,29	0,22	0,26	0,10	0,00	0,21	0,27	0,41
	2	0,00	0,23	0,00	0,20	0,28	0,10	0,12	0,29	0,14	0,15
		0,37	0,23	0,21	0,21	0,10	0,26	0,00	0,00	0,23	0,20
2-pentil-furan	1	0,00	0,00	1,91	0,82	0,77	1,65	1,05	1,62	1,44	0,84
		0,61	0,00	1,70	1,63	2,13	0,66	0,38	0,94	1,55	2,03
	2	0,73	0,00	0,74	0,76	2,29	1,30	0,84	1,51	1,19	0,85
		1,75	1,13	1,19	1,15	0,82	0,57	0,4	0,57	1,38	1,50
Nitrojenli Bileşikler											
1-metil-1H-pirol	1	0,00	0,58	0,58	0,34	0,23	0,58	0,50	0,79	0,43	0,24
		0,00	0,25	0,00	0,95	0,66	0,58	0,30	0,34	0,81	0,55
	2	0,19	0,00	0,00	0,26	0,92	0,72	0,77	0,58	0,00	0,41
		1,15	0,67	1,34	0,00	0,31	0,67	0,00	0,00	0,53	0,67
Asitler											
Asetik asit	1	0,55	0,81	0,73	1,08	0,40	0,70	0,61	0,37	0,26	0,00
		0,00	0,30	1,32	2,23	1,20	0,00	0,33	0,00	0,65	0,26
	2	0,00	0,00	0,81	0,69	0,60	0,00	0,46	0,63	0,00	0,00
		0,44	0,24	2,19	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00

Enzim uygulaması ana varyasyon kaynağının etanol, hekzanal, benzaldehit, 2-oktanon, 1-metil-2-(1-metiletil)- benzen ve asetik asit üzerine çok önemli ($P<0,01$), 2,4-heptadinal, (E,E)-, stiren ve undekan üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisi saptanmıştır. Diğer taraftan pastırma çeşidi asetaldehit, 2-heptenal (E), trans-2-nonanal, dialil disülfür ve asetik asit üzerine $P<0,01$, benzaldehit, 2,4-nonadienal, 2-metil-3-fenil propanal, stiren, hekzan, tridekan, metil-siklopentan, 3,3'tiyobis-1-propen ve 2-pentil furan üzerine de $P<0,05$ seviyesinde etkisi belirlenmiştir. Enzim uygulaması x pastırma çeşidi interaksyonu ise benzaldehit miktarında çok önemli ($P<0,01$) ve asetik asit değerinde önemli ($P<0,05$) değişime sebep olmuştur (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Bileşik Adı	Enzim Uygulaması (EU)			Pastırma çeşidi (PÇ)			EU*PÇ			Blok		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Alkoller												
Etanol	1	15,889	9,589**	4	2,298	1,387	4	0,488	0,294	1	1,685	1,017
1-propen-2-ol	1	3,009	0,435	4	7,152	1,034	4	3,615	0,522	1	7,268	1,050
3-hekzanol	1	0,133	1,290	4	0,038	0,363	4	0,108	1,048	1	2,250E-005	0,000
Aldehitler												
Asetaldehit	1	6,939	2,853	4	17,796	7,316**	4	1,391	0,572	1	1,673	0,688
Heptanal	1	0,130	1,085	4	0,018	0,150	4	0,084	0,699	1	0,339	2,827
Pentanal	1	7,586	2,654	4	0,810	0,283	4	1,585	0,555	1	0,016	0,006
Hekzanal	1	2421,914	8,180**	4	59,560	0,201	4	363,871	1,229	1	157,569	0,532
2-hekzenal	1	0,055	1,359	4	0,071	1,758	4	0,015	0,382	1	,004	0,090
Heptanal	1	3,660	2,385	4	1,713	1,117	4	1,086	0,708	1	,036	0,023
2-heptenal (E)	1	1,967	5,272*	4	2,509	6,726**	4	0,380	1,019	1	0,150	0,402
Benzaldehit	1	916,615	66,177**	4	38,153	2,755*	4	146,325	10,564**	1	7,396	0,534
Oktanal	1	1,112	0,560	4	0,163	0,082	4	1,238	0,623	1	0,148	0,074
2,4-heptadienal (E,E)-	1	2,663	7,251*	4	0,226	0,616	4	0,459	1,249	1	0,003	0,008
2-oktenal, (E)-	1	1,086	1,207	4	1,190	1,324	4	0,502	0,559	1	1,455	1,618
Nonanal	1	0,007	0,001	4	12,479	1,204	4	7,052	0,680	1	5,822	0,562
Trans-2-nonanal	1	0,118	1,116	4	0,604	5,720**	4	0,139	1,316	1	0,787	7,456*
2,4-nonadienal	1	1,021	2,566	4	1,503	3,779*	4	0,403	1,014	1	0,513	1,290
2-metil-3-fenil-propanal	1	0,029	0,105	4	0,824	2,961*	4	0,243	0,875	1	0,076	0,272
2-metil-2-bütenal	1	0,012	0,044	4	0,120	0,438	4	0,182	0,664	1	0,009	0,032
2,4-dekadienal (E,E)-	1	0,077	0,522	4	0,243	1,652	4	0,109	0,743	1	1,014	6,912*
Ketonlar												
2-heptanon	1	0,181	2,597	4	0,025	0,354	4	0,032	0,463	1	0,122	1,753

Çizelge 4.92. (devam)

2,3-oktandion	1	0,729	0,045	4	12,395	0,761	4	3,007	0,185	1	32,184	1,977
6-metil-5-hepten-2-on	1	0,184	2,181	4	0,025	0,302	4	0,039	0,464	1	0,089	1,061
2-oktanon	1	0,986	9,293**	4	0,129	1,213	4	0,056	0,530	1	0,003	0,024
5-metil-3-hepten-2-on	1	0,021	0,312	4	0,062	0,932	4	0,042	0,627	1	0,129	1,940
3-okten-2-on	1	0,004	0,016	4	0,070	0,249	4	0,157	0,560	1	0,475	1,699
3,5-oktadien-2-on	1	0,000	0,003	4	0,112	0,989	4	0,199	1,747	1	0,242	2,127
Aromatik Hidrokarbonlar												
1-metil-2-(1-metiletil)-benzen	1	2,021	8,958**	4	0,365	1,618	4	0,195	0,865	1	2,176	9,648**
Stiren	1	0,108	6,504*	4	0,058	3,472*	4	0,021	1,278	1	0,001	0,060
Alifatik Hidrokarbonlar												
Hekzan	1	1036,629	3,398	4	904,224	2,964*	4	83,452	,274	1	2840,405	9,311**
Oktan	1	0,002	0,011	4	,028	0,138	4	0,168	,839	1	0,256	1,282
Nonan	1	0,015	0,938	4	,012	0,779	4	0,005	,314	1	0,026	1,615
Dekan	1	0,102	2,412	4	,050	1,178	4	0,017	,410	1	0,081	1,915
Undekan	1	1,702	4,871*	4	,229	0,655	4	0,334	,955	1	0,043	0,123
Dodekan	1	0,148	0,194	4	,305	0,400	4	0,608	,799	1	0,000	0,001
Tridekan	1	1,722	1,887	4	3,250	3,561*	4	0,896	,982	1	0,520	0,570
Tetradekan	1	0,199	0,795	4	,185	0,741	4	0,039	,154	1	0,778	3,112
Metil-siklopentan	1	0,213	0,061	4	13,165	3,791*	4	2,545	0,733	1	34,708	9,995**
Sülfürlü Bileşikler												
Alil merkaptan	1	3,888	3,126	4	0,970	0,780	4	0,459	0,369	1	0,371	0,298
3,3'tiyobis-1-propen	1	0,053	0,029	4	5,982	3,255*	4	0,284	0,154	1	4,001	2,177
Metil 2-propenil disülfür	1	0,010	0,020	4	0,642	1,270	4	0,095	0,188	1	0,045	0,089
Dialil disülfür	1	2,025	0,070	4	141,428	4,891**	4	3,770	0,130	1	15,178	0,525
3(metiltiyo)-1-propen	1	0,123	0,454	4	0,343	1,264	4	0,043	0,159	1	0,135	0,496

Çizelge 4.92. (devam)

Esterler												
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	1	0,267	2,107	4	0,309	2,433	4	0,026	0,207	1	0,668	5,267*
Furanlar												
2-bütül furan	1	0,000	0,014	4	0,009	0,646	4	0,011	0,802	1	0,029	2,034
2-pentil-furan	1	0,114	0,379	4	1,122	3,716*	4	0,172	0,571	1	0,028	0,093
Nitrojenli Bileşikler												
1-metil-1H-pirol	1	0,012	0,080	4	0,015	0,098	4	0,026	0,168	1	0,017	0,110
Asitler												
Asetik asit	1	2,932	16,966**	4	0,729	4,218**	4	0,561	3,246*	1	0,308	1,782

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

Pastırma örneklerinde alkoller grubuna dahil üç bileşik tespit edilmiştir. Ancak bu alkollerden yalnızca etanol enzim uygulamasından istatistiki olarak etkilenmiş ve kontrol gruplarında enzim içeren gruplara göre daha yüksek değerler vermiştir. Pastırma çeşidi ise alkoller üzerine önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Alkoller düşük koku eşik değerine sahip oldukları için et ürünlerinin aromasında çok önemli bir role sahiptirler (Lorenzo *et al.* 2014). Kaban (2009) tarafından pastırma üzerinde yürütülen bir araştırmada hammaddede alkollerin bulunmadığı, ancak üretim sırasında 5 farklı alkolün belirlendiği rapor edilmiştir.

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinde belirlenen 2-heptenal (E), benzaldehit ve 2,4-heptadienal (E,E) enzim uygulaması faktöründen etkilenmiş ve bu bileşikler kontrol gruplarında daha yüksek bulunmuşlardır. Diğer taraftan hekzanal enzim içeren gruplarda daha yüksek bir ortalama değere sahip olmuştur. Pastırma çeşidi faktöründen etkilenen asetaldehit en düşük ortalama değeri kürek çeşidinde vermiş ve şekerpare çeşidine ait ortalama değer kürek çeşidine ait değerlerden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir. En yüksek ortalama 2-heptanal (E) ve trans-2-nonanal değerleri ise kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. Diğer pastırma çeşitlerinin (sırt, şekerpare, kürek ve bohça) ortalama 2-heptanal (E) ve trans-2-nonanal değerleri ise birbirinden farklı bulunmamıştır. Benzaldehit bakımından en düşük ortalama değer sırt çeşidinde tespit edilmiş ve bu değer kuşgözü çeşidinden istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir. 2,4-nonadienal en yüksek ortalama değeri kürek çeşidinde vermiştir. Diğer gruplar arasında ise istatistiki olarak herhangi bir farklılık saptanmamıştır. En yüksek ortalama 2-metil-3-fenilpropanal kuşgözü çeşidinde gözlemlenmiş ve bu değer sırt ve kürek çeşidi pastırmalara ait ortalama değerlerden farklı bulunmamıştır. Ayrıca mevcut bu araştırmada aldehitler sayı bakımından dominant bileşik grubu olarak belirlenmiştir. Ayrıca pastırma (Kaban 2009; Akköse *et al.* 2017) ve kuru kür edilmiş et ürünleri üzerinde yürütülen çalışmalarda (Lorenzo 2014; Lorenzo *et al.* 2014; Wu *et al.* 2015; Yang *et al.* 2017) olduğu gibi mevcut bu araştırmada da hekzanal majör bileşen olarak saptanmıştır. Hekzanal araşidonik ve linoleik asit gibi n-6 yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır (Kaban 2009; Lorenzo 2014). Bunun yanı sıra doymuş (pentanal,

hekzanal, heptanal, oktanal ve nonanal) ve doymamış (2-pentanal, 2-hegzanal, 2-heptanal, 2-oktenal ve 2-nonanal) aldehitler doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşabilmektedir. Diğer taraftan dallanmış zincirli aldehitler (2-metilpropanal ve 3-metilbütanal) ise proteoliz ve aminoasit degradasyonu sonucu meydana gelebilmektedir (Lorenzo *et al.* 2014).

Pastırma örneklerinde belirlenen 7 adet ketondan sadece 2-oktanon enzim uygulaması faktöründen etkilenmiş ve kontrol grubunda daha yüksek bir ortalama değere sahip olmuştur. Petričević *et al.* (2018) ketonların lipid oksidasyonu ve mikroorganizmaların metabolizması sonucu oluştuğunu vurgulamışlardır. Pastırma üretim aşamalarında yürütülen bir araştırmada ketonların hammaddede belirlenmediği, diğer aşamalarda ise 2 adet ketonlar grubuna ait bileşiğin belirlendiği ve bu bileşiklerden 2-heptanon'un linoleik asitin oksidasyon ürünlerinden olduğu vurgulanmıştır (Kaban 2009).

1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ve stiren pastırma örneklerinde tespit edilen aromatik hidrokarbonlardır. Söz konusu aromatik hidrokarbonlardan 1-metil-2-(1-metiletil)-benzen ve stiren kontrol gruplarında enzim içeren gruplara göre daha yüksek ortalama değerler vermiştir. Ayrıca stiren en yüksek ortalama değerini sırt çeşidi pastırmalarda vermiş ve bu ortalama değer kuşgözü çeşidine ait ortalama değerden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.93).

Pastırma örneklerinde alifatik hidrokarbonlar grubuna ait 9 bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden hekzan pastırmada dominant bileşik olarak gözlemlenmiş ve en düşük ortalama değeri kuşgözü pastırmada vermiştir. Kuşgözü pastırmaya ait ortalama hekzan değeri ise sırt ve kürek pastırmadan istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. Metil-siklopentan bakımından ise sırt ve kuşgözü pastırmalar diğer pastırmalara göre daha düşük ortalama değerler göstermiştir. Enzim uygulaması faktörü ise alifatik hidrokarbonlardan sadece undekan değerinde değişime sebep olmuş ve kontrol gruplarının ortalama undekan değeri enzim içeren gruplara göre daha yüksek belirlenmiştir.

Pastırma örneklerinde 5 sülfürlü bileşik tespit edilmiştir. Söz konusu sülfürlü bileşiklerden 3,3'tiyobis-1-propen ve dialil disülfür şekerpare çeşidi pastırmalarda daha yüksek değerler vermiştir. Ancak bohça çeşidi pastırmaların 3,3'tiyobis-1-propen ortalama değeri şekerpare çeşidinden istatistiki olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.93). Kaban (2009) tarafından pastırma üretim aşamalarında yapılan bir araştırmada sülfürlü bileşiklerin (dialil disülfür, metil-2-propenil disülfür ve alil metil sülfür) sadece son üründe belirlendiği ve bu bileşiklerin kaynağının buy otu tohumu unu, sarımsak ve kırmızıbiber içeren çemen olduğu vurgulanmıştır. Pastırma üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada da 10 sülfürlü bileşik belirlenmiştir (Akköse *et al.* 2017).

Pastırma örneklerinde esterler grubuna ait yalnızca 2,4-hekzadienoik asit, metil ester belirlenmiştir. Bu bileşik üzerine ana varyasyon kaynaklarının herhangi bir önemli etkisi belirlenmemiştir (Çizelge 4.93). Söz konusu bileşik Akköse *et al.* (2017) tarafından pastırma üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada da tespit edilmiştir.

Farklı enzim miktarları kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde furanlar grubuna dahil 2-bütil furan ve 2 pentil-furan tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 2-pentil-furan en düşük ortalama değerini kuşgözü çeşidinde vermiş ve bu değer sırt çeşidine ait ortalama değerden herhangi bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.93). Söz konusu bileşikler pastırma üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada da belirlenmiş, bu bileşiklerin pastırma üretiminin son aşamasında oluştuğu ve furanların kaynağının ısıtılmış işlem veya linoleik asidin oksidasyonu olduğu belirtilmiştir (Kaban 2009). 2-pentil furan pastırmada (Akköse *et al.* 2017) ve pastırma benzeri kuru kür edilmiş et ürünlerinde de (Lorenzo 2014; Lorenzo *et al.* 2014; Sha *et al.* 2017; Petričević *et al.* 2018) belirlenmiştir.

Pastırma örneklerinde nitrojenli bileşik olarak 1-metil-1H-pirol ve asit olarak asetik asit belirlenmiştir. Asetik asit kontrol grubunda enzim içeren gruplara göre daha yüksek ortalama değer vermiştir. Diğer taraftan en yüksek asetik asit değeri kürek pastırmalarda belirlenmiş ve bu değer şekerpare çeşidine ait ortalama değerden herhangi bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.93). Asetik asit kuru kür edilmiş baconda (Wu *et al.* 2015) ve

lacón da da (Lorenzo *et al.* 2014) saptanmıştır. 1-metil-1H-pirol ise farklı nitrat seviyeleri kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde gözlemlenmiş, en yüksek değerini 300 ppm nitrat içeren grupta vermiş ve 450 ppm nitrat içeren pastırmaların ortalama değeri 300 ppm nitrat içeren örneklerden farklı bulunmamıştır (Akköse *et al.* 2017).



Çizelge 4.93. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin uçucu bileşiklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşik Adı	Enzim Uygulaması		Pastırma çeşidi				
	Kontrol	%0,50	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Alkoller							
Etanol	2,00±1,61a	0,74±0,77b	1,37±1,56a	1,78±1,92a	1,91±1,37a	0,55±0,48a	1,22±1,19a
1-propen-2-ol	3,84±2,68a	3,30±2,45a	2,95±2,21a	3,04±2,59a	4,09±2,64a	4,99±2,90a	2,78±2,28a
3-hekzanol	0,55±0,36a	0,67±0,24a	0,54±0,30a	0,64±0,18a	0,55±0,37a	0,71±0,36a	0,62±0,35a
Aldehitler							
Asetaldehit	2,64±2,08a	3,47±1,88a	3,50±1,89ab	4,87±1,25a	2,03±1,44bc	1,10±0,65c	3,78±2,12a
Heptanal	0,47±0,35a	0,36±0,31a	0,38±0,37a	0,45±0,37a	0,43±0,36a	0,35±0,35a	0,46±0,28a
Pentanal	2,06±1,57a	2,93±1,55a	2,50±1,42a	3,02±2,26a	2,40±1,36a	2,39±1,61a	2,16±1,50a
Hekzanal	22,60±15,71b	38,16±17,40a	26,08±12,33a	33,54±20,73a	30,77±18,09a	30,09±20,45a	31,41±21,82a
2-hekzenal	0,23±0,23a	0,16±0,17a	0,22±0,26a	0,35±0,21a	0,15±0,18a	0,12±0,10a	0,13±0,17a
Heptanal	2,05±1,31a	2,66±1,11a	2,62±1,17a	3,02±1,62a	2,18±1,10a	2,13±1,20a	1,84±0,93a
2-heptenal (E)	0,64±1,01a	0,19±0,40b	0,46±0,70b	1,37±1,19a	0,19±0,34b	0,07±0,19b	0,00±0,00b
Benzaldehit	14,59±7,23a	5,01±2,84b	7,06±2,31c	7,93±1,92bc	10,70±9,81abc	12,11±8,31a	11,20±9,93ab
Oktanal	2,88±1,44a	3,22±1,12a	3,10±1,44a	2,92±1,37a	3,11±1,18a	3,23±1,41a	2,89±1,34a
2,4-heptadienal (E,E)-	0,98±0,69a	0,46±0,48b	0,63±0,20a	1,00±0,46a	0,57±0,67a	0,66±0,64a	0,74±1,03a
2-oktenal (E)-	1,98±1,03a	1,65±0,86a	1,87±0,89a	2,44±0,96a	1,59±0,77a	1,72±1,00a	1,44±1,03a
Nonanal	8,07±3,76a	8,09±2,47a	7,19±3,46a	6,91±2,65a	10,06±3,68a	8,41±2,67a	7,83±2,85a
Trans-2-nonanal	1,48±0,35a	1,37±0,49a	1,37±0,33b	1,89±0,31a	1,26±0,58b	1,42±0,18b	1,19±0,26b
2,4-nonadienal	0,61±0,35a	0,58±0,35a	0,36±0,34b	0,68±0,32b	0,72±0,55b	1,50±1,21a	0,57±0,33b

Çizelge 4.93. (devam)

2-metil-3-fenil- propanal	1,24±0,49a	1,30±0,64a	1,23±0,60ab	1,78±0,15a	1,17±0,52b	1,27±0,57ab	0,89±0,58b
2-metil-2-bütenal	0,69±0,47a	0,72±0,51a	0,72±0,58a	0,91±0,59a	0,63±0,46a	0,65±0,31a	0,61±0,49a
2,4-dekadienal (E,E)-	0,41±0,42a	0,50±0,41a	0,21±0,33a	0,52±0,40a	0,38±0,37a	0,48±0,44a	0,68±0,48a
Ketonlar							
2-heptanon	0,50±0,24a	0,36±0,26a	0,39±0,35a	0,50±0,27a	0,45±0,25a	0,36±0,19a	0,45±0,23a
2,3-oktandion	7,46±4,14a	7,73±3,55a	6,08±2,85a	6,41±3,62a	8,24±4,28a	8,46±3,27a	8,75±4,86a
6-metil-5-hepten- 2-on	0,37±0,32a	0,23±0,20a	0,34±0,42a	0,24±0,26a	0,25±0,21a	0,28±0,13a	0,37±0,33a
2-oktanon	0,54±0,40a	0,22±0,20b	0,51±0,49a	0,48±0,40a	0,42±0,26a	0,21±0,16a	0,30±0,34a
5-metil-3-hepten- 2-on	0,39±0,28a	0,34±0,23a	0,42±0,26a	0,32±0,23a	0,28±0,26a	0,32±0,16a	0,50±0,33a
3-okten-2-on	0,98±0,38a	1,00±0,60a	0,90±0,38a	0,99±0,40a	1,04±0,30a	0,89±0,27a	0,11±0,92a
3,5-oktadien-2-on	0,69±0,38a	0,69±0,32a	0,59±0,29a	0,72±0,41a	0,88±0,41a	0,61±0,41a	0,65±0,19a
Aromatik Hidrokarbonlar							
1-metil-2-(1- metiletil)-benzen	0,84±0,72a	0,39±0,24b	0,89±0,91a	0,76±0,44a	0,60±0,37a	0,37±0,21a	0,45±0,66a
Stiren	0,13±0,19a	0,03±0,08b	0,19±0,24a	0,14±0,16ab	0,06±0,11ab	0,00±0,00b	0,00±0,00b
Alifatik Hidrokarbonlar							
Hekzan	50,62±20,69a	60,80±19,87a	46,97±25,67bc	42,33±12,26c	67,42±22,99a	59,25±20,23abc	62,56±10,86ab
Oktan	0,60±0,46a	0,58±0,38a	0,56±0,45a	0,61±0,41a	0,68±0,45a	0,52±0,46a	0,58±0,42a
Nonan	0,25±0,12a	0,21±0,12a	0,21±0,12a	0,23±0,13a	0,28±0,09a	0,18±0,12a	0,25±0,12a
Dekan	0,40±0,25a	0,30±0,14a	0,31±0,10a	0,46±0,38a	0,39±0,13a	0,29±0,14a	0,28±0,13a
Undekan	1,35±0,59a	0,94±0,55b	0,93±0,60a	1,35±0,48a	1,22±0,81a	1,21±0,41a	1,02±0,69a

Çizelge 4.93. (devam)

Dodekan	1,75±0,95a	1,63±0,67a	1,48±0,74a	1,97±1,14a	1,56±0,54a	1,65±0,53a	1,80±1,05a
Tridekan	1,16±1,15a	1,58±0,99a	0,78±0,69b	0,83±0,66b	2,10±1,48a	2,01±1,02a	1,15±0,69ab
Tetradekan	0,51±0,50a	0,37±0,47a	0,43±0,31a	0,23±0,33a	0,60±0,77a	0,58±0,47a	0,37±0,43a
Metil-siklopentan	5,10±2,08a	5,25±2,47a	3,71±2,63b	3,85±0,96b	5,92±2,66a	6,02±2,20a	6,36±1,04a
Sülfürlü Bileşikler							
Alil merkaptan	1,66±1,38a	1,04±0,55a	1,42±1,94a	0,92±0,58a	1,75±0,78a	1,07±0,64a	1,60±0,95a
3,3'tiyobis-1-propen	2,10±1,63a	2,03±1,29a	1,79±1,38b	1,32±0,83b	3,46±1,90a	1,46±0,67b	2,30±1,30ab
Metil 2-propenil disülfür	1,31±0,75a	1,28±0,60a	1,53±0,92a	1,26±0,61a	1,56±0,72a	0,86±0,33a	1,28±0,56a
Dialil disülfür	13,16±6,65a	13,61±5,59a	11,96±6,23b	10,67±3,89b	20,22±6,91a	9,70±2,14b	14,39±4,26b
3(metiltiyo)-1-propen	0,55±0,59a	0,44±0,39a	0,47±0,47a	0,34±0,38a	0,83±0,60a	0,32±0,29a	0,54±0,61a
Esterler							
2,4-hekzadienoik asit, metil ester	0,30±0,41a	0,13±0,37a	0,45±0,62a	0,39±0,42a	0,12±0,22a	0,11±0,27a	0,00±0,00a
Furanlar							
2-bütül furan	0,19±0,12a	0,20±0,12a	0,17±0,14a	0,15±0,14a	0,20±0,13a	0,22±0,05a	0,23±0,10a
2-pentil-furan	1,01±0,72a	1,11±0,47a	0,91±0,60ab	0,48±0,48b	1,27±0,49a	1,24±0,32a	1,40±0,66a
Nitrojenli Bileşikler							
1-metil-1H-pirol	0,42±0,42a	0,46±0,26a	0,44±0,40a	0,38±0,29a	0,45±0,47a	0,42±0,34a	0,50±0,24a
Asitler							
Asetik asit	0,77±0,69a	0,23±0,26b	0,21±0,30c	0,34±0,28bc	0,76±0,73ab	0,89±0,79a	0,31±0,43c

Her bir sütunda aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.2.11. Serbest aminoasit kompozisyonu

Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasit kompozisyonu Çizelge 4.94’de verilmiştir. Pastırmada glutamik asit, glisin, arginin, alanin, tirosin, sistin ve valin dominant bileşikler olarak belirlenmiştir.



Çizelge 4.94. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasit kompozisyonu (mg/kg kurumadde)

Bileşik	Blok	Kontrol					%0,50 Enzim				
		Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Aspartik Asit	1	39,47	22,50	38,17	28,02	37,19	40,76	30,86	27,13	31,56	24,30
		39,35	16,87	30,14	28,97	32,46	40,54	27,30	27,01	33,71	23,67
	2	21,60	24,93	21,40	23,62	21,66	21,66	23,24	24,44	23,77	21,31
		23,68	23,77	21,56	22,29	23,55	21,33	22,22	21,34	22,32	21,34
Glutamik Asit	1	131,44	150,64	104,54	95,57	110,75	103,12	85,35	115,75	114,94	113,37
		154,92	151,53	101,56	98,8	91,81	96,92	94,58	115,7	114,01	113,06
	2	112,87	113,13	90,74	91,58	94,48	90,61	91,55	90,28	90,28	90,27
		112,18	112,51	90,49	90,57	94,32	92,89	90,28	91,28	92,27	93,26
Serin	1	28,85	44,22	56,78	68,33	40,30	67,13	53,35	39,41	33,02	29,58
		50,72	48,81	67,62	55,16	40,41	48,26	45,25	33,02	36,55	38,68
	2	36,94	26,30	31,41	36,66	37,35	31,11	22,23	36,58	37,28	36,03
		29,46	24,30	31,82	36,56	37,90	28,37	21,25	32,94	34,75	37,39
Histidin	1	48,31	9,33	15,21	17,81	19,10	19,87	21,25	61,05	50,04	31,99
		17,91	12,76	20,35	11,35	17,94	30,62	42,51	54,46	54,25	37,67
	2	39,04	37,84	61,55	54,92	47,46	32,91	39,57	57,66	61,61	37,83
		37,16	33,61	64,07	60,20	48,47	34,85	30,96	51,80	50,27	35,14
Glisin	1	134,21	130,42	135,81	122,35	116,72	117,65	116,43	148,56	132,80	107,37
		139,51	130,18	134,70	116,93	116,89	117,64	116,75	137,72	150,77	142,10
	2	110,96	120,64	122,55	124,58	112,51	95,83	107,03	136,63	117,32	126,02
		83,40	107,53	127,75	127,30	140,50	98,58	102,12	119,94	118,45	124,21
Treonin	1	57,99	120,89	141,07	105,44	53,13	50,45	39,85	28,53	29,80	14,85
		98,91	103,67	123,19	46,84	45,15	40,07	60,52	25,50	29,18	9,30
	2	17,17	5,54	25,42	31,11	19,82	15,46	11,05	15,89	19,44	14,71
		15,15	14,91	29,57	27,84	21,08	16,40	11,88	24,68	24,91	18,13

Çizelge 4.94. (devam)

Arginin	1	232,26	110,22	166,57	199,33	182,96	124,23	150,29	158,25	134,15	115,79
		171,87	123,56	195,62	161,74	179,48	109,36	163,44	164,43	143,24	133,65
	2	146,78	75,04	139,43	157,50	181,33	132,19	81,70	108,06	101,43	138,26
		132,85	111,06	152,42	136,92	180,59	143,06	88,99	146,57	120,61	166,64
Alanin	1	124,58	118,50	140,19	132,21	119,52	136,07	112,81	208,04	239,97	234,63
		120,56	117,87	134,88	128,04	126,79	135,26	114,59	231,72	238,55	251,09
	2	142,05	99,02	157,61	158,16	182,42	145,55	123,25	151,74	142,83	152,73
		126,34	147,88	169,99	145,75	199,45	149,73	153,14	173,19	166,58	184,29
Tirozin	1	164,30	103,67	205,77	157,26	156,67	228,70	120,31	314,50	421,11	211,69
		151,93	103,12	186,22	126,81	178,35	228,63	138,96	364,90	428,93	226,47
	2	204,36	217,44	302,19	379,46	219,87	177,29	260,78	226,44	283,87	192,16
		167,54	312,09	341,07	344,93	243,56	174,56	302,52	244,24	351,13	220,31
Sistin	1	170,39	114,09	157,33	186,84	185,74	144,71	110,99	159,95	138,50	94,48
		101,51	145,74	150,39	196,34	142,36	159,46	177,31	149,61	145,33	101,28
	2	84,01	73,50	129,30	134,13	102,61	87,95	69,98	104,35	130,61	90,92
		84,53	82,41	128,85	136,58	101,53	98,66	78,96	89,93	132,55	89,79
Valin	1	193,68	341,07	343,49	382,68	205,08	242,56	337,26	373,94	202,07	253,65
		173,55	293,99	329,43	332,58	228,36	236,17	360,83	230,04	245,33	432,31
	2	440,72	320,44	427,03	380,02	603,82	459,49	177,23	314,12	180,07	242,14
		382,80	461,79	490,71	435,78	480,34	305,93	190,76	202,72	296,07	490,30
Metiyonin	1	61,74	57,00	75,83	99,80	62,65	100,84	41,61	79,22	72,53	52,48
		61,88	55,59	86,49	90,73	61,41	95,90	49,13	87,01	72,37	54,37
	2	52,64	36,09	78,68	76,29	64,87	48,17	41,30	61,33	62,55	56,33
		51,83	49,61	85,49	73,03	68,47	50,73	42,86	74,89	74,11	61,51
Fenilalanin	1	61,66	81,82	53,48	81,41	98,29	85,26	52,05	54,91	38,02	53,58
		80,86	98,79	47,02	95,11	92,19	95,20	67,38	50,59	59,89	42,33
	2	48,71	34,45	12,45	72,51	50,25	41,12	99,02	96,95	96,21	83,18

Çizelge 4.94. (devam)

		43,11	39,10	19,25	13,03	54,48	34,23	88,45	97,71	94,42	87,16
İzolösün	1	15,51	12,34	24,48	19,28	19,43	23,15	15,92	12,95	12,50	13,07
		18,28	14,44	22,25	18,70	17,53	24,05	14,49	16,97	13,03	17,33
	2	19,96	11,64	16,66	16,37	11,36	11,04	11,83	12,32	12,07	11,20
		24,10	12,08	12,01	13,73	13,63	10,42	11,88	12,24	12,28	13,98
Lösün	1	35,20	44,29	54,67	42,40	49,01	46,59	39,43	31,26	31,38	27,12
		46,81	24,02	46,15	42,81	42,62	63,42	38,77	48,38	30,88	19,76
	2	25,27	4,27	9,09	25,42	8,79	14,48	12,78	15,83	16,29	22,08
		14,40	12,58	12,10	15,69	15,55	11,21	11,47	18,52	21,82	25,03
Lisin	1	75,50	78,50	85,70	53,62	46,66	65,92	65,41	76,51	79,83	102,74
		75,42	71,50	92,01	56,16	60,85	63,58	64,15	93,37	80,94	57,83
	2	56,68	55,27	54,41	50,37	101,52	113,08	52,50	44,46	74,95	64,21
		70,53	142,37	77,35	106,82	127,80	100,14	130,81	102,36	96,61	61,16
Prolin	1	18,07	15,83	21,20	14,61	17,10	23,71	15,44	12,60	16,07	16,51
		12,47	11,57	19,88	20,53	19,84	23,84	15,08	11,93	19,06	10,42
	2	18,17	17,21	17,58	20,20	24,35	28,28	34,50	26,99	23,11	25,86
		15,72	13,80	14,72	19,57	9,49	10,15	41,20	27,64	20,78	18,94
Toplam	1	1554,80	1539,67	1802,10	1717,28	1507,38	1614,83	1499,83	1872,43	1837,18	1604,26
	2	1646,36	1487,07	1783,36	3639,53	1872,58	1463,73	1339,65	1528,03	1601,82	1576,90

Transglutaminaz enzim uygulamasının, pastırma örneklerinin glutamik asit, treonin, arginin ve alanin içeriği üzerine çok önemli ($P<0,01$) ve histidin, valin, izolösin ve prolin üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisi tespit edilmiştir. Pastırma çeşidi faktörü ise aspartik asit, glisin ve izolösin miktarında $P<0,05$ ve glutamik asit, histidin, arginin, alanin, tirosin, sistin ve metiyonin içeriğinde $P<0,01$ düzeyinde değişime sebep olmuştur. Glutamik asit ($P<0,01$) ve metiyonin ($P<0,05$) serbest aminoasitleri ise istatistiki olarak enzim uygulaması x pastırma çeşidi interaksyonundan etkilenmiştir.



Çizelge 4.95. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasitlerine ait varyans analiz sonuçları

Amino Asit	Enzim Uygulaması (EU)			Pastırma Çeşidi (PÇ)			EU*PÇ			Blok		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Aspartik Asit	1	3,243	0,176	4	55,024	2,986*	4	31,371	1,702	1	713,603	38,726**
Glutamik Asit	1	1151,973	17,231**	4	347,329	5,195**	4	1154,268	17,265**	1	2932,999	43,870**
Serin	1	192,370	2,329	4	60,863	0,737	4	144,573	1,750	1	1943,515	23,532**
Histidin	1	655,452	4,920*	4	575,120	4,317**	4	197,868	1,485	1	2610,486	19,595**
Glisin	1	11,578	0,087	4	534,309	4,022*	4	155,876	1,173	1	1459,989	10,991**
Treonin	1	9098,971	16,279**	4	830,365	1,486	4	479,824	0,858	1	17815,575	31,875**
Arginin	1	6584,099	12,548**	4	2667,525	5,084**	4	1288,707	2,456	1	5736,265	10,933**
Alanin	1	10691,265	11,936**	4	5078,861	5,670**	4	996,423	1,112	1	221,700	0,248
Tirosin	1	18100,345	3,909	4	24138,921	5,213**	4	3760,206	0,812	1	22444,380	4,847*
Sistin	1	1548,282	4,051	4	2469,436	6,461**	4	927,172	2,426	1	20124,196	52,649**
Valin	1	78709,722	5,587*	4	4929,397	0,350	4	4817,283	0,342	1	85027,763	6,036*
Metiyonin	1	125,599	1,305	4	1405,743	14,602**	4	285,965	2,970*	1	1079,521	11,213**
Fenilalanin	1	1436,282	2,077	4	403,412	0,583	4	671,958	0,972	1	846,860	1,225
İzolösin	1	65,178	6,965*	4	31,023	3,315*	4	12,050	1,288	1	140,250	14,987**
Lösin	1	15,178	0,195	4	87,053	1,116	4	49,841	0,639	1	6058,982	77,700**
Lisin	1	66,358	0,099	4	60,649	0,090	4	367,624	0,547	1	1406,596	2,091
Prolin	1	160,801	4,305*	4	7,903	0,212	4	47,344	1,268	1	213,906	5,727*
Toplam Aminoasit	1	340988,778	1,586	4	323108,793	1,503	4	152367,724	0,709	1	96503,557	0,449

SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, *:P<0,05, **:P<0,01

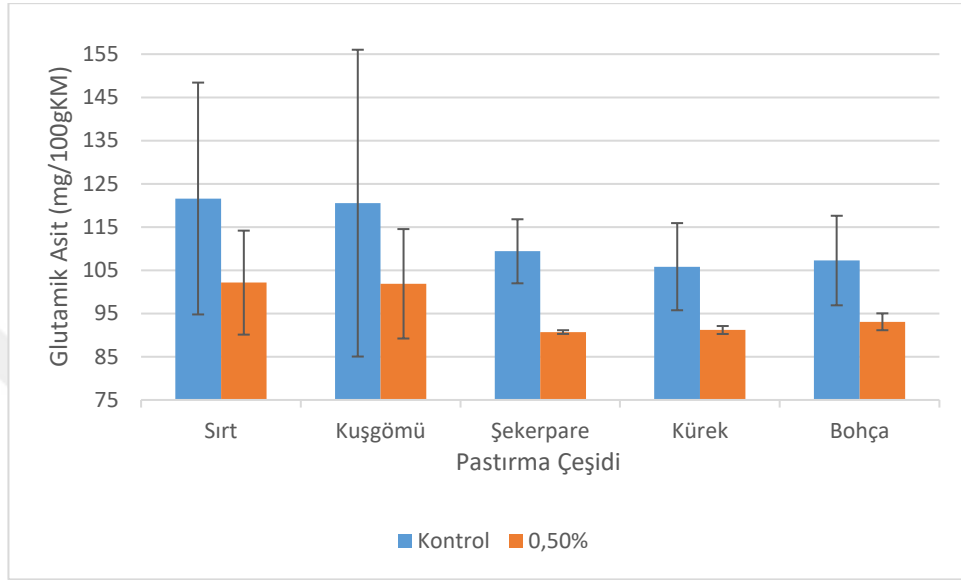
Aspartik asit en yüksek ortalama değeri sırt pastırmada vermiş ve bu değer istatistiki olarak kürek çeşidine ait ortalama değerden farklılık göstermemiştir. Geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinin serbest glutamik asit miktarı enzim uygulaması ile azalmıştır. Diğer taraftan sırt ve kuşgözü pastırmalarının ortalama glutamik asit değeri diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Histidin ise en yüksek ortalama değeri %0,50 enzim içeren örnekler ile şekerpare çeşidinde vermiştir. Ancak kürek çeşidine ait ortalama değer şekerpare çeşidinden farklı bulunmamıştır. En düşük glisin değeri ise sırt pastırmada belirlenmiş ve bu değer kuşgözü ve bohça çeşidi pastırmalara ait ortalama değerden farklılık göstermemiştir. Treonin, arginin, valin ve izolösin miktarı enzim kullanımı ile azalmış ve en düşük ortalama değeri %0,50 oranında enzim içeren pastırmalarda vermiştir. Alanin ve prolin miktarı ise enzim kullanımı ile artmıştır. Arginin açısından en düşük ortalama değer kuşgözü pastırma çeşidinde saptanmıştır. Sırt ve kuşgözü pastırmaların ortalama alanin miktarları diğer çeşitlere göre daha düşük tespit edilmiştir. Tirosin ve sistin miktarı kürek pastırmalarda en yüksek ortalama değeri vermiş ve bu ortalama değer şekerpare çeşidinden farklılık göstermemiştir. En yüksek ortalama metiyonin ve izolösin değerleri sırasıyla kuşgözü sırt pastırmalarda belirlenmiştir. Ancak şekerpare çeşidinin ortalama izolösin değeri istatistiki olarak sırt çeşidinden farklı bulunmamıştır. Ceylan and Aksu (2011) tarafından yapılan araştırmada da en düşük ortalama glutamik asit değeri bohça, arginin açısından en yüksek değer şekerpare ve mevcut bu araştırmaya benzer olarak en düşük alanin ve en yüksek metiyonin ortalama değerleri sırt pastırmada belirlenmiştir. Pastırma üzerinde yürütülen diğer bir araştırmada sırt pastırmada aspartik asit, glisin ve valinin, şekerpare çeşidi pastırmada ise glutamik asit, arginin, tirosin, sistin, metiyonin, izolösin, lösin, lisin ve toplam aminoasit miktarının en düşük ortalama değeri gösterdiği bildirilmiştir (Öz 2018).

Çizelge 4.96. Farklı miktarlarda transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen pastırma çeşitlerinin serbest aminoasitlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Bileşik Adı	Enzim Uygulaması				Pastırma çeşidi		
	Kontrol	%0,50	Sırt	Kuşgözü	Şekerpare	Kürek	Bohça
Aspartik Asit	27,06±6,86a	26,49±6,07a	31,05±9,64a	23,96±4,07b	26,40±5,75b	26,78±4,41ab	25,69±5,89b
Glutamik Asit	109,72±21,28a	98,99±10,94b	111,87±21,88a	111,20±26,61a	100,04±11,11b	98,50±10,26b	100,17±10,24b
Serin	41,50±12,77a	37,11±10,42a	40,11±14,03a	35,71±13,39a	41,20±13,55a	42,29±12,59a	37,21±3,42a
Histidin	33,72±18,56b	41,82±12,61a	32,58±9,97c	28,48±12,57c	48,27±19,28a	45,06±19,33ab	34,45±11,35bc
Glisin	122,77±13,25a	121,70±15,79a	112,22±19,18c	116,39±10,52bc	132,96±9,22a	126,31±11,28ab	123,29±12,60abc
Treonin	55,19±43,35a	25,03±13,69b	38,95±29,74a	46,04±45,00a	51,73±50,02a	39,32±27,84a	24,52±15,77a
Arginin	156,88±36,39a	131,22±24,72b	149,08±38,22a	113,04±31,75b	153,92±25,06a	144,37±29,43a	159,84±26,59a
Alanin	139,59±24,31b	172,29±45,46a	135,02±10,50b	123,38±18,21b	170,92±33,53a	169,01±45,13a	181,37±47,30a
Tirosin	213,33±82,15a	255,88±85,87a	187,16±29,63c	194,86±89,13c	273,17±66,22ab	311,69±114,50a	206,14±28,41bc
Sistin	130,21±37,03a	117,77±31,40a	116,40±35,82bc	106,62±38,53c	133,21±25,14ab	150,11±26,11a	113,59±33,59bc
Valin	377,37±138,40a	288,65±94,20b	341,86±187,92a	310,42±92,23a	338,94±94,99a	306,83±92,07a	367,00±152,26a
Metiyonin	67,51±15,77a	63,96±17,64a	65,47±20,95b	46,65±7,39a	78,62±8,46c	77,68±11,83c	60,26±5,45b
Fenilalanin	58,90±27,83a	70,88±23,49a	61,27±23,10a	70,13±25,91a	54,05±31,05a	68,83±30,26a	70,18±22,13a
İzolösin	16,69±4,10a	14,14±3,73b	18,31±5,55a	13,08±1,63b	16,24±4,85ab	14,75±2,95b	14,69±3,05b
Lösin	28,56±16,37a	27,33±14,10a	32,17±18,99a	23,45±15,44a	29,50±18,11a	28,34±10,55a	26,25±13,45a
Lisin	76,95±26,15a	79,53±22,52a	77,61±19,26a	82,56±34,49a	78,27±19,89a	74,91±20,55a	77,85±28,79a
Prolin	17,10±3,63b	21,11±8,17a	18,80±6,15a	20,58±10,93a	19,07±6,04a	19,24±2,71a	17,81±5,84a
Toplam Aminoasit	1855,01±641,27a	1593,87±160,71a	1569,93±80,34a	1466,56±87,52a	1746,48±150,60a	2198,95±965,18a	1640,28±160,15a

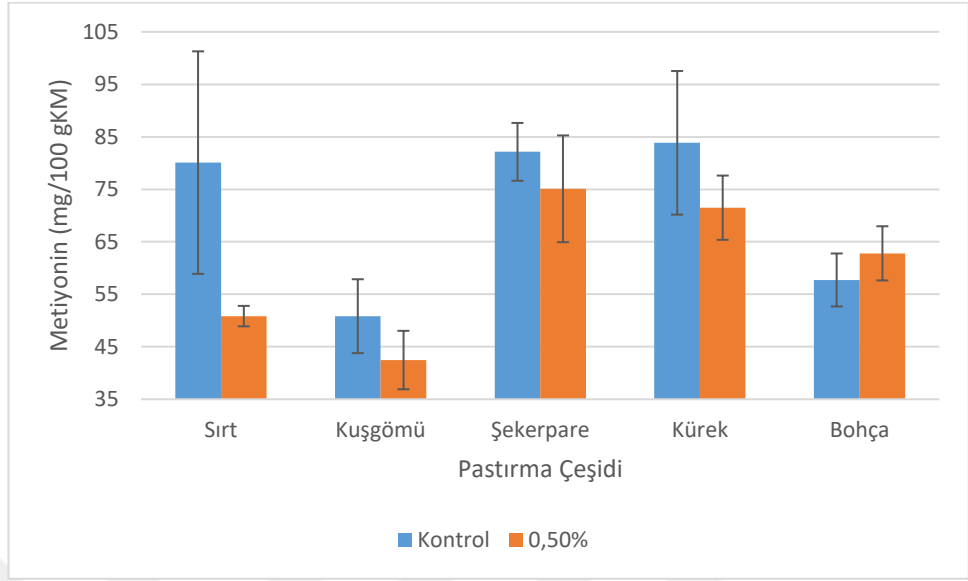
Aynı satırda farklı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Pastırma örneklerinde glutamik asit tüm pastırma çeşitlerinde enzim içeren gruplarda daha düşük ortalama değer göstermiştir. Enzim içeren ve içermeyen gruplar arasında en fazla farklılık sırt, en az farklılık ise bohça çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.43)



Şekil 4.43. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın glutamik asit değeri üzerine etkisi

Farklı miktarlarda transglutaminaz kullanılarak üretilen pastırmalarda sadece bohça çeşidinde enzim içeren gruplar daha yüksek ortalama metiyonin değeri vermiştir. Enzim içeren ve içermeyen gruplar arasında en büyük farklılık ise sırt pastırmada belirlenmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Enzim uygulaması ve pastırma çeşidi interaksyonunun pastırmanın metiyonin değeri üzerine etkisi

5. SONUÇ

Araştırmada iki farklı deneme kurulmuş ve yürütülmüştür. Birinci denemede sırt pastırma üretiminde farklı transglutaminaz miktarlarının (et ağırlığı üzerinden %0,25, 0,50 ve 1) etkisi araştırılmış ve bu denemede elde edilen sonuçlara göre belirlenen en uygun transglutaminaz miktarı (%0,50) esas alınarak II.deneme kurulmuştur. Bu denemede sırt çeşidinin yanı sıra kuşgözü, şekerpare, kürek ve bohça çeşitleri de üretilmiştir. Birinci denemede üretim kontrollü şartlarda yapılırken ikinci denemede geleneksel yöntem uygulanmıştır. İkinci denemede ayrıca pastırma çeşitleri dilimlendikten sonra modifiye atmosfer uygulanarak ambalajlanmış ve 4°C’de 6 ay depolanmıştır. Araştırma sonucundan elde edilen verilerden aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Her iki denemede de pastırma çeşitlerinde su aktivitesi 0,90’nın altında bulunmuştur. Kontrollü şartlar altında (deneme I) üretilen sırt çeşidi pastırmada enzim uygulamasının a_w değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmazken, geleneksel yöntemle gerçekleştirilen üretimde (deneme II) enzim uygulanması daha düşük ortalama değer vermiştir. Ayrıca pastırma çeşitleri arasında su aktivitesi açısından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu sonucun üretimde kullanılan büyük parça etlerin boyutlarının ve dolayısıyla kuruma hızlarının farklı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.
2. Enzim uygulaması her iki metotla üretimde de nem değerinde değişime sebep olmamıştır. Ancak pastırma çeşidi faktörü nem değerinde varyasyona neden olmuştur. Hem su aktivitesi hem de % nem sonuçları dikkate alındığında şekerpare çeşidi pastırmalarda diğer pastırmalara göre daha yavaş bir kuruma gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.
3. Pastırma örneklerinin pH değerleri 5,5-6 arasında tespit edilmiştir. Ayrıca modifiye atmosfer koşullarında ambalajlanıp depolanan pastırma örneklerinde en yüksek pH değeri 6.ayda belirlenmiştir. Pastırma çeşitleri arasında ise en düşük değeri bohça çeşidi pastırma vermiştir. Ayrıca üretimde transglutaminaz enzimi kullanımının pH değerinde önemli değişimlere sebep olmadığı sonucuna varılmıştır.

4. Kontrollü şartlarda üretilen pastırma örneklerinin renk değerleri enzim uygulamasından etkilenmezken, geleneksel yöntemle üretimde enzim uygulaması örneklerin L*, a* ve b* değerlerinde düşümlere neden olmuştur. Kuşgömlü pastırma a* değeri açısından en yüksek ortalama değeri vermiştir. Ayrıca depolama süresinin ilerlemesi renk değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir.
5. Hem kontrollü şartlarda hem de geleneksel yöntemle üretilen pastırmalarda transglutaminaz enzim uygulaması oksidasyonun bir göstergesi olan TBARS değerinde düşüme neden olmuştur. Bu düşümlün enzimin ¼ solüsyon olarak uygulanmasının yüzeyde bir tabaka oluşturarak oksijen ile teması azaltmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Pastırma çeşitlerinden ise en yüksek ortalama TBARS değerini kuşgömlü pastırmanın verdiği gözlemlenmiştir.
6. Pastırma örneklerinde NPN-M değeri enzim uygulaması ile değişim göstermezken, depolama sırasında bu değerde artış tespit edilmiştir. Nitekim pastırma üretimi ve depolama boyunca özellikle endojen kas enzimleri aktivite göstermekte, proteinlerde parçalanmalara sebep olmakta ve NPN-M miktarını artırmaktadır.
7. Her iki denemede de pastırma örneklerinin laktik asit bakteri sayısı geniş varyasyon göstermiştir. Her iki denemede de baskın florayı mikrokok ve stafilokoklar oluşturmuştur. Diğer taraftan modifiye atmosferde depolama sırasında mikrokok/stafilokok sayısında 2.aydan itibaren azalma gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar maya-küf sayısında da gözlemlenmiştir. Tüm pastırma örneklerinin Enterobacteriaceae sayısı ise saptanabilir sınırın altında kalmıştır.
8. Pastırma üretiminde transglutaminaz enzimi kullanımının, örneklerdeki renk kusurlarını giderdiği ve yarı oluşumunun önüne geçtiği tespit edilmiştir. Bu durum panelistlerin tercihlerini olumlu yönde etkilemiş ve enzim uygulanan pastırmalar daha yüksek duyuşal puanlar almıştır. Ayrıca depolama süresinin ilerlemesi genel olarak duyuşal puanları düşürmüştür. Depolama süresinin ilerlemesi ile duyuşal puanlar çok küçük değişim göstermiş olsa da bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur.
9. Kontrollü şartlarda üretilen pastırma örneklerinin sertlik, adesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri enzim uygulamasından istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0,05$). Ancak yapışkanlık ve elastikiyet değerleri üzerine transglutaminaz enzim uygulamasının çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkisi tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinin ise sertlik, adesivlik, yapışkanlık, elastikiyet,

sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri enzim uygulamasından etkilenmemiştir. Bu parametreler açısından ise genel olarak en yüksek ortalama değerler kuşgözü, en düşük ortalama değerler ise sırt pastırmada belirlenmiştir. Diğer taraftan enzim uygulaması kesme testi değerlerinin artmasına neden olmuştur. Pastırma çeşitlerinde ise en yüksek ortalama kesme testi değeri şekerpare, en düşük değer ise kuşgözü çeşidinde belirlenmiştir. Kontrollü şartlarda üretilen pastırma örneklerinin maksimum gerilme-gevşeme kuvveti enzim uygulaması ile artmıştır. Pastırma çeşitlerinde ise kuşgözü ve bohça çeşidi pastırmaların ortalama maksimum ve minimum gerilme-gevşeme kuvveti diğer çeşitlere göre daha yüksek gözlemlenmiştir.

10. Birinci denemede enzim uygulaması uçucu bileşik profilinde herhangi bir değişime neden olmamıştır. Geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinde ise 10 bileşik enzim uygulamasından, 14 bileşik pastırma çeşidinden ve 2 bileşik ise enzim uygulaması x pastırma çeşidi interaksyonundan önemli veya çok önemli seviyede etkilenmiştir. Genel olarak enzim uygulaması ile istatistiki olarak önemli bulunan uçucu bileşiklerde bir azalma olmuştur. Ayrıca her iki denemede de aldehitlerin sayısı diğer gruplara göre daha fazla tespit edilmiştir.

11. Kontrollü şartlarda üretilen pastırmalarda transglutaminaz enzim uygulamasının sistin ve fenilalanin üzerine çok önemli, arginin ve prolin üzerine ise önemli etkisi tespit edilmiştir. En düşük ortalama arginin ve prolin değeri %0,25 enzim içeren, sistin değeri ise kontrol grubunda belirlenmiştir. %1 ve %0,25 oranında enzim kullanılarak üretilen pastırma örneklerinin fenilalanin değeri ise diğer gruplara göre daha yüksek ortalama değerler vermiştir. Geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinde ise enzim uygulamasının glutamik asit, treonin, arginin, alanin, histidin, valin, izolösin ve prolin, pastırma çeşidinin aspartik asit, glisin ve izolösin, glutamik asit, histidin, arginin, alanin, tirozin, sistin ve metiyonin ve pastırma çeşidi x enzim uygulaması interaksyonunun ise glutamik asit ve metiyonin üzerine önemli veya çok önemli etkisi belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen pastırma örneklerinde istatistiki olarak önemli bulunan aminoasitler genellikle enzim uygulaması ile azalmıştır. Ayrıca serbest aminoasit kompozisyonu açısından kuşgözü ile sırt ve kürek ile şekerpare çeşitlerin birbirlerine benzer sonuçlar göstermiştir. Toplam aminoasit miktarı ise her iki yöntemle üretimde de ana varyasyon kaynaklarından etkilenmemiştir.

KAYNAKLAR

- Akköse, A., Aktaş, N., 2014. Curing and diffusion coefficient study in pastırma, a Turkish traditional meat product. *Meat Science*, 96, 311-314.
- Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M.M., Kaya, M., 2018. Characteristics of pastırma types produced from water buffalo meat. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 24(2), 179-185.
- Akköse, A., Ünal, N., Yalınkılıç, B., Kaban, G., Kaya, M., 2017. Volatile compounds and some physico-chemical properties of pastırma produced with different nitrate levels. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(8), 1168-1174.
- Aksu, M.İ., Aktaş, N., Kaya, M., 2002. Effect of commercial starter cultures on the myofibrillar proteins of pastırma, a Turkish dry meat product. *Food Chemistry and Toxicology*, 67, 2548-2551.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2001. Pastırma üretiminde starter kültür kullanımının son ürün özellikleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 847-854.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2002. Farklı kütleme yöntemleri ve starter kültür kullanılarak pastırma üretimi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 909-916.
- Aksu, M.İ., Kaya, M., 2005. Effect of storage temperatures and zamanı on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastırma, a dried meat prduct, produced from beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1305-1312.
- Aktaş, N., Aksu, M.İ., Kaya, M., 2005. Changes in myofibrillar proteins during processing of pastırma (Turkish dry meat product) produced with commercial starter cultures. *Food Chemistry*, 90, 649-654.
- Aktaş, N., Kılıç, B., 2005. Effect of microbial transglutaminase on thermal and electrophoretic properties of ground beef. *LWT-Food Science and Technology*, 38, 815-819.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Sayı: 28488. Ankara.
- Anonymus, 1989. Untersuchung von Lebensmitteln. Bestimmung des Gehaltes an Nichprotein-Stickstoffsuntanz in Fleisherzeugnissen. 07.00-41. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach, 35 LMBG.
- Antoine, F.R., Wei, C.I., Littell, R.C., Marshall, M.R., 1999. HPLC method for analysis of free aminoasits in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 5100-5107.
- Askin, O.O., Kilic, B., 2009. Effect of microbial transglutaminase, sodium caseinate and non-fat dry milk on quality of salt-free, low fat turkey döner kebab. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1590-1589.
- Bergamin Filho, W., Costa, M.R., Felicio, P.E., Silveira, E.T.F., 2010. Método acelerado de processamento de presunto cru. *Ciênc. Tecnol. Aliment.,Campinas*, 30(2), 494-500.
- Bermúdez, R., Franco, D., Carballo, J., Sentandreu, M.Á., Lorenzo, J.M., 2014. Influence of muscle type on the evolution of free amino acids and sarcoplasmic

- and myofibrillar proteins through the manufacturing process of Celta dry-cured ham. *Food Research International*, 56, 226-235.
- Ceylan, S., Aksu, M.İ., 2011. Free amino acids profile and quantities of 'sirt', 'bohca' and 'sekerpare' pastırma, dry cured meat products. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 91, 956-962.
- Córdoba, J.J., Rojas, T.A., González, C.G., Barrosa, J.V., Bote, C.L., Asensio, M.A., 1994. Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *J. Agric. Food Chemistry*, 42, 2296-2301.
- Çakıcı, N., Aksu, M.İ., Erdemir, E., 2015. A survey of the physico-chemical and microbiological quality of different pastırma types: a dry-cured meat product. *CyTA-Journal of Food*, 13(2), 196-203.
- Deniz, E., Mora, L., Aristoy, M.C., Candoğan, K., Toldrá, F., 2016. Free amino acids and bioactive peptides profile of pastırma during its processing. *Food Research International*, 89, 194-201.
- El-Khateib, Schmidt, T. und Leistner, U. L., 1987. Mikrobiologische Stabilität von Türkischer Pastırma. *Fleischwirtschaft*, 67 (1), 101-105.
- Erdemir, E., Aksu, M.İ., 2017. Changes in the composition of free amino acid during production of pastırma cured with different level of sodium nitrite. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12801.
- Flores, M., Gianelli MP., Pérez-Juan, M., Toldrá F., 2007. Headspace concentration of selected dry-cured aroma compounds in model systems as affected by curing agents. *Food Chemistry*, 102, 488-493.
- Gaspar, A. L. C., Góes-Favoni, S.P., 2015. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review. *Food Chemistry*, 171, 315-322.
- Górska, E., Nowicka, K., Jaworska, D., Przybylski, W., Tombar, K., 2017. Relationship between sensory attributes and volatile compounds of polish dry-cured loin. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(5):720-727.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği, Atatürk Üniversitesi yayın no:786, Ziraat Fakültesi yayın no: 320, Ders kitapları serisi No:70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Güner, A., Gonulalan, Z., Doğruer, Y., 2008. Effect of tumbling and multi-needle injection of curing agents on quality characteristics of pastırma. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 123-129.
- Harkouss, R., Astruc, T., Lebert, A., Gatellier, P., Loison, O., Safa, H., Portanguen, S., Parafita, E., Mirade, P.S., 2015. Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process. *Food Chemistry*, 166, 522-530.
- Harkouss, R., Chevarin, C., Daudin, J.D., Sicard, J., Mirade, P.S., 2018. Development of a multi-physical finite element-based model that predicts water and salt transfer, proteolysis and water activity during the salting and post-salting stages of the dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering*, 218, 69-79.
- Hazar, F.Y., Kaban, G., Kaya, M., 2017. The effects of different processing conditions on biogenic amine formation and some qualitative properties in pastırma. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3892-3898.
- IBM SPSS Statistics 20.0, 2011. Statistical Package for the Social Sciences, United States, Chicago.

- Jira, W., Sadeghi-Mehr, A., Brüggemann, D.A., Schwägele, F., 2017. Production of dry-cured formed ham with different concentrations of microbial transglutaminase: mass spectrometric analysis and sensory evaluation. *Meat Science*, 129, 81-87.
- Kaban, G., 2009. Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82, 17-23.
- Kaban, G., 2013. Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. *Meat Science*, 95, 912-918.
- Kilic, B., 2003. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. *Meat Science*, 63, 417-421.
- Kilic, B., 2009. Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1581-1589.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö., (2004). Transglutaminaz ve proteinlerin modifikasyonunda kullanımı. *Gıda*, 29(5), 357-364.
- Lee, H.C., Chin, K.B., 2011. Evaluation of various salt levels and different dairy proteins in combination with microbial transglutaminase on the quality characteristics of restructured pork ham. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1522-1528.
- Leistner, L., 1988. Hurden-Technologie bei Fleischerzeugnissen und anderen Lebensmitteln. *Lebensmittelqualität Wissenschaft und Technik*. In R. Stufe (Ed.), *Wissenschaftliche Arbeitstagung "25 Jahre Institut für Forschung und Entwicklung der Maizena Ges. MbH"*, s323-340 in Heilbornn, 2. bis 4 März.
- Lemon, D.W., 1975. An improved TBA test for rancidity new series circular, No: 21. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova, Scotia.
- Li, C., Xiong L.Y., Chen, J., 2013. Protein oxidation at different salt concentrations affects the cross-linking and gelation of pork myofibrillar protein catalyzed by microbial transglutaminase. *Journal of Food Science*, 78, 823-831.
- Lorenzo, J.M., 2014. Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal "cecina". *Meat Science*, 96, 256-263.
- Lorenzo, J.M., Carballo, J., 2015. Changes in physico-chemical properties and volatile compounds throughout the manufacturing process of dry-cured foal loin. *Meat Science*, 99, 44-51.
- Lorenzo, J.M., Fontán, M.C.G., Franco, I., Carballo, J., 2008. Biochemical characteristics of dry-cured lacón (a Spanish taraditional meat product) throughout the manufacture, and sensorial properties of the final product. Effect of some additives. *Food Control*, 19, 1148-1158.
- Lorenzo, J.M., Franco, D., Carballo, J., 2014. Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds during the manufacture of dry-cured "Lacón" from Celta pig breed. *Meat Science*, 96, 211-223.
- Martín, L., Córdoba, T.T., Antequera, T., Timón, M.L., Ventanas, J., 1998. Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of ibarianham. *Meat Science*, 49(2): 145-153.
- Martínez-Onandi, N., Rivas-Cañedo, A., Ávila, M., Garde, S., Nuñez, M., Picon, A., 2017. Influence of physicochemical characteristics and high pressure processing on the volatile fraction of iberian dry-cured ham. *Meat Science*, 131, 40-47.

- Motoki, M., Nio, N., Takinami, K., 1984. Functional properties of food proteins polymerized by transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry*, 48(5), 1257-1261.
- Motoki, M., Seguro, K., 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 204-210.
- Öz, E., 2018. Kas tipinin pastırmaların proteolitik değişimleri ve bazı kalitatif özelliklerine etkisi, (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri, Enstitüsü.
- Öz, E., Kaban, G., Barış, Ö., Kaya, M., 2017. Isolation and identification of lactic acid bacteria from pastırma. *Food Control*, 77, 158,162.
- Pérez-Santaescolástica, C., Carbollo, J., Fulladosa, E., Garcia-Perez, J.V., Benedito, J., Lorenzo, J.M., 2018. Effect of proteolysis index level on instrumental adhesiveness, free amino acids content and volatile compounds profile of dry-cured ham. *Food Research International*, 107, 559-566.
- Petričević, S., Radovčić, N.M., Lukić, K., Listeš, E., Medić, H., 2018. Differentiation of dry-cured hams from different processing methods by means of volatile compounds, physico-chemical and sensory analysis. *Meat Science*, 137, 217-227.
- Ren, W.W., Bekhit, A.E.A., Li, F., Yang, H., Jiang, X., Zhang, W., Kong, L., 2015. Physicochemical properties of pastırma from horse meat, beef, mutton and pork. *Journal of Food Quality*, 38, 369-376.
- Romero de Ávila, M.D., Ordóñez, J.A., de la Hoz, L., Herrero, A.M., Cambero, M.I., 2010. Microbial transglutaminase for cold-set binding of unsalted/salted pork models and restructured dry ham. *Meat Science*, 84, 747-754.
- Sadeghi-Mehr, A., Lautenschlaeger, R., Drusch, S., 2016. Sensory, physicochemical and microbiological properties of dry-cured formed ham: comparison of four different binding systems. *European Food Research and Technology*, 242, 1379-1391.
- Sayın, E.O., 2018. Farklı oranlarda toz kırmızıbiber (*Capsicum annuum* L.) içeren kürleme karışımlarının pastırmanın kalitatif özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri, (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri, Enstitüsü.
- Serdaroğlu, M., Turp, G.Y., 2003. Gıda işlemede transglutaminaz kullanımı. *Gıda*, 28(2), 209-215.
- Sha, K., Lang, Y.M., Sun, B.Z., Su, H.W., Li, H.P., Zhang, L., Lei, Y.H., Li, H.B., Zhang, Y., 2017. Changes in lipid oxidation, fatty acid profile and volatile compounds of traditional Kazakh dry-cured beef during processing and storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13059.
- Soyer, A., Uğuz, Ş., Dalmış, Ü., 2011. Proteolytic changes during processing in Turkish dry-cured meat product (pastırma) with different salt levels. *Journal of Food Quality*, 34: 212-219.
- Tekinşen, O.C., Doğruer, Y., 2000. Her yönü ile pastırma, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Toldrá, F., Flores, M., 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 331-352.
- Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y., 1997. Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, 59(4), 523,530.

- Virgili, R., Sacconi, G., Gabba, L., Tanzi, E., Bordini, C.S., 2007. Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. *LWT- Food Science and Technology*, 40, 871-878.
- Wu, H., Zhuang, H., Zhang, Y., Tang, J., Yu, X., Long, M., Wang, J., Zhang, J., 2015. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during processing. *Food Chemistry*, 172, 391,399.
- Yang, Y., Zhang, X., Wang, Y., Pan, D., Sun, Y., Cao, J., 2017. Study on the volatile compounds generated from lipid oxidation of Chinese bacon (unsmoked) during processing. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119, 1-10.
- Yüksel, Z., Erdem, Y.K., 2007. Gıda endüstrisinde transglutaminaz uygulamaları:1.enzimin genel özellikleri. *Gıda*, 32(6), 287-292.
- Zhao, G.M., Zhou, G.H., Tian, W., Xu, X.L., Wang, Y.L., Lou, X., 2005. Changes of alanyl aminopeptidase activity and free amino acid content in biceps femoris during processing of Jinhua ham. *Meat Science*, 71, 612-619.
- Żochowska-Kujawska, J., 2016. Effects of fibre type and structure of longissimus lumbarum (Ll), biceps femoris (Bf) and semimembranosus (Sm) deer muscles salting with different NaCl addition on proteolysis index and texture of dry-cured meats. *Meat Science*, 121, 390-396.

ÖZGEÇMİŞ

Ağrı’da 1990 yılında doğdu. İlköğretimini Ağrı Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda 2004 yılında orta öğretimini, 2008 yılında Ağrı Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında bölüm üçüncüsü olarak mezun oldu. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başlamış olduğu yüksek lisans eğitimini “Pastırma Üretiminde Biyojen Amin Oluşumu ve Bazı Kalitatif Özellikler Üzerine Farklı Proses Şartlarının Etkileri” başlıklı tezi hazırlayarak 2014 yılında tamamladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladı.