



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BESİNSEL LİF VE ANTİOKSİDAN
MADDECE ZENGİN BİLEŞENLERİN YAŞ
MAKARNANIN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ**

Ayşe Büşra MADENCİ

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart-2017
KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ayşe Büşra MADENCİ tarafından hazırlanan “Besinsel Lif ve Antioksidan Maddece Zengin Bileşenlerin Yaş Makarnanın Bazı Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 31/03/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Ergun KÖSE

Danışman

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Üye

Yrd. Doç. Dr. Abdülvahit SAYASLAN

Üye

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Üye

Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından 114O389 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Ayşe-Büşra MADENCI

Tarih: 31.03.2017

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BESİNSEL LİF VE ANTIOKSİDAN MADDECE ZENGİN BİLEŞENLERİN YAŞ MAKARNANIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşe Büşra MADENCİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2017, 203 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Prof. Dr. Ergun KÖSE

Yrd. Doç. Dr. Abdülvahit SAYASLAN

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Bu çalışmada, 3 farklı besinsel lif (buğday, arpa ve yulaf lifleri) ve 3 farklı antioksidan madde kaynağı (keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği) tek tek ya da farklı kombinasyonlar halinde yaş makarna formülasyonunda kullanılarak, makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Makarna örnekleri yaş ve klasik (kuru) makarna formunda üretilmiştir. Makarna formülasyonlarında besinsel lif kaynakları %15 oranında, antioksidan madde kaynakları ise %5 oranında kullanılmıştır. Kombinasyonlarda %15 besinsel lif kaynağı + %5 antioksidan kaynağı kullanılmıştır. Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında, yaş makarna örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri kuru makarna örnekleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, farklı pastörizasyon sürelerinin (90 °C'de 60, 120 ve 180 saniye), üçüncü aşamasında ise depolama süresinin (8 hafta), normal paketlenen ve modifiye atmosferde paketlenen (MAP) uygulanan yaş makarna örneklerinin kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çeşitli antioksidan ve besinsel lif kaynakları kullanılarak hazırlanan yaş makarna örneklerinin pastörizasyon öncesi; su, kül, protein, yağ, toplam besinsel lif, Ca, Fe, P, Zn, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri sırasıyla; %28.34-29.10, %0.71-1.72, %9.32-11.35, %0.37-3.27, % 6.93-19.04, 25.30-60.04 mg/100g, 1.70-4.09 mg/100g, 186.30-387.53 mg/100g, 1.35-2.33 mg/100g, % 17.63-50.01, 0.41-0.85 mgGAE/100g ve 191.97-799.43 mg/100g olarak bulunmuştur. Antioksidan ve besinsel lif kaynaklarının kombinasyonu şeklinde hazırlanan yaş makarna örnekleri kimyasal ve besinsel açıdan en zengin makarna örnekleri olmuştur. Yaş makarnanın kuru makarnaya göre renk parametreleri (L^* ve b^*), pişirme kaybı, sıklık değeri ve duyuşal özellikleri daha üstün bulunmuştur. En etkili pastörizasyon süresi 90 °C'de 180 sn olarak belirlenmiştir. Artan pastörizasyon süreleri, çiğ makarna örneklerinde parlaklığın (L^*) ve fitik asit miktarının azalmasına, mikrobiyal kalitenin de yükselmesine sebep olmuştur. MAP uygulaması yaş makarnaların depolanması esnasında renk kayıpları (L^* ve b^*) ile antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarındaki kayıpları normal paketlenmeye göre azaltmıştır. Ayrıca mikrobiyal kalite üzerinde de normal paketlenmeye göre baskın üstün özellikler sergilemiştir. Çörek otu katkısı, duyuşal kaliteyi en olumsuz yönde etkileyen kaynak olmuştur. MAP uygulaması ile birlikte hiç pastörizasyon uygulanmamış kombinasyon örnekleri 14. güne kadar mikrobiyolojik kalitesini korurken, 180 sn pastörizasyon uygulaması ile bu süre 56. güne kadar çıkmıştır. Yaş makarna prosesinde 90 °C'de 180 sn pastörizasyon ve devamında MAP uygulaması yaş makarnanın raf ömrünü uzatmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, besinsel lif, makarna, modifiye atmosferde paketlenen, pastörizasyon, yaş makarna.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

EFFECTS OF DIETARY FIBER AND ANTIOXIDANT-RICH INGREDIENTS ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS AND SHELF LIFE OF FRESH PASTA

Ayşe Büşra MADENCİ

The Graduate School of Natural and Applied Science of
Necmettin Erbakan University
The Degree of Doctor of Philosophy in Food Engineering

Advisor: Prof. Selman TÜRKER

2017, 203 Pages

Jury

Prof. Selman TÜRKER

Prof. Ergun KÖSE

Asst. Prof. Abdülvahit SAYASLAN

Asst. Prof. Mustafa Kürşat DEMİR

Asst. Prof. Nilgün ERTAŞ

In this study, 3 different dietary fiber (wheat, oat and barley fibers) and 3 different antioxidant sources (flaxseed, black cumin and pomegranate seed) were used in fresh pasta formulation to improve functional properties of pasta. Pasta samples have been produced in the form of fresh and classical (dry) pasta. In pasta formulations, while dietary fiber sources have been used in the ratio of 15%, antioxidant sources have been used in the ratio of 5%. In the combination samples, 15% dietary fiber + 5% antioxidant source was used. The study consists of three stages. In the first stage of the study, some physical, chemical and sensory properties of fresh pasta were compared with dry pasta. In the second stage, effect of different pasteurization times (90 °C for 60, 120 and 180 second) and in the third stage, effects of classic packaging and modified atmosphere packaging (MAP) and storage times (8 weeks) on fresh pasta quality properties were researched. Moisture, ash, protein, fat, total dietary fiber, Ca, Fe, P, Zn, antioxidant activity, total phenolic content and phytic acid values of fresh pasta samples prepared with different antioxidant and dietary fiber sources were determined as 28.34-29.10%, 0.71-1.72%, 9.32-11.35%, 0.37-3.27%, 6.93-19.04 %, 25.30-60.04 mg/100g, 1.70-4.09 mg/100g, 186.30-387.53 mg/100g, 1.35-2.33 mg/100g, 17.63-50.01%, 0.41-0.85 mgGAE/100g and 191.97-799.43 mg/100g, respectively. Fresh pasta samples produced with combinations of antioxidant and dietary fiber sources were the richest pasta sample in terms of chemical and nutritional properties. Color parameters (L^* and b^*), cooking loss, firmness value and sensory properties of fresh pasta were found superior to dry pasta. The most effective pasteurization time was found as 90 °C and 180 sec. Increased pasteurization time caused decrement on brightness (L^*) and phytic acid content, and also increment on microbiological quality of fresh pasta. MAP application reduced loss of color (L^* and b^*), antioxidant activity and total phenolic contents of fresh pasta during storage by comparison with classic packaging. Also it exhibited dominant superior properties on the microbiological quality than classic packaging. Black cumin as an antioxidant source had the most negative effect on sensory quality. While combination samples without pasteurization preserve microbiological quality until 14th day of storage with MAP application, storage time was increased until 56th day by 180 sec pasteurization applications. In fresh pasta production process, pasteurization at 90 °C and 180 sec coupled with MAP application prolonged the shelf life of fresh pasta.

Keywords: Antioxidant, dietary fiber, fresh pasta, modified atmosphere packaging, pasta pasteurization.

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Selman TÜRKER'e ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren eş danışman hocam sayın Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca yardımlarını hiç esirgemeyen Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN, Mine ASLAN ve Naciye ÜNVER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan babam Saim AÇIKGÖZOĞLU'na, annem Remziye AÇIKGÖZOĞLU'na ve eşim Emrah MADENCİ'ye de sonsuz teşekkürler ederim.

Ayşe Büşra MADENCİ
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Yaş Makarna Üretim Teknolojisi	4
2.2. Yaş ve Klasik Makarnanın Besinsel ve Fonksiyonel Özelliklerinin Artırılması ile İlgili Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal	21
3.2. Metod.....	21
3.2.1. Deneme deseni	21
3.2.2. Makarna yapım metodu	23
3.2.3. Laboratuvar analizleri	29
3.2.3.1. Su miktarı tayini.....	30
3.2.3.2. Kül miktarı tayini.....	30
3.2.3.3. Ham protein miktarı tayini.....	30
3.2.3.4. Ham yağ miktarı tayini	30
3.2.3.5. Mineral madde tayini	30
3.2.3.6. Toplam besinsel lif tayini	31
3.2.3.7. Toplam fenolik madde tayini	31
3.2.3.8. Antioksidan aktivite tayini	31
3.2.3.9. Fitik asit tayini	32
3.2.3.10. Renk ölçümü	32
3.2.3.11. Makarna örneklerinde ağırlık ve hacim artışının belirlenmesi	32
3.2.3.12. Makarna örneklerinde suya geçen kuru madde miktarının belirlenmesi	33
3.2.3.13. Makarna örneklerinde sıklık değerinin belirlenmesi	33
3.2.3.14. Makarna örneklerinde mikrobiyolojik analizler	33
3.2.3.15. Makarna örneklerinin duyuşal özelliklerinin tayini.....	33
3.2.3.16. İstatistiki analizler.....	34
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	35
4.2. Pastörizasyon Öncesi Yaş Makarna (PÖYM) ve Kuru Makarna Analizleri	41
4.2.1. PÖYM örneklerinde kimyasal analiz sonuçları	42

4.2.2. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin renk değerleri	45
4.2.3. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değeri sonuçları	57
4.2.4. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları	62
4.2.5. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları ...	69
4.3. Pastörizasyon Sonrası Yaş Makarna (PSYM) Analizleri	72
4.3.1. PSYM örneklerinin renk ölçüm değerleri	73
4.3.2. PSYM örneklerine ait pişirme ve sıklık değerleri	85
4.3.3. PSYM örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları	88
4.3.4. PSYM örneklerinin duyu analizi sonuçları	93
4.4. Depolama	96
4.4.1. Depolama ilk haftasında yaş makarna örneklerinin analiz sonuçları	96
4.4.1.1. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin renk değerleri	96
4.4.1.2. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerleri	110
4.4.1.3. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları	113
4.4.2. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin analiz sonuçları	121
4.4.2.1. Depolama sürecinde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin renk değerleri	121
4.4.2.2. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerleri	145
4.4.2.3. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları	153
4.4.3. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin mikrobiyal analiz sonuçları	167
4.4.4. Depolama süresince yaş makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları ...	173
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	184
KAYNAKLAR	191
ÖZGEÇMİŞ	203

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
dk	: Dakika
g	: Gram
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
L*	: Parlaklık renk değeri
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
Mn	: Mangan
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SI	: Doygunluk indeksi
sn	: Saniye
Zn	: Çinko
µm	: Mikrometre

Kısaltmalar

Komb-1	: Kombinasyon 1
Komb-2	: Kombinasyon 2
Komb-3	: Kombinasyon 3
MAP	: Modifiye atmosferde paketlenme
PÖYM	: Pastörizasyon öncesi yaş makarna
PSYM	: Pastörizasyon sonrası yaş makarna
TBL	: Toplam besinsel lif
TFM	: Toplam fenolik madde

1. GİRİŞ

Makarna, toplumun her kesimi tarafından sıklıkla ve beğenilerek tüketilen bir gıda maddesidir. Kolay elde edilebilir olması, ucuzluğu, besinsel özellikleri ve formülasyonunun kolay zenginleştirilebiliyor olması makarnayı önemli bir gıda maddesi haline getirmektedir. Hububat kaynaklı sanayi ürünleri arasında makarna, üretim miktarı ve besinsel değeri ile ekmekten sonra gelmektedir.

Makarna düşük su içeriği sayesinde oldukça uzun raf ömrüne sahip bir gıda maddesidir. Makarnanın pek çok çeşidi mevcut olmakla birlikte kurutma işlemine tabi tutulmadan üretilen yaş makarna son yıllarda ilgi çeken bir ürün haline gelmiştir. Yaş makarna dünya genelinde tanınan bir ürün olmasına rağmen henüz ülkemizde bu alanda yapılmış kapsamlı çalışmalara rastlanmamıştır. Ülkemizde makarna sektörü içerisinde yaş makarna çeşitlerinin de yer alabilmesi ve bu tip ürünlerin özelliklerinin geliştirilmesi bilimsel çalışmalar ışığında olacaktır.

Üretimi sırasında herhangi bir kurutma işlemine tabi tutulmayan yaş makarnanın oldukça kısa olan raf ömrü buhar yardımıyla uygulanan pastörizasyon (çok kısa süreli ısı işlem) ve modifiye atmosferde paketlenme (MAP) işlemleri sayesinde artırılabilir. Yaş makarna üretim sürecinde şekillendirme aşamasının ardından pastörizasyon tüneli kullanılarak tekli pastörizasyon gerçekleştirilmekte ve daha uzun raf ömrü için pastörizasyon işleminin ardından MAP işlemi uygulanmaktadır. Bunun dışında tekli pastörizasyonun ardından paketlenmiş üründe gerçekleştirilecek ikinci bir pastörizasyon işlemi ile raf ömrü daha da uzatılabilir.

Yaş makarna üretim süreci kurutma işlemi hariç kuru makarna üretim süreci ile tamamen aynıdır. Kurutma işleminin uygulanmıyor olması, yaş makarnaya çeşitli üstünlükler kazandırmaktadır. Klasik makarna üretimi sırasında uygulanan kurutma işlemi sonucunda makarna daha uzun bir raf ömrüne sahip olmakta ve mikrobiyolojik açıdan güvenilir hale gelmekte ise de bazı fiziksel, besinsel ve duyu kalite kayıpları olabilmektedir. Yaş makarna üretiminde, kurutma işleminden kaynaklanan bu olumsuzluklar ortadan kalkmaktadır. Yaş makarna klasik makarnaya kıyasla daha hızlı pişmesi ve daha lezzetli olması ile de ilgi gören bir gıda maddesidir.

Kuru makarnanın besinsel ve/veya fonksiyonel içeriği çeşitli kaynakların ilavesi ile artırılabilir. Bu amaçla farklı hububat ve baklagil unları, kepekleri ve lifleri, sebze tozları ve lifleri, protein izolat ve konsantratları, yumurta ve hayvansal protein kaynakları kullanılabilir. Son yıllarda, gıda maddelerinin formülasyonlarında

besinsel lif oranlarının artırılması oldukça ilgi çeken bir konu haline gelmiştir. Besinsel lif tüketiminin azlığı ile medeniyet hastalığı olarak nitelendirilen çeşitli rahatsızlıkların görülme riski arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir. Besinsel lifler, ince bağırsakta sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta kısmen ya da tamamen fermente olan karbonhidrat yapısındaki bileşiklerdir. Besinsel lif tüketiminin kolon kanseri, kabızlık, obezite ve diyabet gibi hastalıkların oluşumuna karşı koruyucu etkisi olduğu bildirilmektedir. Besinsel liflerin sağlık üzerindeki bu olumlu etkileri sebebiyle günlük beslenmedeki miktarlarının artırılması tavsiye edilmektedir. Kuru ve yaş makarna besinsel lif açısından zenginleştirmeye uygun gıda maddeleridir. Kuru makarnada besinsel lifler ile kepeğin kullanımına yönelik çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, yaş makarna üzerinde yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

Antioksidan maddece zengin kaynaklar da ilave edildikleri ürünlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmesi açısından oldukça popüler ve önemli bileşenlerdir. Gıdalarda bulunan antioksidan bileşikler, vücudun serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı korunmasında önemlidirler. Serbest radikal oluşumu DNA hasarlarına, protein bozulmasına ve lipid peroksidasyonuna neden olabilmekte ve kanser, parkinson ve alzheimer gibi çeşitli kronik sağlık problemlerinin oluşmasına yol açabilmektedir. Bilimsel araştırmalar antioksidanların kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik dejeneratif rahatsızlıkların oluşma riskini azalttıklarını bildirmektedir. Antioksidan bileşikleri yapılarında bulunduran gıda maddeleri, vücudu serbest radikallerin olumsuz etkilerinden korumaya yardımcı olabilmektedir.

Gıda maddeleri doğal yapılarında antioksidan bileşikleri içerebildikleri gibi dışarıdan da bu bileşiklerin gıda formülasyonuna ilavesi söz konusu olabilmektedir. Baharatlar ve bazı bitkiler doğal antioksidan kaynağı olan çeşitli fitokimyasallara sahiptirler. Bunlar gıda maddelerinin antioksidan içeriklerinin artırılması için kullanılacak doğal kaynaklardır.

Yaş makarna doğal antioksidan kaynakların kullanımına uygun bir prosese sahip olup, bunların öğütülmüş toz formda kullanımı kalite kayıplarını minimize etmek açısından önemlidir.

Bu araştırmada çeşitli besinsel lif kaynakları (buğday lifi, yulaf lifi ve arpa lifi) ve antioksidan madde kaynakları (keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği) kullanılarak; fonksiyonel özelliği artırılmış yaş ve kuru makarna örnekleri hazırlanarak; bu örneklerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Yaş makarnalar farklı pastörizasyon normları kullanılarak pastörize edilmiştir. Çalışmanın

devamında ise pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinden teknolojik olarak üstün bulunanlarında MAP işlemlerinin etkileri incelenmiştir. Paketlenmiş örneklerde 8 haftalık depolama periyodu süresince her 7 günde bir bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özellikler incelenmiştir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliğinde makarna, *Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2002). Genel olarak ticari makarna üretim basamakları; karıştırma ve yoğurma, vakumlama, şekil verme ve kurutmadır (Elgün ve Türker, 2005). Kurutma işleminin ardından makarnanın su içeriğinin maksimum % 12.0-12.5 civarlarında olması gerekmektedir (De Zorzi ve ark., 2007). Makarna, herhangi bir katkı ya da koruyucu olmadan tamamen doğal bir ürün şeklinde yaklaşık 3 yıllık raf ömrüne sahip olmaktadır (Pagani ve ark., 2007).

İlk makarna fabrikası 1800'lü yıllarda İtalya'da kurulmuş ve İtalya bu alanda hızla gelişmiştir (Ünal, 1995). Dünya makarna üretimi 14.3 milyon ton'dur. İtalya 3.2 milyon ton ile dünyanın en büyük üreticisi olup İtalya'yı 2 milyon ton ile A.B.D. izlemektedir. Türkiye ise 1.3 milyon ton ile dünyanın 3. büyük makarna üreticisi konumundadır (Anonymous, 2015).

Makarna, uzun süre muhafaza edilebilirliği, çeşitliliği, doyuruculuğu, kolay pişirilebiliyor olması, besinsel kalitesi ve diğer pek çok gıda maddesinden ucuz olması ile öne çıkan bir üründür (Yeyinli, 2006). Makarnanın temel yapısını nişasta oluşturmaktadır. A, B1 ve B2 vitaminleri, kalsiyum, fosfor, potasyum ve demir yönünden zengin bir gıda olan makarnanın yağ ve sodyum içeriği de düşüktür (Anonim, 2008). Ayrıca makarna, beyaz undan üretilen unlu mamullere göre daha düşük glisemik indeks değeri ile dikkat çeken bir gıda maddesidir (Fardet ve ark., 1998; Brennan ve ark., 2004).

2.1. Yaş Makarna Üretim Teknolojisi

Makarna genel olarak "kuru" ve "yaş" olarak iki temel sınıfta değerlendirilmekte olup dünya genelinde dolgulu ve dolgusuz, farklı şekil ve formda 400'ün üzerinde makarna çeşidi bulunmaktadır (Tazart ve ark., 2016). Ülkemizde, spagetti, tel şehriye, erişte, arpa şehriye ve kuskus en çok üretimi yapılan makarna ürünlerinden olup, bunlar çeşitli katkıları kullanılarak zenginleştirilebilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995). Kurutulmuş makarna şüphesiz en çok tüketilen makarna çeşidi olmakla beraber yaş makarna son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir (Pagani ve ark., 2007). Başta İtalya olmak üzere dünyanın önde gelen ülkelerinde tam kapasiteli çalışan yaş makarna

fabrikaları kurulmuştur. Ülkemizde makarna üretimi için sadece durum buğdayı irmiği kullanımına izin verilmekte olup İtalya gıda kanunlarında yaş makarna üretiminde kısmen ya da tamamen buğday unu kullanımına da izin verilmektedir (Carini ve ark., 2009). Makarna formülasyonunda yumurta kullanımı da sıklıkla görülmektedir. Ayrıca yaş makarna çeşidine bağlı olmak üzere, çeşitli bitkisel veya hayvansal kaynaklar da (et, şarküteri, balık, peynir, sebze, mantar vb.) formülasyonda yer alabilmektedir (Pagani ve ark., 2007).

Yaş makarna üretim prosesinde de normal üretimdeki gibi; karıştırma, yoğurma, ekstrüzyon veya laminasyon ile şekillendirme işlemleri mevcut olmakla birlikte sadece son aşamadaki kurutma işlemi yapılmamaktadır (Carini ve ark., 2009). Kurutma işlemi ile makarna çok uzun bir raf ömrüne sahip olmakta ve mikrobiyolojik açıdan güvenilir hale gelmektedir. Fakat kurutma işleminin bu olumlu yanlarının yanı sıra bazı olumsuz etkileri de olabilmektedir. Kurutma işlemi sırasında uygulanan yüksek sıcaklıkların etkisi ile oluşan Maillard reaksiyonları sonucunda makarna rengi ve tadında bazı değişiklikler olabilmektedir (Maache-Rezzoug ve Allaf, 2005). Proteinler ve karbonhidratlar arasında gerçekleşen reaksiyon protein yapısında değişikliklere yol açmakta (Cubadda, 1994), ayrıca sıcaklığın etkisi ile amino asit içeriğinde de değişiklikler meydana gelebilmektedir.

Acquistucci (2000), farklı makarna kurutma şartlarında görülen Maillard reaksiyonunun makarnanın renk gelişimine ve protein modifikasyonuna etkilerini incelemiştir. Kurutma işleminden tüm örneklerin amino asit içeriklerinin belirgin şekilde etkilendiğini belirlemiş olmakla birlikte kurutma işleminin ardından makarnanın toplam lizin içeriğinde % 14-18 arasında kayıp söz konusu olduğunu bildirmiştir.

Yaş makarna su içeriği minimum % 24 olan bir gıda maddesidir (Carini ve ark., 2009). Su içeriğinin yüksek olması sebebiyle oldukça kolay bozulabilen yaş makarnanın bozulmasında temel etkenler, üründe kolayca gelişebilen bakteri, maya ve küflerdir. Yaş makarnaların sınıflandırılmasında en önemli faktörlerden biri raf ömrüdür. Klasik yaş makarna paketlenmeden satılmakta ve maksimum 5 günlük bir raf ömrüne sahip olmaktadır (Pagani ve ark., 2007). Uygulanacak ileri işlemler ile ticari yaş makarnalar 15 günden 90 güne kadar değişen raf ömrüne sahip olabilmektedir (Alamprese ve ark., 2008).

Şekillendirme işleminin ardından uygulanacak pastörizasyon işlemi, yaş makarnaların dayanıklılığının artırılmasında oldukça önemlidir. Pastörizasyon işlemi tekli ya da çiftli olarak gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde genelde tekli

pastörizasyon tercih edilmekle birlikte, raf ömrünün daha da artırılmasının istenildiği durumlarda, paketlemenin ardından ikinci bir pastörizasyon işlemi uygulanabilmektedir. Tekli pastörizasyonda şekillendirilmiş ürün taşıyıcı bantlar vasıtasıyla buhar enjeksiyonunun yapıldığı pastörizasyon tünellerinden geçirilmektedir. Literatürde yaş makarna üretiminde uygulanan pastörizasyon normları ile ilgili farklı bilgiler yer almaktadır. Bu farklılıklarda temelde ürünün özellikleri etkili olmaktadır.

Pagani ve ark. (2007), pastörizasyon işlemi için yaş makarnanın iç sıcaklığının 75-90 °C'de birkaç dakika tutulmasının yeterli olacağını belirtirmiş, bunun için de 98-108 °C'lik hava kullanımının uygun olacağını bildirmişlerdir.

Zardetto (2005), yumurtalı yaş makarnalarda yakın infrared spektroskopisinin potansiyel kullanımını incelediği çalışmasında, makarna örneklerine 99 °C'de 2 dakika süreyle ısıtılma işlemi uygulamıştır. Çalışma sonucunda, uygulanan tekniğin ısıtılma işlemi ürün üzerindeki etkilerinin kontrolünde bir potansiyelinin olduğu ve yüksek kalitede ürün elde edilmesi için kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Lucera ve ark. (2014), modifiye atmosferde paketleme işleminin (MAP) ve antimikrobiyal madde kullanımının yaş makarnanın raf ömrü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sırasında, yaş makarna örneklerinin tümüne 90 °C'de 3 dakika süreyle pastörizasyon işlemi uygulanmış ve daha sonra antimikrobiyal madde ve/veya MAP uygulamasının etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Alamprese ve ark. (2008), pastörizasyon uygulamasının yaş makarnanın yapısal ve pişme özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sırasında tekli pastörizasyon ve ikili pastörizasyon işlemi uygulanmış ve bu işlemlerin furozin oluşumuna etkileri takip edilmiştir. Tekli pastörizasyon amacıyla yaş makarna örnekleri kızgın buharlı pastörizatör bandından geçirilmiş ve işlem 95 °C'de 1.5 dk süreyle gerçekleştirilmiştir. İkinci pastörizasyon işlemi için ise ilk pastörizasyondan çıkan örnekler paketlenmiş ve paketler sıcak su banyosuna alınmıştır. İkinci pastörizasyonun gerçekleştirilmesi sırasında dört farklı pastörizasyon sıcaklığı (72, 80, 85 ve 91 °C) ve dört farklı pastörizasyon süresi (60, 70, 80, 90 dk) kullanılmıştır. Tekli pastörizasyonun furozin içeriğine herhangi bir etkisi belirlenmezken ikili pastörizasyonda süre-sıcaklık kombinasyonları arttıkça furozin içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir.

Scioscia ve ark. (2016), farklı pastörizasyon uygulamalarının yaş makarnanın raf ömrüne ve mikrobiyal kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında yaş makarna örneklerinde 100 °C'de 80 sn, 102 °C'de 97 sn ve 102 °C'de 100 sn olmak üzere 3 farklı pastörizasyon işlemi uygulanmış ve örnekler modifiye atmosferde

paketlenerek depolama süresince incelenmiştir. Sonuç olarak 102 °C’de 100 sn uygulanan pastörizasyon işlemi ile yaş makarnanın raf ömrünün 21 güne kadar uzatılabildiği belirlenmiştir.

Pastörizasyon şartları makarnanın kalınlığına, dolgulu makarnalarda dolgu çeşidine ve miktarına göre değişebilmektedir. Sanguinetti ve ark. (2011), yürüttükleri çalışmalarında modifiye atmosferde paketlenme işleminin depolama süresince dolgulu yaş makarna örneklerinin mikrobiyal kalite ve duyu özellikleri üzerine etkilerini belirlemiştir. Çalışma kapsamında dolgulu yaş makarna örneklerine 91±°C’de 9 dk süreyle pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda MAP işlemi ile yaş makarna örneklerinin raf ömrünün uzadığı belirlenmiştir.

Sanguinetti ve ark. (2015), glutensiz dolgulu yaş makarna örneklerinde pastörizasyon işlemi sonrası ve depolama süresince ksantan gum ve guar gum’ın kalite parametrelerine etkilerini inceledikleri bir diğer çalışmalarında, bir önceki çalışmalarında olduğu gibi 91±°C’de 9 dk süreyle pastörizasyon işlemi uygulamışlar ve sadece pastörize olmamış örneklerin İtalyan yönetmeliklerinde belirtilen toplam mikroorganizma sayısı sınırları aştığını belirlemiştir. Pastörizasyon işleminin örneklerin her gramı için toplam mikroorganizma sayısını 3-log’dan 6-log’a kadar, spor oluşturan aerobik bakteri sayısını ise 3-4 log azalttığını tespit etmiştir.

Zardetto ve Dalla Rosa (2007), dolgulu yaş makarnanın mikrobiyal kalitesi üzerine ısı işlem uygulamasının etkilerini inceledikleri çalışmalarında paketlenmemiş yaş makarna için genellikle kızgın buharın kullanıldığını ve ıslak buharın kuru buhara kıyasla mikroorganizmaların öldürülmesinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu tip ürünlerde son sıcaklık 85-99 °C olacak şekilde 3-8 dk’yı aşmayacak sürelerde uygulanan ısı işleminin etkili olacağını bildirirken, paketlenmiş ürünlerin pastörizasyon işleminin 95-97 °C’yi geçmeyecek şekilde su banyosu ile gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Teknolojik gereksinimlere bağlı olarak farklı sürelerin uygulanabileceği de ifade edilmiştir. Aynı çalışmada pastörizasyon işleminin mikrobiyal kalite üzerine etkileri de değerlendirilmiş ve pastörizasyon sonrasında dolgulu yaş makarna örneklerinin hem makarna kısmının hem de dolgu materyalinin mikrobiyal yükünün belirgin şekilde azaldığı belirlenmiştir.

Zardetto ve ark. (2003), yürüttükleri bir başka çalışmada farklı ısı işlem uygulamalarının dolgulu yaş makarnanın furozin içeriğine etkisini incelemiştir. Çalışma kapsamında dolgulu yaş makarna örnekleri 98 °C’de 3-12 dk ve 88 °C’de 3-10 dk süreyle pastörize edilmiştir. Sonuç olarak, furozin oluşum miktarının yaş makarnanın

ısıll işlemde zarar görme durumunun belirlenmesinde önemli olduğu ve furozin oluşumunun pastörizasyon uygulamasını sınırlandırdığı bildirilmiştir. Bu açıdan dolgulu yaş makarna örnekleri için 95-99 °C'de 2-6 dk süreyle pastörizasyon işleminin uygun olacağı belirtilmiştir.

Pastörizasyon esnasında gerçekleştirilen doymuş buhar uygulaması makarna yüzeyinde kondensasyona neden olabilmektedir. Kondense su nişasta jlatinizasyonunu teşvik etmekte ve beraberinde biraz yapışkan ve parlak yüzeyli makarna oluşumuna sebep olmaktadır. Bu hasarlar kızgın buhar uygulaması ile giderilebilmektedir (Robertson, 1993; Pagani ve ark., 2007).

Yaş makarnada uygulanan yoğun pastörizasyon işlemi sadece ürünün raf ömrünün uzatılmasına katkı sağlamamakta aynı zamanda önemli yapısal etkilere de sebep olmaktadır. Sıcaklık uygulaması sırasında protein ve nişastada önemli modifikasyonlar gerçekleşmektedir. Pastörize edilmiş ürünlerde protein ağları denatüre olmuş durumdadır. Termal uygulamanın yoğunluğu, kovalent bağlar ile stabilize olan protein agregatlarının oluşumunu artırmaktadır. Bu ürünlerde, pastörize olmamış olanlara kıyasla nişasta çözünmesi engellenmektedir. Sonuç olarak pastörize edilmiş ürünlerde pişme kaybı, pastörize edilmemiş olanlara göre daha düşük olmaktadır (Alamprese ve ark., 2008).

Uygulanan tekli pastörizasyonun ardından yaş makarnanın daha uzun bir raf ömrüne sahip olması istenildiğinde MAP işlemi uygulanabilmektedir. Gıdaların besinsel ve duyuşal özelliklerini korumak ve mikroorganizma gelişimini kontrol altına almak için gıda muhafaza tekniklerinin kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Kimyasal koruyucuların kullanımını azaltarak; gıda maddesinin raf ömrünün uzatılması, son zamanlarda dikkat çeken konulardandır. Bu bağlamda modifiye atmosfer koşullarında gerçekleştirilen MAP işlemi öne çıkan uygulamalardandır. MAP tekniğı ilk olarak et ürünlerinin raf ömrünün korunması için kullanılırken, günümüzde meyve ve sebzelerin, süt ürünlerinin ve tahıl kaynaklı ürünlerin de içinde yer aldığı oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (Parry, 1993).

MAP teknolojisinde paket ortamında bulunan oksijen gazı (O₂), bir gaz ya da gaz karışımı ile yer değiştirilmektedir. Paketleme sırasında genellikle azot gazı (N₂) ve karbondioksit gazı (CO₂) kullanılmakla birlikte, helyum ve nitrojen peroksit de kullanılabilir. Yaş makarnalarda MAP uygulaması ile mikrobiyal risklerin gelişmesinin engellenmesinin yanı sıra dolgulu yaş makarnalarda oksijene karşı hassas olan dolgu materyaline ait duyuşal özelliklerin korunması da sağlanabilmektedir. Yaş

makarna üretiminde kullanılacak gaz karışımları ile ilgili literatürde farklı değerler yer almaktadır.

Pagani ve ark. (2007), yaş makarna üretiminde genellikle %30-%70 ya da % 50-%50 oranında CO₂ - N₂ karışımı kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Del Nobile ve ark. (2009), amarant kaynaklı yaş spagettilerin mikrobiyal kaliteleri üzerine MAP işleminin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, %30-%70, %20-%80 ve %0-%100 N₂-CO₂ gaz karışımlarını incelemişler ve en etkili gaz karışımının %30-%70 N₂-CO₂ karışımı olduğunu belirtmişlerdir.

Sanguinetti ve ark. (2011), dolgulu yaş makarna örneklerinde depolama boyunca MAP işleminin mikrobiyal ve duyuşal özelliklere etkisini inceledikleri çalışmaları kapsamında %50-50 oranında N₂-CO₂ gaz karışımı ile ve normal şartlarda ayrı ayrı paketleme yapmışlardır. Çalışma sonucunda MAP ile paketlenen dolgulu makarnaların 42 günlük bir raf ömrüne sahip olduğunu belirtirken normal şartlarda paketlenen ürünlerin sadece 7 ila 14 gün arasında değişen bir raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Karbondioksit, hem bakteriyostatik hem de fungistatik özelliğe sahiptir. Küfler CO₂'ye karşı oldukça hassastır ve % 40'ın üzerindeki CO₂ konsantrasyonlarında fungal gelişim ve toksin oluşumu baskılanmaktadır (Northolt ve Bullerman, 1982). N₂, antimikrobiyal özelliğe sahip bir gaz değildir. Temelde kullanılma sebebi yüksek konsantrasyonlarda CO₂ kullanımının pakette çökmeye sebep olabilmesidir. Paket içerisinde N₂ mevcudiyeti ile bu sıkıntı önlenmektedir. Ayrıca O₂ ile yer değiştirmesi ile aerobik mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesinde indirekt etkiye sahip olmaktadır (Anonymous, 2016).

Bazı bilimsel çalışmalarda yaş makarna örneklerinde MAP uygulaması ile birlikte bazı aktif bileşiklerin kullanımı da söz konusu olmaktadır. Kullanılan bileşikler ile MAP uygulamasının sinerjik etki oluşturduğu ve gıdanın raf ömrünün bir miktar daha uzatılabildiği ifade edilmektedir.

Lucera ve ark. (2014), yaş makarnanın raf ömrünü uzatmak amacıyla makarna hamuruna antimikrobiyal madde olarak potasyum sorbat ilave etmişler ve yaş makarna örneklerini MAP uygulaması ile paketlenmişlerdir. Çalışma sonucunda antimikrobiyal madde ve MAP uygulamasının birlikte kullanılmasının ayrı olarak kullanılmalarına kıyasla daha etkili olduğu ve bu şekilde muhafaza edilen yaş makarnaların mikrobiyolojik ve duyuşal kalitesinin daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Del Nobile ve ark. (2009), bazı doğal antimikrobiyal maddelerin (timol, greylift çekirdeği ekstraktı, limon ekstraktı ve çitosan) amarant kaynaklı yaş makarna üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda çitosanın zararlı mikroorganizmaların gelişiminin yavaşlatılmasında başarılı bir şekilde kullanıldığını, en az etkiye sahip olan antimikrobiyal bileşiğin ise limon ekstraktı olduğu belirlenmiştir.

2.2. Yaş ve Klasik Makarnanın Besinsel ve Fonksiyonel Özelliklerinin Artırılması ile İlgili Çalışmalar

Makarnanın besinsel özelliklerin geliştirilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğu, tüketici eğilimleri, hükümet politikaları ve değişen nüfus oranlarının da etkisi ile makarnanın proteince zenginleştirilmesine odaklanmaktadır (Kaur ve ark., 2012).

Jayasena ve Nasar-Abbas (2012), lüpen unu kullanılarak yüksek protein ve lif içerikli makarna üretimi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında % 50'ye kadar değişen oranlarda lüpen unu makarna formülasyonuna eklenmiş ve artan oranlara bağlı olarak makarna örneklerinin protein ve besinsel lif içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Lüpen ununun % 20'den yüksek oranlarda kullanımının duysal kalite üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca % 20'nin üzerinde kullanımın makarnanın tekstürel özelliklerinde arzu edilmeyen değişiklikler yapabileceği de belirtilmiştir.

Pınarlı ve ark. (2004), makarnanın buğday ruşeymi ile zenginleştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada formülasyona % 15 oranında ham ruşeym ve aynı oranda mikrodalga işlemi uygulanmış ruşeym ilave etmişlerdir. Çalışma sonucunda ruşeym ilave edilen örneklerin; protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinin kontrole kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Mikrodalga uygulanmış ruşeym ile hazırlanan makarnaların duysal özelliklerinin ham ruşeym ile hazırlanana kıyasla daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Chillo ve ark. (2011), β -glukan ilavesinin makarnaların glisemik yük ve glisemik indeks değerlerine etkilerini incelemişlerdir. Makarna formülasyonuna %10'a kadar değişen oranlarda 2 farklı β -glukan konsantratu eklenmiş olup konsantratlardan birinin makarnanın glisemik indeks değerinde herhangi bir etki yapmadığı belirlenirken bir diğesinin ise makarnanın lif içeriğini artırmak suretiyle glisemik indeks değerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Khan ve ark. (2013), sorgum unu ilavesinin makarnanın dirençli nişasta içeriği, fenolik madde profili ve antioksidan kapasitesine etkilerini inceledikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Artan oranlarda sorgum unu ilavesinin makarnanın dirençli nişasta içeriği, antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriklerinde önemli artışlara yol açtığı belirlenmiştir.

Aravind ve ark. (2012), çözünmeyen besinsel lif ilavesinin makarnanın teknolojik, yapısal ve duyuşal özelliklerine etkilerini incelemiştir. Makarna formülasyonuna farklı oranlarda polard (kaba un) ve kepek ilave edilmiş ve irmik ile yer değiştirme esasına göre % 10'a kadar eklenen polardın makarnanın duyuşal ve teknolojik özelliklerine minimum seviyede etki yaparken antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerini arttırdığı belirlenmiştir. %10'un üzerindeki polard ilavesinin arzu edilmeyen renk oluşumuna ve duyuşal kalitenin düşmesine neden olduğu bildirilmiştir. Polardın aksine kepek ilavesinin her oranda duyuşal kaliteye ve bazı teknolojik özelliklere negatif etki yaptığı belirtilmiştir.

Brennan ve ark. (2004), yaptıkları çalışma ile makarna formülasyonunun inülin ile zenginleştirilmesinin nişasta degradasyonu ve tekstürel özelliklere etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında makarna formülasyonu % 2.5'dan % 10'a kadar değişen oranlarda inülin ilave edilmiştir. Artan inülin oranına bağlı olarak makarnanın glisemik indeks değerinin azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte makarna örneklerinin pişme kayıplarında artan inülin oranına bağlı olarak artış gözlenmiştir. Çalışma sonucunda nişasta yapısında olmayan polisakkaritlerin makarna formülasyonunda kullanımı ile nişasta degradasyonunun engellendiği, buna bağlı olarak sindirim sırasında salınan şeker miktarının değiştiiği ve glisemik indeksin düştüğü ve bu etkilerin yanında ürünün tekstürel özelliklerinin oldukça az etkilendiği vurgulanmıştır.

Fares ve ark. (2010), buğdayın farklı öğütme ürünlerini makarna formülasyonuna eklemiş ve proses ve pişirmenin fenolik asit profiline ve antioksidan kapasiteye etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda makarna örneklerinin lif içeriğindeki artış ile birlikte antioksidan aktivitelerinde de artış gözlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada ise makarnanın duyuşal, tekstürel ve pişirilme özellikleri üzerine alöronca zengin bileşiklerin etkileri incelenmiştir (Bagdi ve ark., 2014). Alöronca zengin makarnanın protein, yağ, kül, ham lif ve toplam besinsel lif içeriğinin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Alöronca zengin un ilavesinin makarnanın sıklık değeri üzerinde atışa neden olduğu tespit edilmiş olup makarnanın pişme ve tekstür karakteristikleri üzerinde önemli bir zayıflama

gözlenmemiştir. Buna rağmen alöronca zengin un ilavesi ile tüketici beğenisinde bir azalma söz konusu olmuştur.

Villeneuve ve ark. (2013), klasik makarna örneklerine farklı şekillerde işlenmiş keten tohumu ilave etmişler ve makarnaların yağ asidi profillerini incelemişlerdir. İki farklı şekilde elde edilen keten tohumunun (öğütülmüş ve yağı preslenip öğütülmüş) makarna özelliklerinde ve yağ asidi içeriğinde etkilerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Makarna yapım aşamalarının yağ asidi içeriğinde önemli bir etkisi belirlenmezken, öğütülmüş keten tohumunda omega-3 yağ asidi kaybı diğerine göre daha dikkat çekici bulunmuştur.

Klasik makarna formülasyonunun zenginleştirilmesi ile alakalı pek çok çalışma olmasına rağmen yaş makarna formülasyonunun zenginleştirilmesi ile ilgili yeterli kaynak mevcut değildir. Literatürde yaş makarna ile ilgili kaynaklar genellikle uluslararası çalışmalar olup, ülkemizde bu alanda henüz yeterli seviyede çalışma yapılmadığı belirlenmiştir.

Brennan ve Tudorica (2007), yaş makarna formülasyonuna % 2.5, % 5.0, % 7.5 ve % 10 oranlarında nişasta yapısında olmayan çözünen ve çözünmeyen besinsel liflerden ilave ettikleri çalışmalarında, besinsel liflerin ilavesi ile yaş makarnaların besinsel yararlılıklarının arttığını belirtmişlerdir. Yaş makarna örneklerinin besinsel lif içeriklerindeki artışlar ile birlikte glisemik yüklerinde de azalma gözlenmiştir. Bu ürünlerin çeşidine ve kullanım oranına bağlı olarak yaş makarna üretimden kullanımlarında bazı teknolojik sınırlamaların söz konusu olduğu vurgulanmıştır. % 2.5 oranında ilave ile kontrol makarnasına oldukça benzer tekstürel ve pişirme özelliklerine sahip ürünler elde edilebilmektedir. % 5'den yüksek ilave oranlarının kullanım ile tekstürel özelliklerde kontrole kıyasla negatif etkiler gözlenmiştir.

Brennan ve Tudorica (2008), yaptıkları bir diğer çalışmada yaş makarna formülasyonlarına ilave edilen guar gam, keçiboynuzu gamı, β -glukan, bambu lifi ve bezelye lifi gibi bazı besinsel liflerin yaş makarnanın glisemik indeksini düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Tazart ve ark. (2016), bakla (*Vicia faba*) ile zenginleştirdikleri yaş makarnaların besinsel kompozisyonunu ve protein sindirilebilirliğini incelemişlerdir. Çalışma sırasında makarna formülasyonuna % 10, % 30 ve % 50 oranlarında bakla ilave edilmiştir. % 50 ilave oranı dışında diğer oranların kullanımı ile görsel açıdan ve pişirme karakteristikleri bakımından kabul edilebilir ürünler elde edildiği bildirilmiştir. Artan oranlara bağlı olarak yaş makarnanın protein ve besinsel lif içeriğinde artış

gözlenmiştir. Aynı şekilde Ca, Fe ve Zn içeriğinde de artış olduğu belirtilmiştir. Besinsel lif içeriğinde artış ile birlikte yaş makarna örneklerinin glisemik indeks değerlerinde de azalma gözlenmiştir.

Marinelli ve ark. (2015), yaş makarna formülasyonunu polifenoller bakımından zengin olan üzüm cibresi ile zenginleştirmiş ve hamur hazırlama, ekstrüzyon, pastörizasyon, kurutma ve pişme aşamalarının toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye etkilerini incelemiştir. Makarna üretim aşamalarının tümünde üzüm cibresi ilave edilmiş yaş makarna örneğinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Katkılı örneğin üretimi sırasında en yüksek fenolik madde içeriği ekstrüzyon işlemi sonrasında görülmüş olup, şekillendirilmiş örneğin pastörize edilmesi veya kurutulması sırasında bir miktar kayıp gözlenmiştir. Yaş makarna örneklerinin pişirilmesi sırasında antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerinde belirgin azalma tespit edilmiştir. Üzüm cibresi ilavesinin yaş makarnanın duyu özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada, yaş makarna üretimi sırasında formülasyona çeşitli besinsel ve fonksiyonel kaynaklar ilave edilmiştir. İlave edilen ilk grup, antioksidan özelliğe sahip bazı gıda bileşenleridir. Oksijen kaynaklı serbest radikaller ve oksidatif stres, pek çok kardiyovasküler hastalığın oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Oksidatif stres, organizma için potansiyel tehlike oluşturacak şekilde pro-oksidan ve antioksidanlar arasındaki dengenin bozulması olarak tanımlanabilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1990). Serbest radikal oluşumu; DNA hasarlarına, protein bozulmasına ve lipid peroksidasyonuna neden olabilmekte ve böylece kanser, parkinson ve alzheimer gibi çeşitli kronik sağlık problemlerinin oluşmasına yol açabilmektedir (Collin, 1999; Floyd, 1999). Gıdalarda bulunan antioksidan bileşikler sağlığı koruyucu faktör olarak çok büyük bir öneme sahip olup, vücudun serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı korunmasında önemlidirler (Prakash, 2001). Bilimsel araştırmalar antioksidanların kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik dejeneratif rahatsızlıkların oluşma riskini azalttıklarını bildirmektedir. Son zamanlarda gıdaların korunması için tokoferoller, flavonoidler ve bitki ekstraktları gibi doğal antioksidan kaynaklarının kullanımına yönelik artan bir ilgi vardır. Baharatlar ve bazı bitkiler doğal antioksidan kaynağı olan bazı fitokimyasallara sahiptirler (Meziti ve ark., 2012).

Bu çalışmada kullanılan antioksidan madde kaynaklarından biri *Linaceae* familyasında yer alan keten (*Linum usitatissimum* L.) tohumudur. Keten medeniyetin

başlangıcından bu yana tarımı yapılan en eski bitkilerden biridir. İlk üretim amacının giyim eşyaları için lif kaynağı olarak kullanılması olduğu bildirilmektedir. Son 20 yılda beslenme ve hastalıklar ile ilgili araştırmalarda potansiyel pozitif sağlık etkileri sebebiyle keten tohumu oldukça ilgi çekmiştir. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak keten tohumunun insan beslenmesindeki önemi artmıştır. Yapısında yaklaşık % 40 yağ bulunan keten, en önemli yağlı tohumlardan biridir (Anwar ve Przybylski, 2012). Keten tohumu % 39-60 α -linolenik asit içeriği ile en zengin omega-3 kaynaklarından birisidir (Bloedon ve Szapary, 2004). α -linolenik asidin dışında yapısında oleik, linoelik, palmitik ve stearik asit de yer almaktadır. Ayrıca çözünür ve çözünmez lifler, lignan, protein ve antioksidan bileşikler bakımından da zengindir. Keten tohumunun antioksidan, antimikrobiyal ve antikanserojen etkilerinin yapısında bulunan fenolik asitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (İşleroğlu ve ark., 2005). Yapısında yer alan α -linolenik asitin, çözünür ve çözünmez liflerin ve protein tabiatında olmayan bileşiklerin kolesterol düşürücü etkisi olduğu belirtilmektedir. Ayrıca % 20-25'lik protein oranıyla da özellikle vejetaryen beslenme açısından önemli bir ürün olarak görülmektedir (Mahan ve Escott-Stump, 2000). Keten tohumu mineral madde içeriği ile de önem arz etmektedir. 30 g keten tohumunda bulunan kalsiyum, magnezyum ve potasyum günlük mineral alımı (RDAs) nın % 7 ila % 30'unu karşılamaktadır (Goyal ve ark., 2014).

Keten tohumu, çeşitli gıda maddelerinin formülasyonlarına rahatlıkla ilave edilebilen bir üründür. Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş gıda maddelerinde keten tohumu kullanımı ile ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır.

Hussain ve ark. (2008), mayasız bir yassı ekmek olan çapatının formülasyonuna farklı oranlarda keten tohumu unu eklemişler ve % 16 katkılama oranına kadar kabul edilebilir duyuşal özellikler belirlemişlerdir. Aynı çalışmada keten tohumu unu üzerinde yapılan analizler ile mineral madde bakımından zenginliği de ortaya konmuştur.

Chetana ve ark. (2010), muffin formülasyonunda keten tohumu kullanımını inceledikleri çalışmalarında, kullanım oranına bağlı olarak muffinlerin protein, yağ ve besinsel lif içeriklerinde önemli artışlar belirlemişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada Menteş ve ark. (2008), ekmek kalitesi ve kimyasal kompozisyonu üzerine keten tohumu kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Ekmek formülasyonuna % 10, 15, 20 ve 25 oranlarında öğütülmüş keten tohumu ilavesi yapılmıştır. Artan oranlarda keten tohumu ilavesi ile ekmeklerin; yağ, tokoferol içerikleri ve linolenik asit oranlarında artış gözlenmiştir. Ekmeklerin genel kabul

edilebilirlikleri % 15 keten tohumu ilavesine kadar iyi bulunmuş, diğer oranlarda tatmin edici olarak değerlendirilmiştir.

Meral ve Doğan (2013), formülasyonuna keten tohumu ilave ettikleri ekmeklerin antioksidan aktivitelerini incelemişler ve farklı oranlarda keten tohumu ilavesi ile ekmeğin antioksidan kapasitesinin % 17-22 oranında arttığını belirlemiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise keten tohumu ilavesinin, kek ve bisküvilerin pişme özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Bashir ve ark., 2006). Formülasyonlarda keten tohumu % 5'den % 25'e kadar 5 farklı oranda kullanılmış olup katkılı örneklerin tümünün protein, yağ ve kül içerikleri kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Örnekler duyu özellikleri bakımından da değerlendirilmiş olup kek ve bisküvi örneklerinin her ikisinde de artan keten tohumu oranına bağlı olarak renk, tekstür, tat, flavor ve genel beğeni puanlarında düşme gözlenmiştir. Çalışma sonucunda % 10 ila % 20 keten tohumu kullanımının fırıncılık ürünleri açısından uygun olabileceği belirtilmiştir.

Bhise ve ark. (2014), proteince zenginleştirilmiş noodle üretiminde yağsız keten tohumu kullandıkları çalışmalarında fiziksel, fonksiyonel, kimyasal ve duyu pek çok özelliği incelemişlerdir. Kontrol örneğinin protein, yağ ve lif içeriği sırasıyla % 9.29, % 1.57 ve % 2.19 olarak belirlenirken % 10 keten tohumu ilavesi ile aynı parametreler sırasıyla % 13.12, % 3.06 ve % 9.58 olarak belirlenmiştir. Noodle örnekleri duyu kaliteleri bakımından değerlendirildiğinde % 10 keten tohumu kullanımının kontrole yakın değerler verdiği belirlenmiştir. Daha yüksek oranlarda kullanım ile renk başta olmak üzere çeşitli duyu parametreler olumsuz yönde etkilenmiştir.

Manthey ve ark. (2008), buzdolabı şartlarında tutulan paketlenmiş yaş makarna örneklerinde keten tohumu ununun etkilerini değerlendirmişlerdir. % 15 keten tohumu ilavesi ile hazırlanan yaş makarna örnekleri farklı yöntemler ile paketlenmiş ve depolama süresince mikrobiyal kaliteleri takip edilmiştir. Çalışma sonucunda keten tohumu kullanımının mikrobiyal gelişimi baskıladığı belirlenmiş olup bu durum keten tohumunun bakterostatik ve fungostatik etkisi ile ilişkilendirilmiştir. Keten tohumu ilavesi ile yaş makarna örneklerinin sıklık değerlerinin azaldığı belirtilirken, katkılı örneklerin pişme kaybının kontrole kıyasla daha düşük olduğu da bildirilmiştir.

Yaş makarna ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise % 20'ye kadar değişen oranlarda keten tohumu unu ilavesi ile hazırlanan yaş makarna örneklerinin pişirme özellikleri ile fiziksel karakteristikleri incelenmiştir (Sinha ve Manthey, 2008). Artan oranlarda keten tohumu unu ilavesi ile yaş makarnanın daha koyu renkte olduğu, pişme

kaybının ve su absorpsiyonunun etkilenmediği ve pişme sonrası sıklık özelliklerinin ise kontrole kıyasla azaldığı belirlenmiştir.

Kullanılan bir diğer antioksidan madde kaynağı çörek otudur. Çörek otu (*Nigella sativa* L.) *Ranunculaceae* familyasına ait olan aromatik bir bitkidir. Genellikle baharat olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Orta Doğu ve Hindistan'da astım, bronşit, baş ağrısı, egzama ve daha birçok hastalığın tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır (Meziti ve ark., 2012). Mineral madde bakımından oldukça zengin olan çörek otu, potasyum, fosfor, demir, çinko, kalsiyum, magnezyum, mangan ve bakırın iyi bir kaynağıdır (Al-Jassir, 1992). Çörek otu, tam tane (tohum) veya çörek otu yağı şeklinde beslenmede ve geleneksel tıbbi uygulamalarda sıklıkla kullanılan bir üründür. Antikanserojen, antidiabetik, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikler gösteren çörek otu antioksidan özelliği ile de dikkat çekmektedir (Ramadan, 2007). Çörek otunun tıbbi faydaları, yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan fenolik bileşiklerine atfedilmekte olup; fenolik madde içeriğinin pek çok yenilebilir yağdan daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Salvador ve ark., 2001). Çörek otu yağı ve ekstraktının terapötik etkileri belirlenmiş olup, çörek otu yağı en yeni yenilenebilir yağlardan biri olarak kabul edilmiştir (Cheikh-Rouhou ve ark., 2007). Hem çekirdeği hem de yağı, doymamış yağ asitlerinden olan oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit bakımından zengindir (Atta, 2003). Yağ kısmında çoklu doymamış yağ asidi içeriği fazladır (% 48-70). Yağ asidi profilindeki üstünlüğün yanı sıra tokoferol ve pek çok antioksidan etki gösteren bileşiği de yapısında bulundurmaktadır.

Meziti ve ark. (2012), yaptıkları çalışmalarında, çörek otunun önemli oranda antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kar ve ark. (2007), çörek otu tohumlarını antioksidan aktivite yönünden inceledikleri çalışmalarında, Mısır ve Türkiye kökenli iki çörek otu örneğinin de antioksidan aktivitesinin gıdaların korunmasında sentetik antioksidan olarak kullanılan BHT ve BHA'ya kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Naqeep ve ark. (2009), Yemen'de yetiştirilen çörek otlarının besinsel kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında çörek otunun yağ, protein, lif ve mineral maddeler bakımından zenginliğini ortaya koymuşlardır. Gıda formülasyonlarını zenginleştirme amacıyla çörek otunun kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada kullanılan son antioksidan madde kaynağı nar çekirdeğidir. *Punicaceae* familyasına üye olan nar meyvesi (*Punica granatum* L.) fitokimyasal bileşiklerin iyi bir kaynağı olup, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri ile pek çok

bilimsel çalışmaya konu olmuştur (Seeram ve ark., 2006; Miguel ve ark., 2010). Antiviral, antifungal, antikarsinojenik, antienflamotuar ve antibakteriyal etkileri bulunduğu bildirilmekte olup bu sağlık etkileri yapısında bulunan ellagitanninler, antosiyaninler ve diğer polifenol bileşikler ile ilişkilendirilmektedir (Martos ve ark., 2010). Narın yenilebilir diğer bölümlerinin ve çekirdeğinin önemli oranda vitamin, polifenol, flavonoid, askorbik asit ve mineral içerdiği belirtilmektedir (Malgarejo ve ark., 2000; Li ve ark., 2006). Nar çekirdeği, nar suyu üretimi sırasında oluşan bir yan ürün olup steroller, γ -tokoferol, punisik asit ve hidroksibenzoik asit gibi nütrosötik bileşenlerce zengindir (Liu ve ark., 2009). Nar çekirdeğinin antioksidan ve antidiaral etkisinin bulunduğu bildirilmektedir (Singh ve ark., 2002).

Orak ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada nar çekirdeği ekstraktının EC_{50} değerinin nar suyuna kıyasla 2.3 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Elfalleh ve ark. (2012), nar meyvesinin çeşitli kısımları üzerinde yürüttükleri çalışmalarında, nar kabuğunun, çekirdeğinin, çiçeklerinin ve yapraklarının antioksidan fonksiyon gösteren potansiyel kaynaklar olduğunu belirlemişlerdir.

Basiri (2015), nar çekirdeğinin antioksidan ve antiradikal aktivitelerini incelediği çalışmasında nar çekirdeğinin fenolik bileşiklerin potansiyel bir kaynağı olduğunu ve fonksiyonel ve besinsel olarak gıda, farmasotik ve kozmetik endüstrilerinde geniş uygulama alanı bulunduğunu belirtmiştir.

Rowayshed ve ark. (2013), nar yan ürünlerinin besinsel ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında nar çekirdeğinin mineral maddeler (Ca, P, K, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu) ve vitaminler (B1, B2, C, E ve A vitamini) bakımından zengin olduğunu ve gıda formülasyonlarında kullanım olanağı bulması gereken bir ürün olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan ikinci grup besinsel liflerdir. Besinsel lifler, ince bağırsakta sindirilemeyen ancak kalın bağırsakta kısmen ya da tamamen fermente olan karbonhidrat yapısındaki bileşiklerdir (Trowel ve Burkitt, 1986). Besinsel lifler, çözünürlüklerine göre suda çözünen ve suda çözünmeyen lifler olarak iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Lignin, selüloz, hemiselüloz ve çözünmeyen pentozanlar çözünmeyen liflerden olup pektin, gam maddeleri ve suda çözünen pektinler çözünen lifler grubunda yer almaktadır. Gıda maddelerinde çözünür ve çözünmez lifler farklı oranlarda bulunabilmektedir (Schakel ve ark., 2001).

Beslenme uzmanları sağlıklı beslenme açısından günlük beslenmede besinsel lif miktarının artırılmasını tavsiye etmektedirler (Jayasena ve Nasar-Abbas, 2012). Son

yıllarda besinsel liflerin tüketimi ve bazı hastalıkların görülme durumu arasında bir ilişki olduğu ortaya çıkarılmış ve besinsel liflere olan ilgi günden güne artmıştır (Dönmez ve ark., 2010). Günlük beslenmede lif eksikliği ile medeniyet hastalığı olarak nitelendirilen bazı hastalıklar arasındaki ilişki, bu hastalıkların lif tüketiminin fazla olduğu Afrika ülkelerinden ziyade batılı ülkelerde görülmesi ile desteklenmektedir. Besinsel lif tüketiminin kolon kanseri, kabızlık, obezite ve diyabet gibi hastalıkların oluşumuna karşı koruyucu etkisi olduğu bildirilmektedir (Saldamlı, 2007). Besinsel lif tüketiminin özellikle kolon kanseri riskini azalttığı belirtilmekte olup, bu durumda liflerin bağırsaklarda şişkinlik oluşturarak, gıdaların bağırsaklardan geçiş hızının artırması etkili olmaktadır. Bağırsaktan geçiş hızı artırıldığında kolon kanserinin potansiyel sebeplerinden olan fekal mutajenlerin etkileri de azalmaktadır. Ayrıca liflerin kansere neden olan bileşiklere bağlanarak onların kanser oluşturma risklerini yok ettiği de bildirilmektedir. Kalın bağırsakta besinsel liflerin kısmen ya da tamamen fermente olması sırasında açığa çıkan kısa zincirli yağ asitlerinin de bağırsak sağlığının korunmasında önemli etkiye sahip olduğu düşünülmektedir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001). Besinsel lifler midede su çekerek mide içeriğinin viskozitesini artırarak midenin daha uzun süre dolu kalmasını sağlamaktadırlar. Bu durum uzun süre tokluk hissinin oluşmasında etkili olmaktadır (Thompson ve Manore, 2005). Besinsel liflerin bir diğer önemli sağlık etkisi, serum kolesterol seviyesini düşürmeleridir. Besinsel lif bakımından zengin bir beslenme ile karaciğerde kolestrolden sentezlenen safra asitleri, lifler tarafından absorbe edilerek vücuttan atılır. Böylece serum kolesterol seviyesinde azalma görülmekte sonuç olarak da kardiovasküler rahatsızlıkların oluşma riski de düşmektedir. Besinsel lifler kolesterol seviyesini düşürmenin yanı sıra kan şekeri düzeyini de azaltarak özellikle diyabet hastalarının beslenmesine önemli katkılar sağlamaktadırlar (Saldamlı, 2007). Besinsel lif kaynakları, mineral madde içerikleri ile de dikkat çekmektedir. FAO/WHO organizasyonları günlük beslenmede besinsel lif alımının minimum 25 g olmasını önermektedir (Anonymous, 2003).

Tahıl taneleri, besinsel lif açısından oldukça zengin olmakla birlikte işlenmeleri sırasında özellikle dış tabakalardaki kayıplar sebebiyle besinsel lif içeriklerinde azalma olmaktadır. Makarna ve ekmek gibi işlenmiş tahıl ürünleri besinsel lif bakımından zengin değildir. Bu tarz ürünlerin besinsel lifler kullanılarak zenginleştirilmesi ile ilgili pek çok çalışma yapılmaktadır. Makarnanın yapısında yer alan nişastanın sindirilebilirlik oranının bazı besinsel lifler ile interaksiyon sonucunda daha da azaldığı ve sonuç olarak da glisemik indeks değerinin düştüğü belirtilmektedir. Makarnanın kan

glukoz seviyesindeki etkisi ve besinsel liflerin faydaları beraber düşünüldüğünde diyabet ve kronik kalp rahatsızlıkları gibi çeşitli hastalıkların tedavi edilmesi ve önlenmesi açısından fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin geliştirilmesi sağlanabilecektir (Gatti ve ark., 1984; Yokoyama ve ark., 1997).

Bu çalışmada yaş makarna örneklerinin besinsel lif bakımından zenginleştirilmesi amacıyla buğday, arpa ve yulaf lifi kullanılmıştır. Besinsel lifler bir dizi ekstraksiyon prosesi ile elde edilmektedir. Arpa çözünür ve çözünmez besinsel lif içeriği ile dikkat çeken tahıllardan biridir. Arpa tanesinin yaklaşık % 20'sinin lif olduğu bildirilmektedir. Lif arpa tanesinin kabuk ve perikarp kısımlarında yoğun şekilde bulunmaktadır. Lif arpanın işlenmesi sırasında yan ürün olarak elde edilebilmektedir.

Yulaf lifi sağlık üzerindeki etkileri ile dikkat çekmektedir. Ayrıca fırıncılık ürünlerinin, yoğurdun, dondurulmuş tatlıların ve benzeri birçok ürünün lif bakımından zenginleştirilmesinde kolaylıkla kullanılabilir olması da yulaf lifinin önemini arttırmaktadır. Yulaf lifinin elde edilmesi ile ilgili ilk patent 1987-1988 yıllarında hazırlanmış olup alkalik peroksit çözeltisi kullanılarak yulaf kabuğunda ağartma ve delignifikasyon işlemleri uygulanarak yenilebilir yulaf lifi elde edilmiştir. 1988 yılında tanımlanan bir başka patent de ise yüksek basınç ve sıcaklıkta sodyum hidroksit uygulaması ile lignin yapılarının bozulması sağlanmakta ve yulaf lifi elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen yulaf lifi ilave edildiği gıda formülasyonlarının duyu ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedir (Cho ve Samuel, 2009).

Buğday lifi nötr tat, yüksek lif içeriği ve yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Diğer lif kaynaklarına kıyasla renginin açık olması nedeniyle, unlu mamullerin lifçe zenginleştirilmesinde ya da enerjilerinin düşürülmesinde, duyu anlamında bir soruna yol açmadan kullanılabilir (Özavar, 2004).

Literatürde besinsel liflerin ya da lifçe zengin tahıl fraksiyonlarının (kepek ve tam un) hububat ürünlerinde kullanımına yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Lebesi ve Tzia (2011), farklı besinsel lifler ile yenilebilir tahıl kepeklerinin kekin pişirilme özellikleri ile duyu kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. % 10, 20 ve 30 oranlarında buğday lifi, mısır lifi, arpa lifi, yulaf lifi, buğday kepeği, yulaf kepeği ve pirinç kepeği ilavesi ile kek örnekleri hazırlanmış ve besinsel lif kaynakları kullanımı ile kek hacminin, tekstürünün ve duyu özelliklerinin geliştiği belirlenmiştir. Tahıl kepeklerinin ilavesi ile bazı duyu karakteristiklerin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir.

Aydın ve Göçmen (2011), noodle formülasyonuna yulaf unu eklemiş ve bazı kalite özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yulaf ununun artan oranlarına

bağlı olarak noodle'ların besinsel lif ve mineral madde içeriklerinin arttığı, duysal özelliklerinin ise ters yönde değiştiği belirlenmiştir.

Kaur ve ark. (2012), çeşitli tahıl kepekleri (buğday, pirinç, arpa ve yulaf kepeği) ile zenginleştirilmiş makarnaların fonksiyonel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kepek ilavesi ile makarna örneklerinin lif ve protein içeriklerinde artış olduğunu belirlemişler, ayrıca kepek çeşidine bağlı olarak % 10-15 oranına kadar kullanımın fizikokimyasal ve duysal özellikler ile pişirme özelliklerine olumsuz etki yapmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada spagetti formülasyonuna çözünebilir ve çözünemeyen özellikte 8 farklı besinsel lif ilave edilmiş ve bu liflerin spagettinin sertlik, yapışkanlık, pişme kaybı gibi değerleri ve duysal özellikleri üzerinde birbirinden farklı etkiler yaptığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen aynı lifin pişmiş makarna özellikleri üzerinde etkisinin bile farklı olabileceği bildirilmiştir. (Rakhesh ve ark., 2015).

Bustos ve ark. (2011), 4 farklı özellikte besinsel lif kullanılarak hazırladıkları makarnanın teknolojik kalitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda inulin'in makarna özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini belirlenirken yulaf lifi ve dirençli nişastanın % 5 ve % 10 oranlarında kullanımı ile kabul edilebilir özelliklerde makarnaların üretildiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Yaş makarnaların üretiminde kullanılan irmik Selva Gıda A.Ş'den temin edilmiştir. Antioksidan madde kaynakları (keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği) yerel marketlerden sağlanmıştır. Bu kaynaklar, öğütücüde (Sinbo, SCM 2934) partikül iriliği 500 µm'nin altında olacak şekilde öğütülmüştür. Öğütme işlemi, hemen makarna üretimi öncesinde yapılmıştır. Besinsel lif kaynaklarından buğday lifi (Creafill Fibers Corp., Amerika), yulaf lifi (Shaanxi Ciyuan Biotech Co. Firması, Çin) ve arpa lifi (Shaanxi Ciyuan Biotech Co. Firması, Çin) farklı tedarikçilerden elde edilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme deseni

Çalışmada, makarna formülasyonunda, 3 farklı antioksidan madde kaynağı (keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği) ve 3 farklı besinsel lif kaynağı (buğday, arpa ve yulaf lifleri) tek tek ya da farklı kombinasyonlar halinde kullanılarak, elde edilen makarnanın fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada yaş ve kuru makarna örnekleri elde edilmiş ve bunların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir.

İkinci aşamada 90 °C'de farklı pastörizasyon sürelerinin (60, 120 ve 180 sn) yaş makarna örneklerinin kalitatif özellikleri üzerine etkileri ortaya konmuştur.

Üçüncü aşamada ise 8 hafta boyunca 7 günde bir yapılan analizlerle depolama süresinin normal paketlenmiş ve modifiye atmosferde paketlenme (MAP) uygulanmış yaş makarna örneklerinin yine kalitatif özellikleri üzerine etkisi tespit edilmiştir.

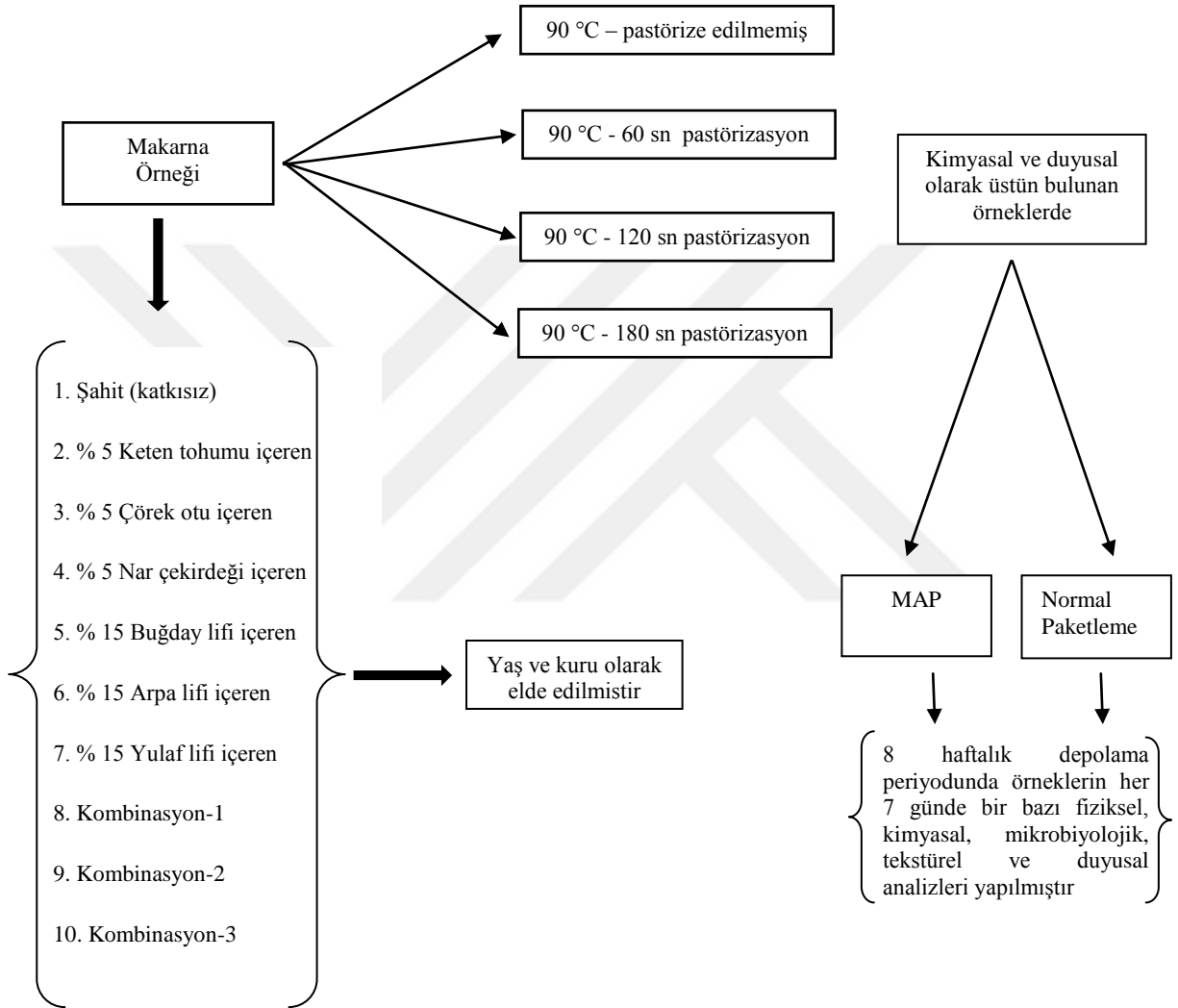
Araştırmaya ait deneme deseni Şekil 3.1'de verilmiştir. Buna göre çalışmanın ilk aşamasında, örneklerin eldesinde öncelikle yalın üretim yapılmıştır. Yani makarna üretim reçetelerinde önce sadece antioksidan ve besinsel lif kaynaklarına tek tek yer verilmiş daha sonra bunların kombine haldeki reçeteleri kullanılmıştır. Ön deneme çalışmalarında, üretilen ve pastörize edilen kombine makarna örneklerinin proses esnasındaki işleme zorluklarının yanı sıra bu örneklere ait bazı besinsel ve duyuşsal parametreler değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bütün bu çalışmalar sonucunda söz

konusu parametreler açısından üstün bulunan 3 farklı kombinasyon reçetesi seçilmiştir. Bunlar şu şekilde belirlenmiştir;

Kombinasyon-1 : % 5 Keten tohumu + % 15 Yulaf lifi

Kombinasyon-2 : % 5 Keten tohumu + % 15 Arpa lifi

Kombinasyon-3 : % 5 Nar çekirdeği + % 15 Yulaf lifi



Şekil 3.1. Yaş makarna üretiminde kullanılan deneme deseni (Kuru makarna üretimi için sadece denemenin ilk kısmı kullanılmıştır)

Çörek otunun duyuşal özellikler üzerindeki olumsuz etkisinin belirlenmesi üzerine; çörek otu kombinasyonlara dahil edilmemiştir. Besinsel lif kaynaklarından buğday lifinin de işleme problemlerine yol açması üzerine bu kaynağa da kombinasyonlarda yer verilmemiştir.

Kontrol makarna örneği (% 100 irmik) ile birlikte toplam 10 adet yaş makarna örneği üretilmiştir. Aynı şekilde 10 adet de kuru makarna örneği elde edilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında 2 tekerrürlü olarak (10x2)x2 faktöriyel deneme deseni kullanılmıştır.

Yaş makarna örneklerinde; renk, su, kül, protein, yağ, toplam besinsel lif, mineral madde, pişme testi, sıklık testi, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fitik asit ve duyuşal analizler yapılırken; kuru makarna örneklerinde ise sadece; renk, pişme testi, sıklık testi, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fitik asit ve duyuşal analizler yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında pastörizasyon normunun makarna kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. 10 farklı yaş makarna üretilir üretilmez 3 farklı pastörizasyon normu (90 °C’de 60, 120 ve 180 saniye) uygulanarak pastörize edilmiştir. Ayrıca hiç pastörizasyon uygulanmayan örnekler de kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışmanın bu aşamasında yaş makarna örneklerinin üretiminde 2 tekerrürlü olarak (10x4)x2 faktöriyel desen kullanılmıştır. Pastörizasyon sonrası makarna örneklerinde renk, pişme, sıklık, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fitik asit ve duyuşal analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında depolama boyunca ürünlerdeki değişim incelenerek MAP işleminin etkinliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Pastörize edilmiş örneklerden besinsel ve teknolojik olarak üstün bulunan kombine örnekler ve kontrol makarna örneği “normal paketleme” ve “MAP” olmak üzere iki farklı şekilde paketlenmiştir. Paketlenen makarna örnekleri + 4 °C’de 8 hafta boyunca depolanmıştır. Depolama süresince makarna örnekleri her 7 günde bir; bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal analizlere tabi tutulmuştur. 8 haftalık depolama süresi içinde mikrobiyolojik olarak tamamen bozulmuş örnekler, raf ömrü süresini tamamlamış sayılarak depolanmalarına son verilmiştir.

3.2.2. Makarna yapım metodu

Yaş ve kuru makarna örnekleri Brennan ve Tudorica (2008)’nin belirttiği metoda göre yaklaşık 100:30 irmik/su oranı kullanılarak hazırlanmıştır. Katkılı makarna örneklerinde kullanılan su miktarı ön denemeler ile belirlenmiştir. Makarna formülasyonlarına irmik ile yer değiştirme esasına göre antioksidan kaynağı (%5) ve besinsel lif kaynağı (%15) eklenmiştir. Kombinasyonlarda da yine irmik ile yer

değiştirme esasına göre %5 antioksidan kaynağı + %15 besinsel lif kaynağı kullanılmıştır. Şahit yaş makarna örneği ise %100 irmik kullanılarak üretilmiştir. Makarna üretimi için pilot makarna üretim makinesi kullanılmış (La Monferrina, Dolly) ve kısa kesme makarna şekli (penne) tercih edilmiştir (Şekil 3.2). Makarna bileşenleri (1500 g irmik + ~ 500 ml su), irmiğin su hidrasyonu sağlanana kadar (yaklaşık 15 dakika) pilot makarna ünitesinin yoğurucu kısmında karıştırılmış daha sonra ekstrüde edilip, penne kalıbı kullanılarak kesilmiştir. Şekillendirilen taze makarnaların pastörizasyon işlemi için pastörizasyon hattı (Pama Macchine, PS150 Pastörizasyon Makinesi, İtalya), modifiye atmosferde paketlenmeleri için MAP makinesi (Apack-MAP25) kullanılmıştır (Şekil 3.4 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.2. Makarna örneklerinin hazırlanmasında kullanılan kalıp (penne)



Şekil 3.3. Makarna örneklerinin pilot makarna üretim makinesinden çıkışı

Pastörizasyon işlemi: Pastörizasyon işlemi paketleme öncesi tek aşamalı olarak uygulanmış olup, paketleme sonrası ikinci bir pastörizasyon işlemi yapılmamıştır. Yaş makarna örneklerinin pastörizasyonu 3 farklı pastörizasyon normu uygulanarak gerçekleştirilmiş, aynı zamanda şahit olarak pastörize edilmemiş makarna örnekleri üretilmiştir.

Fonksiyonel özelliği artırılmış yaş makarna örneklerine pastörizasyon hattında çok kısa süreli ısı işlemi uygulanmıştır. Uygulama normları; literatür verileri ve pastörizasyon tünelinin teknik özellikleri göz önünde bulundurularak 90 °C sabit sıcaklıkta 60, 120 ve 180 saniye olarak belirlenmiştir. Yaş makarna örnekleri taşıyıcı bant üzerinden verilmiş ve buhar enjeksiyonu ile birlikte pastörizasyon tüneline geçirilmiştir (PS150- 9kW güç, 30 kg/sa kapasite).



Şekil 3.4. Pilot makarna pastörizasyon ünitesi



Şekil 3.5. Yaş makarna örneklerinin pastörizasyon ünitesinden çıkışı

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP): MAP işlemi modifiye atmosferde paketlenme makinesi gerçekleştirilmiştir. MAP işleminde kullanılan gaz karışımları uygulamanın yapıldığı ürünün özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, %50-%50 CO₂-N₂ gaz karışımı kullanılmıştır (Sanguinetti ve ark., 2011). MAP işleminin yanı sıra normal paketlenme işlemi de uygulanmış ve böylece kıyas yolu ile MAP işleminin yaş makarna özelliklerine etkileri daha açık bir şekilde incelenebilmiştir. Normal paketlenme işleminde ambalaj materyali içerisinde sadece hava bulunmaktadır. MAP uygulaması sırasında ürünü deformasyonlara karşı korumak amacı ile 210 x 315 mm ebatlarında tabak formulu (PP/EVOH/PP) ambalaj malzemesi kullanılmış ve tabakların içine yaklaşık 250-300 gram yaş makarna örneği konulmuştur (Şekil 3.7). MAP uygulamasının etkinliğinde kullanılan ambalaj malzemelerinin geçirgenlik özelliği oldukça önemli bir faktördür. Literatürde yüksek bariyere sahip ambalaj malzemesi kullanılarak muhafaza edilen yaş makarna örneklerinde mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerin daha üstün olduğu ve bunların düşük bariyer ile paketlenen örneklere kıyasla daha uzun raf ömrüne sahip olduğu belirtildiğinden (Costa ve ark., 2010), bu çalışmada da yüksek bariyere sahip (OPA/PE) ambalaj malzemeleri kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Modifiye atmosferde paketlenme makinesi



Şekil 3.7. Yaş makarna örneklerinin modifiye atmosferde paketlenmesi



Şekil 3.8. Modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örnekleri

Depolama: Paketlenen yaş makarna örnekleri + 4 °C’de 8 hafta süre ile depolanmış ve depolama süresince her 7 gün de bir analizler yapılmıştır.



Şekil 3.9. Depolama aşaması için hazırlanmış yaş makarna örnekleri

Kurutma: Çalışmanın ilk aşamasında yaş makarna örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve besinsel özelliklerinin kuru makarna örnekleri ile karşılaştırılması amacıyla kuru makarna örnekleri de üretilmiştir. Bu amaçla yaş makarna üretiminde olduğu gibi

hazırlanan makarna hamurlarının kurutma işlemi pilot tipi marka kurutucuda (La Monferrina, EC25, İtalya) kısa kesme makarna kurutma programında (süre: 8 saat 50 dakika, maksimum sıcaklık: 58 °C) gerçekleştirilmiştir. Kurutulan örnekler polietilen ambalajlar içinde oda koşullarında depolanmış ve analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.10. Pilot makarna kurutma dolabı



Şekil 3.11. Makarna üretim birimi genel görünüşü

3.2.3. Laboratuvar analizleri

Laboratuvar analizleri çalışmanın aşamalarına göre bir miktar farklılık göstermektedir. Pastörizasyon öncesi analizlerde, yaş makarna örneklerinin renk, fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri hem çiğ hem de pişmiş halleri ayrı ayrı olacak şekilde yapılmıştır. Kuru makarna örneklerinde pastörizasyon işlemi uygulanmamış ancak aynı analizler bu örneklere de yapılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak çizelgelerde verilmiştir. Makarnaların pişirme özellikleri, sıklık değerleri ve duyuşal özellikleri ise sadece pişmiş örnekler üzerinden gösterilmiştir. Bu aşamada yaş makarna örneklerinin kimyasal özellikleri de ayrı bir çizelge olarak verilmiştir.

Pastörizasyon sonrası analizlerde ise yaş makarna örneklerinin renk, fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri hem çiğ hem pişmiş halleri için ayrı ayrı gösterilmiş olup her bir analizin varyans analizi ve ortalamaların karşılaştırılması sonuçları ayrı çizelgelerde verilmiştir. Bu aşamada da pişirme özellikleri, sıklık değeri ve duyuşal özellikler pişmiş örnekler üzerinden ifade edilmiştir. Pastörizasyon işlemi sonrası fiziksel, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri daha yetersiz olan örnekler deneme deseninden çıkartılmıştır. Kontrol, kombinasyon-1, 2 ve 3 duyuşal analizler için seçilen örnekler olmuştur.

Depolama aşaması iki kademeli olarak değerlendirilmiştir. İlk olarak depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin analiz sonuçları incelenmiş olup bu analizler daha önceki aşamalarda olduğu gibi çiğ ve pişmiş örneklerde ya da sadece pişmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir. Depolamanın ikinci aşamasında ise başlangıçtan itibaren 8 haftalık depolama periyodu süresince gerçekleşen değişimler incelenmiştir. Yine bu bölümde de renk, fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri hem çiğ hem de pişmiş hallerine ait olarak ayrı ayrı olacak şekilde çizelgelerde verilirken yaş makarnaların pişirme özellikleri, sıklık değerleri ve duyuşal özellikleri ise sadece pişmiş örnekler üzerinden gösterilmiştir. Depolama aşamasında mikrobiyolojik analiz değerlendirilmesine de yer verilmiştir.

Hammadde olarak kullanılacak materyal (irmik, keten tohumu, çörek otu, nar çekirdeği, buğday lifi, arpa lifi, yulaf lifi) ve makarna (yaş ve kuru üretim) örneklerinde uygulanan analizlere ait metotlar aşağıda verildiği gibidir.

Kimyasal analizler için hammadde ve kuru makarna örnekleri öğütücüde granül forma getirilmiş, yaş makarna örnekleri ise ufak parçalara bölünmüştür.

3.2.3.1. Su miktarı tayini

Örneklerin su içeriklerinin belirlenmesi, 135 °C'de 2.5 saat normu uygulanarak, AACC 44-19'a göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.3.2. Kül miktarı tayini

Örneklerin kül içerikleri, 550 °C'de kül fırınında yakılmak suretiyle AACC 08-01'ye göre tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.3. Ham protein miktarı tayini

Örneklerin ham protein miktarları, AACC 46-12'ye göre tarif edilen Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde esasına göre % olarak verilmiştir (AACC, 1990). Hesaplamalarda irmik için 5.70 faktörü kullanılırken, diğer hammadde ve makarna örnekleri için 6.25 kullanılmıştır.

3.2.3.4. Ham yağ miktarı tayini

Örneklerin ham yağ içerikleri, Soxhlet sistemi kullanılarak AACC 30-25'e göre tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.5. Mineral madde tayini

Örneklerdeki Ca, Mg, K, P, Mn ve Zn elementlerinin tayini için, 0.3 g kuru örnek 7 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalga sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, USA) yakılmış, bundan elde edilen süzüklerde ise mineral madde

içerikleri ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazında belirlenmiştir (Skujins, 1998).

3.2.3.6. Toplam besinsel lif tayini

Toplam besinsel lif tayini AACC 32-07'ye göre enzimatik yöntemler ile gerçekleştirilmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.7. Toplam fenolik madde tayini

Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri Folin Ciocalteu metodu kullanılarak kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Tüm örnekler (4 g), asitlendirilmiş metanol (HCl /metanol /su, 1: 80: 10, v/v) içerisinde (20 ml), 2 saat süre ile bir çalkalamalı su banyosunda (24 ± 1 °C) çalkalanmış, daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde 0.1 ml supernatant, 0.5 ml folin-ciocaltaeu reaktifi (%10'luk, h/h, suda) ve 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (%20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbans değerleri 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuş ve toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singleton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.3.8. Antioksidan aktivite tayini

Örneklerin antioksidan aktiviteleri, DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metoduna göre belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Metodun temelini, bir serbest radikal olan DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esası oluşturmaktadır. Analiz sırasında örnekler toplam fenolik madde analizindeki gibi ekstrakte edilmiş ve DPPH ile muamele edilmiştir.

Spektrofotometrede 517 nm'de absorbans ölçümleri yapılmış ve analizin değerlendirilmesi aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abskontrol - Absörnek) / Abskontrol] \times 100$$

3.2.3.9. Fitik asit tayini

Fitik asit analizi, Haug ve Lantzsch (1983)'in belirttiği şekilde kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekteki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilerek; Demir III çözeltisi ile çöktürülmüş, serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenmiştir. Belirlenen demir miktarı üzerinden de fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.3.10. Renk ölçümü

Hammadde ve makarna örneklerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Hammaddelerin renk değerleri granül formda belirlenirken, makarna örneklerinde yüzeyin 6 noktasından ölçüm yapılmıştır. L^* (parlaklık), a^* (kırmızı, yeşil) ve b^* (sarı, mavi) değerleri saptanmıştır. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.3.11. Makarna örneklerinde ağırlık ve hacim artışının belirlenmesi

Ağırlık artışının belirlenmesi için 20 g makarna örneği 250 ml kaynayan saf su içerisinde ön denemeler ile belirlenen pişme süresince pişirilmiş ve çığ ve pişmiş örneklerdeki ağırlık farkı % olarak belirlenmiştir. Hacim artışının belirlenmesi için örnekler aynı ağırlık artışı testinde olduğu gibi pişirilip süzölmüş ve 2 dk bekletildikten sonra içerisinde saf su bulunan ölçü silindirene koyulup taşırdıkları suyun hacmi belirlenmiştir. Bu değerlerden hacim artışı değerleri hesaplanmıştır (Oh ve ark., 1985; Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.3.12. Makarna örneklerinde suya geçen kuru madde miktarının belirlenmesi

20 g makarna örneği 250 ml saf su içerisinde optimum pişme süresince pişirilmiş ve süzülmüştür. Süzüntü suyu kurutma dolabında 135 °C’de kurutularak, suya geçen kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Kahveci ve Özkaya, 1989).

3.2.3.13. Makarna örneklerinde sıklık değerinin belirlenmesi

Makarna örneklerinin sıklık değerleri TAXTPlus Texture Analyzer (Stable Microsystems, Surrey, UK) cihazında A/LKB-F bıçak donanımı kullanılarak belirlenmiştir (Yeyinli, 2006).

3.2.3.14. Makarna örneklerinde mikrobiyolojik analizler

Makarna örneklerinin mikrobiyolojik analizleri sırasında homojenizasyon ve seyreltme işlemleri için peptonlu su kullanılmıştır. Toplam mezofil aerob bakteri ve toplam psikrofil aerob bakteri analizleri Plate Count Agar kullanılarak (30 °C’de 48 saat inkübasyon ve 5 °C’de 7 gün inkübasyon), total koliform analizi Violet Red Bile Agar kullanılarak (37 °C’de 24 saat inkübasyon), maya ve küf analizi Potato Dextrose Agar kullanılarak (25 °C’de 5 gün inkübasyon) gerçekleştirilmiştir (Del Nobile ve ark., 2009).

3.2.3.15. Makarna örneklerinin duyuşal özelliklerinin tayini

Makarna örneklerinin duyuşal özellikleri, 22 panelist (25-55 yaş) tarafından belirlenmiştir. Panelistlerden, makarna örneklerini renk, görünüş, sertlik, yapışkanlık, tat, koku ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Duyuşal özelliklerin değerlendirilmesinde 1-7 arasındaki skala (1:aşırı kötü, 2:çok kötü, 3:kötü, 4:orta, 5:iyi, 6:çok iyi ve 7:mükemmel) kullanılmıştır (Epler ve ark., 1998).

3.2.3.16. İstatistiki analizler

İstatistiki analizlerde JMP istatistik programı, 10.0 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$). İstatistikî analiz sonuçları çizelgeler halinde özetlenmiştir. Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir (Lehman ve ark., 2013).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Makarna örneklerinin hazırlanması sırasında kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buğday lifi en düşük kül (% 0.25) miktarına sahip olurken, arpa (% 4.96) ve yulaf (% 5.34) lifleri yüksek kül içeriklerine sahip bulunmuştur. Ayrıca çörek otunun diğer antioksidan kaynaklara göre yüksek kül içeriği (% 4.16) de dikkat çekici bulunmuştur. Hammaddelerdeki protein miktarı % 2.68 ile % 18.23 arasında değişmiş olup, çörek otu en yüksek protein miktarına sahip hammadde olmuştur. Çörek otunu keten tohumu ve arpa lifinin protein miktarları takip etmiştir. Keten tohumu (% 29.85) ve çörek otu (% 33.98) tahmin edildiği gibi en yüksek yağ içeriğine sahip hammaddeler olmuştur. İrmik (% 0.59) ve buğday lifinde (% 0.21) ise diğer hammaddelere göre düşük yağ içeriği gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan hammaddelerin kimyasal özellikleri ile ilgili çeşitli literatür verileri bulunmaktadır. Bu veriler ana hatlarıyla birbirlerine benzemekle beraber yetiştirildikleri bölge ve iklim gibi faktörler sebebiyle farklılıklar gözlenebilmektedir.

Sudha ve ark. (2011), makarna örneklerinin üretiminde kullanılan irmiğin kül, protein ve yağ içeriklerini sırasıyla % 0.56, % 13.6 ve % 1.3 olarak bildirmiştir.

Hussain ve ark. (2008), keten tohumu ununun kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kül miktarını % 3.47, protein miktarını % 21.23 ve yağ miktarını % 38.76 olarak belirlemişlerdir. Keten ile ilgili yürütülen başka bir çalışmada ise kül, protein ve yağ içerikleri sırasıyla % 3.69, % 18.24 ve % 39.03 olarak bulunmuştur (Anıl, 2002).

Al Jasass ve Al Jasser (2012), Suudi Arabistan şartlarında yetiştirilen bitkileri inceledikleri çalışmalarında çörek otunun kül içeriğini % 4.51, protein içeriğini % 20.16 ve yağ içeriğini % 31.95 olarak belirlerken, Cheikh-Rouhou ve ark. (2007), Tunus ve İran’da yetiştirilen çörek otunu incelemişler ve sırasıyla yağ içeriklerinin % 28.48 ve % 40.35, protein içeriklerinin % 26.7 ve % 22.6, kül içeriklerinin % 4.86 ve % 4.41 arasında olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.1. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	TBL ³ (%)
İrmik	0.80±0.02 ^e	10.65±0.11 ^c	0.59±0.11 ^c	220.60±5.69 ^f	13.18±0.49 ^e	0.47±0.08 ^{de}	5.49±0.10 ^e
Keten tohumu	3.62±0.06 ^c	16.31±0.07 ^b	29.85±2.46 ^a	2157.26±22.05 ^c	55.47±0.92 ^d	1.46±0.06 ^c	47.37±0.72 ^c
Çörek otu	4.16±0.10 ^b	18.23±0.14 ^a	33.98±3.44 ^a	1457.12±19.02 ^d	64.53±0.69 ^c	2.19±0.11 ^b	38.30±0.41 ^d
Nar çekirdeği	1.50±0.05 ^d	12.13±0.06 ^d	5.00±0.27 ^{bc}	848.53±11.58 ^e	81.67±1.15 ^a	2.94±0.14 ^a	35.74±0.78 ^d
Buğday lifi	0.25±0.01 ^f	2.68±0.03 ^g	0.21±0.04 ^c	141.03±4.50 ^g	15.57±0.62 ^e	0.21±0.03 ^e	95.04±1.57 ^a
Arpa lifi	4.96±0.15 ^a	14.33±0.04 ^c	9.55±0.48 ^b	3151.15±26.43 ^b	54.90±0.74 ^d	0.66±0.11 ^d	51.95±0.86 ^b
Yulaf lifi	5.34±0.17 ^a	10.24±0.07 ^f	8.81±0.41 ^b	3503.93±29.98 ^a	67.74±1.03 ^b	0.83±0.83 ^d	54.40±0.91 ^b

¹ Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³TBL: Toplam besinsel lif miktarı

Nar çekirdeği ile ilgili yapılan çalışmalarda da bileşen yönünden farklılıklar görülmektedir. Dadashi ve ark. (2013), farklı İran narlarından elde edilen çekirdeklerin bazı özelliklerini incelemişler ve protein içeriklerini % 8.5 ile % 11.3 aralığında bulurken kül değerlerini % 1.59 ile % 1.88 değerleri arasında belirlemişlerdir. Salim ve ark. (2014), gerçekleştirdikleri çalışmada ise nar çekirdeğinin kül, protein ve yağ içeriklerinin sırasıyla % 3.8, % 9.1 ve % 2.3 olduğunu bildirmişlerdir.

Hammaddelerdeki fitik asit miktarı 141.03 mg/100g ile 3503.93 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1). Buğday lifi hariç diğer iki lif kaynağının fitik asit içerikleri yüksek bulunmuş, keten tohumunun fitik asit içeriği bunları takip etmiştir. Buğday lifi en düşük fitik asit miktarına sahip olmuştur.

Sonuçlar antioksidan aktivite miktarı açısından değerlendirildiğinde, nar çekirdeğinin yüksek antioksidan aktivite (% 81.67) değerine sahip olduğu bunu yulaf lifinin (% 67.74) takip ettiği görülmüştür. İrmik ve buğday lifi de düşük antioksidan aktiviteye sahip hammaddeler arasında yer almıştır.

Nar çekirdeği antioksidan aktivite sonuçlarında olduğu gibi, toplam fenolik madde açısından da en yüksek değerin elde edildiği hammadde olmuştur. Nar çekirdeğini çörek otu ve keten tohumuna ait toplam fenolik madde miktarı değerleri takip etmiştir. İrmik ve lif kaynakları birbirine yakın toplam fenolik madde miktarlarına sahip bulunmuştur. Toplam besinsel lif en yüksek buğday lifinde (% 95.04), daha sonra yulaf (% 54.40) ve arpa (% 51.95) liflerinde bulunmuştur. Antioksidan kaynağı olarak kullanılan keten tohumu da % 47.37'lik besinsel lif miktarı ile dikkat çekici bulunmuştur. İrmikte bulunan besinsel lif miktarı (% 5.49) en düşük değer olarak karşımıza çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Tabekhia ve Donnelly (1982), farklı bölge ve varyetelerden irmiklerin fitik asit içeriklerinin 160-340 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Oomah ve ark. (1996), keten tohumunun fitik asit içeriğinin 2300-3300 mg/100g aralığında değişebildiğini belirtirken, Harland (2006), çörek otunun fitik asit içeriğini 1060 mg/100g olarak bildirmiştir.

Gull ve ark. (2016), irmiğin antioksidan kapasitesini %11.54 ve toplam fenolik madde içeriğini 0.23 mgGAE/g olarak belirlerken, Aravind ve ark. (2012), irmiğin antioksidan kapasitesinin %12.3 olduğunu bildirmişlerdir.

El-Beltagi ve ark. (2011), farklı keten tohumlarının fenolik madde içeriklerinin 162-362 mgGAE/100g arasında değiştiğini bildirirken, Alu'datt ve ark. (2013), 1.17-1.90 mgGAE/g değerlerini belirlemişlerdir.

Barthet ve ark. (2014), farklı keten tohumlarının fenolik madde içeriklerinin 91.2-71.7 mgGAE/g aralığında olduğunu belirlerken, antioksidan kapasitelerini %37.2-47.5 aralığında bulmuşlardır.

Alzoreky ve Nakahara (2001), çörek otunun fenolik madde içeriğini 0.9 mgGAE/g olarak belirlerken, Haron ve ark. (2014), toplam fenolik madde içeriğinin 16.19-30.84 mgGAE/g aralığında, antioksidan kapasitesinin ise % 85.12-96.95 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Jing ve ark. (2012), nar çekirdeğinin toplam fenolik madde içeriğinin 1.29-2.17 mgGAE/g aralığında değiştiğini belirlerken, Orak ve ark. (2012), toplam fenolik madde içeriği ile ilgili 49.67-63.77 µg GAE/ mg aralığını vermişlerdir. Antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriklerinin literatürde gösterdiği farklılık hem yetiştirildikleri koşullarla hem de analiz sırasında kullanılan ekstraksiyon yöntemindeki değişkenlik ile ilişkilidir.

Petitot ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada makarna üretimi için kullanılan irmiğin toplam besinsel lif miktarının % 2.4 olduğunu bildirirken, başka bir çalışmada Sudha ve ark. (2011), % 7.3 olarak belirlemişlerdir.

Keten tohumunun toplam besinsel lif içeriği ile ilgili literatürde farklı değerler bulunmakta olup bu değerlerden bazıları, % 27.5 (İşleroğlu ve ark., 2005), % 36.89 (Anıl, 2002) ve % 22.33 (Dhingra ve ark., 2012) dir. Al-Naqeep ve ark. (2009), 3 farklı bölgenin çörek otunun toplam besinsel lif oranlarını % 26.50, % 30.40 ve % 36.88 olarak belirlemişlerdir.

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları Çizelge 4.2' de verilmiştir. Hammaddelerden çörek otunun Ca açısından en zengin kaynak olduğu bunu yulaf lifinin takip ettiği görülmektedir. Cu değerlerinin 0.02 mg/100g ile 1.85 mg/100g arasında değiştiği ve keten tohumunun en yüksek, buğday lifinin ise en düşük Cu içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Nar çekirdeğindeki yüksek Fe içeriği (18.21 mg/100g) dikkat çekici bulunmuştur. Lif kaynaklarından arpa (12.23 mg/100g) ve yulaf (12.09 mg/100g) lifleri de nar çekirdeğinden sonra yüksek Fe içeriğine sahip hammaddeler olmuşlardır. İrmik ve buğday lifleri ise tüm hammaddeler içinde en düşük Fe değerine sahip hammaddelerdir. K ve Mg değerleri açısından yulaf lifi tüm hammaddeler içinde en zengin kaynak olarak bulunmuş, bunu arpa lifi takip etmiştir. Hammaddelerdeki Mn miktarı 0.19 mg/100g ile 8.53 mg/100g arasında değişmiş ve yulaf lifi en yüksek, buğday lifi ise en düşük değerini elde edilmesini sağlamıştır.

Çizelge 4.2. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin mineral madde analizi sonuçları¹

Hammadde	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
İrmik	26.43±0.72 ^e	0.33±0.03 ^e	1.62±0.08 ^e	236.57±3.00 ^d	36.77±1.19 ^f	0.86±0.05 ^d	201.12±3.62 ^f	1.50±0.06 ^e
Keten tohumu	162.15±2.63 ^c	1.85±0.06 ^a	6.11±0.13 ^d	734.61±9.31 ^c	294.67±3.14 ^c	2.05±0.10 ^c	863.64±14.93 ^c	5.13±0.16 ^b
Çörek otu	429.03±4.43 ^a	1.50±0.04 ^{bc}	9.02±0.33 ^c	810.98±12.27 ^b	252.42±2.57 ^d	2.02±0.09 ^c	565.69±6.22 ^d	4.80±0.13 ^b
Nar çekirdeği	117.44±2.50 ^d	1.36±0.06 ^c	18.21±1.03 ^a	191.44±2.25 ^e	116.30±2.25 ^e	0.94±0.05 ^d	248.80±2.70 ^e	2.91±0.07 ^d
Buğday lifi	19.30±0.40 ^e	0.02±0.01 ^f	1.76±0.08 ^e	1.60±0.07 ^f	1.45±0.06 ^g	0.19±0.02 ^e	105.42±2.19 ^g	0.51±0.03 ^f
Arpa lifi	161.46±2.53 ^c	0.54±0.02 ^d	12.23±0.64 ^b	811.10±11.76 ^b	347.90±3.30 ^b	7.81±0.14 ^b	961.89±15.71 ^b	3.83±0.09 ^c
Yulaf lifi	200.22±2.91 ^b	1.63±0.08 ^b	12.09±0.56 ^b	873.65±13.98 ^a	390.09±11.23 ^a	8.53±0.18 ^a	1191.13±17.03 ^a	5.66±0.15 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Sonuçlar mg/100g olarak belirtilmiştir.

Yulaf lifi P miktarı (1191.13 mg/100g) açısından da en yüksek değere sahip bulunmuştur. Tüm lif ve antioksidan kaynakları yulaftan düşük P miktarlarına sahip olmuştur. Hammaddelerdeki Zn miktarları 0.51 mg/100g ile 5.66 mg/100g arasında değişmiştir. Yulaf lifinden (5.66 mg/100g) sonra keten tohumu (5.13 mg/100g) ve çörek otu (4.80 mg/100g) yüksek Zn miktarlarına sahip hammaddeler olarak belirlenmiştir. Mineral madde miktarları toplu olarak değerlendirildiğinde, yulaf lifinin Ca, Fe ve Cu miktarları hariç diğer mineral maddeler açısından tüm hammaddeler içinde en zengin kaynak olduğu, Ca açısından çörek otunun, Fe açısından da nar çekirdeğinin diğer hammaddelere göre üstün oldukları belirlenmiştir. Buğday lifi ve irmik ise tüm mineral maddeler açısından diğer hammaddelere göre düşük değerler sergilemişlerdir.

Kullanılan hammaddelerin mineral madde içeriklerinde literatürde ufak farklılıklar görülmektedir. Mineral madde içeriğinde görülebilen farklılıklar yetiştirilen bölgeye, depolama koşullarına ve olgunlaşma seviyesine bağlanmaktadır. Ekolojik faktörler ve iklim özellikleri bu farklılıkların temel sebebidir (Atta, 2003).

Cubadda ve ark. (2009), makarna yapımında kullanılan irmiğin mineral madde içeriğini incelemiş ve K, P, Mg, Ca, Fe, Zn ve Cu miktarlarını sırasıyla 2.28, 1.95, 0.44, 241, 16.9, 15.3 ve 3.35 mg/g olarak belirlemişlerdir.

Hussain ve ark. (2008), keten tohumunda bulunan Fe, Mg, Zn, Mn, Cu, K ve Ca miktarlarını sırasıyla 6.10, 430.54, 4.51, 2.76, 1.96, 826.32 ve 240.80 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Çörek otunun mineral madde içeriğinin incelendiği bir çalışmada, K, Ca, P, Mg, Fe, Zn ve Cu içeriği sırasıyla 808, 570, 543, 265, 9.70, 6.23 ve 2.60 mg/100g olarak belirlenmiştir (Sultan ve ark., 2009).

Yapılan bir başka çalışmada belirlenen çörek otunun mineral madde içeriğinin, Mg ve Fe miktarı haricinde Sultan ve ark. (2009)'nın belirttiği değerler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Sultan ve ark. (2009), Mg ve Fe içeriğini sırasıyla 265 mg/100g ve 9.70 mg/100g olarak belirlerken, Al Jasass ve ark. (2012), 80 mg/100g ve 65 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Nar çekirdeğinin mineral madde içeriğinin incelendiği farklı çalışmalar da mevcuttur. Rowayshed ve ark. (2013), nar çekirdeğinin Ca, K, P, Fe, Zn, Mn ve Cu miktarını sırasıyla 229.20, 434.40, 481.10, 10.88, 5.54 ve 3.82 olarak belirlerken, Dangoggo ve ark. (2012), Nijerya ve Arabistan'da yetiştirilen narların çekirdeklerinin Ca, K, P, Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinin sırasıyla 23.8-44, 151-155, 55.2-60, 21-43.6, 5.70-16.2 ve 11-14.7 mg/100g aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir. L^* değerleri 36.39 ile 96.07 arasında değişmiştir. Çörek otu kendine has koyu rengi ile en düşük L^* değerini vermiştir. Buğday lifi en yüksek L^* değerinin elde edilmesini sağlamış, irmik ve diğer lif kaynakları da L^* değeri açısından buğday lifini takip etmişlerdir. a^* değeri tahmin edilebileceği gibi nar çekirdeğinde (7.74) en yüksek değerde bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin renk analizi sonuçları¹

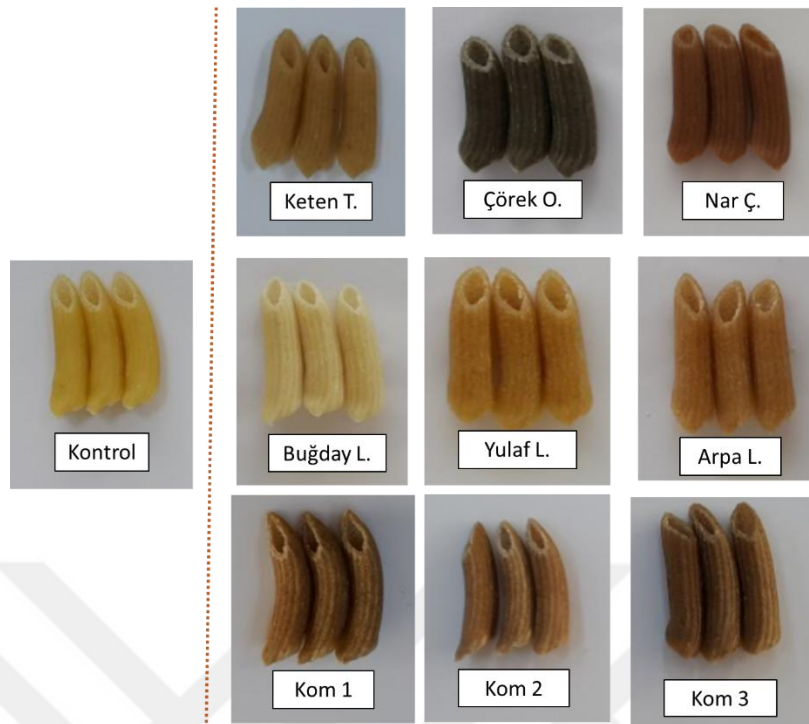
Hammadde	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
İrmik	88.11±1.02 ^b	-1.73±0.07 ^g	22.53±0.10 ^a	22.59±0.10 ^a	94.40±0.20 ^a
Keten tohumu	53.38±0.18 ^c	6.92±0.08 ^b	19.82±0.07 ^c	20.99±0.09 ^c	70.75±0.16 ^c
Çörek otu	36.39±0.24 ^g	0.67±0.03 ^e	1.61±0.04 ^g	1.74±0.04 ^g	67.40±0.48 ^d
Nar çekirdeği	51.12±0.14 ^f	7.74±0.05 ^a	16.28±0.13 ^e	18.02±0.14 ^d	64.58±0.04 ^e
Buğday lifi	96.07±0.34 ^a	-0.32±0.01 ^f	3.99±0.05 ^f	4.00±0.05 ^f	94.65±0.18 ^a
Arpa lifi	74.51±0.17 ^d	3.26±0.06 ^c	21.29±0.11 ^b	21.54±0.12 ^b	81.29±0.10 ^b
Yulaf lifi	77.78±0.13 ^c	2.71±0.08 ^d	17.03±0.16 ^d	17.24±0.17 ^e	80.96±0.20 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$), L^* : Parlaklık renk değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Nar çekirdeğini, keten tohumu (6.92) ve arpa lifine (3.26) ait a^* değerleri takip etmiştir. En düşük a^* değerleri ise irmik (-1.73) ve buğday lifinde (-0.32) tespit edilmiştir. Sonuçlar b^* değeri açısından incelendiğinde, yüksek sarı pigmentasyona sahip buğday irmiğinin en yüksek b^* değeri (22.53) ile karşımıza çıktığı görülmektedir. Arpa lifi 21.29'luk b^* değeri ile irmikten sonra en yüksek sarılık değerine sahip hammadde olmuştur. Çörek otu en düşük b^* değerinin (1.61) elde edildiği hammadde olmuştur. Hammaddelerdeki SI ve hue değerleri 1.74 ile 22.59 ve 64.58 ile 94.65 arasında değişim göstermiştir. Buğday irmiği en yüksek SI ve hue değerleri vermiştir. Çörek otu en düşük SI, nar çekirdeği ise en düşük hue değerlerine sahip bulunmuştur.

4.2. Pastörizasyon Öncesi Yaş Makarna (PÖYM) ve Kuru Makarna Analizleri

PÖYM örneklerinde, kimyasal analizlerden su, kül, protein, yağ, toplam besinsel lif ve mineral madde analizleri yapılmıştır. Kurutma işlemi ile değişim gösterebileceği tahmin edilen renk, pişme, sıklık, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fitik asit ve duyu analizler hem “yaş” hem de “kuru” makarna örneklerinde yapılmıştır. Bu bölümde yaş makarnanın, kurutulmuş makarna ile kıyaslanarak teknolojik ve kimyasal değişimi ortaya konmuştur. Şekil 4.1'de pastörizasyon öncesi yaş makarna örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Pastörizasyon öncesi yaş makarna örnekleri

4.2.1. PÖYM örneklerinde kimyasal analiz sonuçları

Pastörizasyon işlemi uygulanmamış yaş makarna örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. PÖYM örneklerinin kimyasal analiz sonuçları¹

Katkılama	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TBL ² (%)
Kontrol	29.31±0.28 ^a	0.83±0.04 ^{de}	10.53±0.21 ^c	0.47±0.07 ^d	5.34±0.08 ^f
Keten tohumu	29.07±0.24 ^a	0.96±0.06 ^{cd}	10.80±0.13 ^{abc}	1.75±0.10 ^{bc}	7.48±0.13 ^e
Çörek otu	29.04±0.13 ^a	1.06±0.08 ^c	10.95±0.14 ^{abc}	2.04±0.11 ^b	7.01±0.10 ^e
Nar çekirdeği	29.10±0.21 ^a	0.91±0.05 ^{cd}	10.65±0.10 ^{bc}	0.70±0.08 ^d	6.93±0.07 ^e
Buğday lifi	28.59±0.58 ^a	0.71±0.03 ^e	9.32±0.11 ^d	0.37±0.06 ^d	19.04±0.54 ^a
Arpa lifi	28.34±0.31 ^a	1.46±0.04 ^b	11.23±0.20 ^{ab}	1.74±0.10 ^{bc}	12.85±0.42 ^{cd}
Yulaf lifi	28.79±0.33 ^a	1.57±0.07 ^{ab}	10.43±0.13 ^c	1.63±0.07 ^c	12.23±0.37 ^d
Komb-1³	28.63±0.16 ^a	1.72±0.08 ^a	10.73±0.16 ^{bc}	3.16±0.13 ^a	14.60±0.49 ^b
Komb-2⁴	28.35±0.21 ^a	1.66±0.04 ^{ab}	11.35±0.14 ^a	3.27±0.11 ^a	14.28±0.58 ^{bc}
Komb-3⁵	28.82±0.27 ^a	1.64±0.04 ^{ab}	10.60±0.16 ^c	2.10±0.10 ^b	14.09±0.40 ^{bc}

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TBL: Toplam besinsel lif, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Yaş makarna örneklerinin su içeriklerinin başlangıçta makarna formülasyonunda hedeflenen aralıkta yani % 29.31-28.34 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler kül

içerikleri açısından değerlendirildiğinde, en düşük değer % 0.71 ile buğday lifi ilaveli örneklerde görülürken, en yüksek kül (% 1.72) içeriğine % 5 keten tohumu ve % 15 yulaf lifi ilavesi ile hazırlanan kombinasyon-1 sahip olmuştur. Makarna örneklerinin hazırlanmasında kullanılan lif kaynaklarının kül içeriklerinin yüksek oluşu bu sonucu vermiştir. Yaş makarna örneklerinin protein ve yağ içerikleri de hammaddelerin protein ve yağ içeriklerinden etkilenmiştir. En yüksek protein içeriği kombinasyon-2 (% 5 keten tohumu ve % 15 arpa lifi) kullanılarak hazırlanan makarnada belirlenmiş, değer yüksek olması arpa lifinin ve keten tohumunun protein içeriğinin yüksekliği ile ilişkilendirilmiştir. Makarnalarda en yüksek yağ miktarları, içeriğinde keten tohumu bulunan kombinasyon-2 (% 3.27) ve kombinasyon-1 (% 3.16) de belirlenmiştir. Keten tohumunun % 29.85'lik yağ içeriği (Çizelge 4.1) son ürüne yansiyarak, makarnada yağ içeriğinin artmasına neden olmuştur.

Sadece % 15 buğday lifi ilavesi ile hazırlanan yaş makarna örnekleri en yüksek toplam besinsel lif içeriğinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.4). Hammaddeler içerisinde % 95.04'lük toplam besinsel lif içeriği olan buğday lifi, zengin içeriği ile son ürün üzerinde de etkili olmuştur. Antioksidan kaynakları ve besinsel liflerin kombinasyonu ile hazırlanan kombine örneklerin toplam besinsel lif miktarları, % 15 buğday lifi ile hazırlanan makarna örneklerinin toplam besinsel lif miktarını takip etmiştir.

Torres ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada makarnanın kül içeriğini % 0.56, protein içeriğini % 14.8, yağ içeriğini % 0.07 ve toplam besinsel lif içeriğini ise % 4.73 olarak belirlemişlerdir.

Tazart ve ark. (2016), bakla unu ile zenginleştirilmiş yaş makarna özelliklerini inceledikleri çalışmalarında sadece irmik ile üretilen kontrol örneğinin su, kül, protein ve yağ içeriğini sırasıyla % 11.2, % 0.7, % 13.7 ve % 1.47 olarak belirlerken, toplam besinsel lif miktarını ise % 5.1 olarak belirlemişlerdir.

Aravind ve ark. (2012), spagetti örneğinin toplam besinsel lif içeriğini % 5 olarak belirlerken, bir başka çalışmada Gull ve ark. (2016), % 8.46 olarak bildirmişlerdir.

Yaş makarna örneklerinin mineral madde içerikleri Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Kontrol makarna örneği için Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn değerleri sırasıyla, 26.69, 0.30, 1.69, 237.96, 36.06, 0.85, 202.704 ve 1.51 mg/100 g olarak bulunurken,

Çizelge 4.5. PÖYM örneklerinin mineral madde analizi sonuçları¹

Katkılama	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
Kontrol	26.69±0.76 ^e	0.30±0.04 ^{bc}	1.69±0.07 ^e	237.96±2.90 ^d	36.06±1.29 ^{ef}	0.85±0.06 ^b	202.704±2.16 ^f	1.51±0.08 ^{de}
Keten tohumu	33.47±0.83 ^d	0.39±0.08 ^{abc}	1.96±0.10 ^{de}	263.90±2.46 ^c	48.85±1.43 ^d	0.92±0.07 ^b	238.420±2.81 ^d	1.68±0.10 ^{cd}
Çörek otu	46.94±0.93 ^c	0.37±0.01 ^{abc}	2.15±0.08 ^d	267.56±3.25 ^c	45.94±1.56 ^d	0.92±0.05 ^b	219.650±3.31 ^e	1.66±0.04 ^{cd}
Nar çekirdeği	32.15±0.79 ^d	0.36±0.10 ^{abc}	2.55±0.11 ^c	236.41±3.85 ^d	40.53±1.40 ^{de}	0.86±0.04 ^b	206.510±2.53 ^{ef}	1.56±0.07 ^{de}
Buğday lifi	25.30±0.25 ^e	0.26±0.01 ^c	1.70±0.04 ^e	203.99±1.51 ^e	28.51±0.71 ^f	0.74±0.07 ^b	186.300±1.80 ^g	1.35±0.03 ^e
Arpa lifi	47.16±0.85 ^c	0.34±0.03 ^{abc}	3.30±0.08 ^b	325.94±3.51 ^b	83.46±1.82 ^c	1.90±0.06 ^a	317.030±4.71 ^c	1.86±0.10 ^{bc}
Yulaf lifi	53.10±0.65 ^b	0.51±0.10 ^{abc}	3.25±0.10 ^b	335.13±3.93 ^b	91.58±2.14 ^{bc}	2.02±0.11 ^a	353.200±5.18 ^b	2.14±0.06 ^{ab}
Komb-1²	60.04±1.39 ^a	0.58±0.04 ^a	3.50±0.08 ^b	360.55±5.64 ^a	104.59±4.71 ^a	2.11±0.09 ^a	387.530±3.87 ^a	2.33±0.08 ^a
Komb-2³	54.43±0.69 ^b	0.42±0.08 ^{abc}	3.52±0.10 ^b	351.62±3.62 ^a	96.98±1.07 ^{ab}	1.99±0.07 ^a	350.150±4.14 ^b	2.04±0.10 ^{ab}
Komb-3⁴	57.83±0.55 ^a	0.56±0.07 ^{ab}	4.09±0.08 ^a	333.22±4.74 ^b	95.27±2.94 ^b	2.06±0.09 ^a	356.190±3.08 ^b	2.18±0.03 ^a

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Sonuçlar mg/100g olarak belirtilmiştir. ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

kombine makarna örneklerinde bu değerler 25.30-60.04, 0.26-0.58, 1.70-4.09, 203.99-360.55, 28.51-104.59, 0.74-2.11, 186.30-387.530 ve 1.35-2.33 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Buğday lifi ilavesi dışında diğer tüm makarna formülasyonlarında Ca içeriği kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak hammaddelerin mineral madde içerikleri son ürün özelliklerine de yansımıştır. Kombine makarna örneklerinin, bütün makarna örnekleri içinde en fazla mineral madde içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum kombinasyonların % 15 lif ve % 5 antioksidan kaynağı içermesinden ve bu iki kaynağın da mineral madde içeriklerinin buğday irmiğine kıyasla yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Cubadda ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada ticari makarnanın mineral madde içeriğini incelemiş ve Ca, Cu, Fe, Mg, Zn ve P içeriklerini sırasıyla; 200-314, 2.76-3.56, 11.3-14.7, 398-457, 10.3-15.4 µg/g ve 1.51-1.82 mg/g olarak belirlemişlerdir.

Kuru olarak üretilmiş makarna örneklerinde yaş makarna örneklerinde olduğu gibi kül, protein, yağ, besinsel lif ve mineral madde analizler yapılmıştır. Kuru makarna örneklerinin yukarıda bahsedilen kimyasal özelliklerinde istatistiki bir farklılık oluşmamıştır. Bu nedenle sayılar çizelgeler halinde özetlenmemiştir. Ancak kurutmanın etki edeceği düşünülen renk, pişirme özellikleri, sıklık, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizleri yapılmış ve aşağıda özetlenmiştir.

4.2.2. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin renk değerleri

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örnekleri, pişirilmeden “çiğ” ve pişirildikten sonra “pişirilmiş” olarak renk ölçümüne tabi tutulmuştur. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak renk ölçümü sonuçları Çizelge 4.6’da, pişirildikten sonraki renk ölçümü değerleri ise Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çiğ örneklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de, pişirilmiş örneklere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. PÖYM ve kuru makarna örneklerinin çiğ olarak renk değerleri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10’da özetlenirken, pişirildikten sonraki renk değerleri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde katılama faktörü $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde de muamele faktörü önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9).

Çizelge 4.6. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerleri¹

Muamele	Katkılama	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	SI	Hue
Yaş	Kontrol	66.49±0.18	-2.57±0.09	39.12±0.14	39.20±0.13	93.75±0.15
	Keten tohumu	61.24±0.17	5.18±0.10	29.94±0.11	30.38±0.13	80.18±0.15
	Çörek otu	42.05±0.14	1.23±0.06	7.90±0.03	8.00±0.04	81.13±0.40
	Nar çekirdeği	53.42±0.16	9.97±0.11	26.29±0.14	28.12±0.09	69.23±0.32
	Buğday lifi	70.51±0.19	-3.32±0.06	29.18±0.11	29.37±0.11	96.49±0.13
	Arpa lifi	58.85±0.15	7.01±0.07	33.55±0.14	34.27±0.12	78.20±0.13
	Yulaf lifi	60.65±0.15	5.33±0.10	31.38±0.13	31.83±0.11	80.36±0.21
	Komb-1 ²	52.34±0.14	8.41±0.14	24.28±0.11	25.70±0.15	70.90±0.22
	Komb-2 ³	51.41±0.17	8.95±0.08	25.19±0.13	26.73±0.09	70.44±0.26
	Komb-3 ⁴	48.43±0.13	9.10±0.11	21.01±0.07	22.90±0.11	66.58±0.19
Kuru	Kontrol	48.98±0.35	1.05±0.04	21.72±0.19	21.74±0.20	87.23±0.09
	Keten tohumu	42.91±0.16	5.01±0.10	17.64±0.12	18.34±0.09	74.15±0.40
	Çörek otu	33.65±0.12	1.27±0.03	4.70±0.02	4.87±0.01	74.89±0.38
	Nar çekirdeği	31.62±0.17	9.09±0.04	11.26±0.06	14.47±0.08	51.08±0.03
	Buğday lifi	64.28±0.07	0.13±0.01	22.02±0.10	22.02±0.10	89.66±0.04
	Arpa lifi	53.05±0.06	6.22±0.10	20.47±0.07	21.40±0.04	73.10±0.31
	Yulaf lifi	50.39±0.21	4.78±0.08	21.25±0.14	21.78±0.11	77.32±0.30
	Komb-1	48.74±0.08	6.95±0.07	18.51±0.07	19.77±0.09	69.42±0.12
	Komb-2	49.80±0.13	7.43±0.06	17.05±0.08	18.60±0.10	66.45±0.06
	Komb-3	40.66±0.08	7.54±0.07	14.19±0.11	16.06±0.13	62.01±0.05

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.7. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerleri¹

Muamele	Katkılama	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	SI	Hue
Yaş	Kontrol	74.38±0.29	-4.87±0.10	18.92±0.18	19.54±0.20	104.44±0.15
	Keten tohumu	61.04±0.10	0.98±0.04	18.96±0.11	18.99±0.12	87.04±0.11
	Çörek otu	42.62±0.13	0.62±0.02	8.97±0.15	9.00±0.15	86.03±0.09
	Nar çekirdeği	53.92±0.16	3.32±0.09	16.94±0.25	17.26±0.27	78.93±0.14
	Buğday lifi	74.86±0.18	-4.26±0.08	15.08±0.07	15.67±0.09	105.77±0.23
	Arpa lifi	58.93±0.20	0.57±0.06	21.04±0.21	21.05±0.21	88.45±0.14
	Yulaf lifi	59.67±0.17	0.34±0.04	20.59±0.13	20.59±0.13	89.05±0.11
	Komb-1 ²	56.64±0.08	3.06±0.12	18.37±0.14	18.62±0.16	80.55±0.28
	Komb-2 ³	54.70±0.22	3.95±0.09	18.45±0.20	18.87±0.18	77.91±0.38
	Komb-3 ⁴	51.30±0.10	5.18±0.05	17.64±0.18	18.39±0.19	73.63±0.00
Kuru	Kontrol	66.84±0.14	-4.32±0.07	17.80±0.19	18.31±0.20	103.64±0.07
	Keten tohumu	58.59±0.09	1.03±0.03	16.85±0.13	16.88±0.13	86.50±0.07
	Çörek otu	40.81±0.21	0.69±0.07	4.48±0.03	4.54±0.02	81.25±0.95
	Nar çekirdeği	45.65±0.08	3.09±0.14	14.97±0.16	15.29±0.18	78.34±0.40
	Buğday lifi	69.22±0.17	-3.97±0.14	14.62±0.18	15.15±0.17	105.19±0.28
	Arpa lifi	56.69±0.10	0.64±0.07	18.56±0.27	18.57±0.27	88.03±0.19
	Yulaf lifi	57.90±0.21	0.40±0.10	20.35±0.19	20.35±0.19	88.88±0.27
	Komb-1	54.99±0.33	3.12±0.08	17.85±0.13	18.12±0.14	80.08±0.19
	Komb-2	52.69±0.14	4.03±0.14	16.19±0.12	16.69±0.15	76.03±0.37
	Komb-3	45.70±0,16	4.50±0,17	15.00±0,06	15.66±0,10	73.30±0,53

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.8. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	2579.26	10851.36**	568.75	9168.89**	1631.46	14539.64**	1569.37	14579.81**	3972.65	8244.80**
Muamele (B)	1	1025.97	38847.65**	0.003	0.44ns	980.60	78652.1**	949.46	79385.9**	383.84	7169.60**
A X B	9	415.50	1748.06**	33.59	547.46**	180.64	1609.83**	165.30	1535.67**	184.68	383.28**
Hata	20	0.53		0.14		0.16		0.24		1.07	

** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.9. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	3172.75	11454.08**	363.76	5053.87**	534.99	2158.34**	538.69	2006.68**	4183.67	4457.62**
Muamele (B)	1	151.91	4935.59**	0.01	1.32ns	33.51	1216.79**	33.87	1135.68**	11.18	107.24**
A X B	9	60.64	218.91**	0.91	12.71**	10.02	60.62**	14.75	54.93**	17.36	18.50**
Hata	20	0.62		0.16		0.55		0.60		2.09	

** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.10. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	4	57.74 ^b	-0,76 ^h	30.42 ^a	30.47 ^a	90.49 ^b
Keten tohumu	4	52.08 ^e	5.10 ^f	23.79 ^e	24.36 ^e	77.17 ^e
Çörek otu	4	37.85 ¹	1.25 ^g	6.30 ^j	6.43 ¹	78.01 ^d
Nar çekirdeği	4	42.52 ^h	9.53 ^a	18.77 ^h	21.29 ^g	60.16 ^j
Buğday lifi	4	67.39 ^a	-1.60 ⁱ	25.60 ^d	25.69 ^d	93.08 ^a
Arpa lifi	4	55.95 ^c	6.62 ^e	27.01 ^b	27.84 ^b	75.65 ^f
Yulaf lifi	4	55.52 ^d	5.06 ^f	26.32 ^c	26.81 ^c	78.84 ^c
Komb-1 ²	4	50.54 ^f	7.68 ^d	21.40 ^f	22.74 ^f	70.16 ^g
Komb-2 ³	4	50.61 ^f	8.19 ^c	21.12 ^g	22.67 ^f	68.45 ^h
Komb-3 ⁴	4	44.55 ^g	8.32 ^b	17.60 ⁱ	19.48 ^h	64.30 ⁱ
Muamele						
Yaş	20	56.54 ^a	4.93 ^a	26.78 ^a	27.65 ^a	78.73 ^a
Kuru	20	46.41 ^b	4.95 ^a	16.88 ^b	17.91 ^b	72.53 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.11. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	4	70.61 ^b	-4.60 ^h	18.36 ^c	18.93 ^c	104.04 ^b
Keten tohumu	4	59.81 ^c	1.01 ^d	17.90 ^d	17.93 ^e	86.77 ^e
Çörek otu	4	41.71 ^j	0.66 ^e	6.73 ⁱ	6.77 ⁱ	83.64 ^f
Nar çekirdeği	4	49.79 ^h	3.20 ^c	15.96 ^g	16.27 ^g	78.64 ^h
Buğday lifi	4	72.04 ^a	-4.12 ^g	14.85 ^h	15.41 ^h	105.48 ^a
Arpa lifi	4	57.81 ^e	0.61 ^e	19.80 ^b	19.81 ^b	88.24 ^d
Yulaf lifi	4	58.79 ^d	0.37 ^f	20.47 ^a	20.47 ^a	88.97 ^c
Komb-1 ²	4	55.82 ^f	3.09 ^c	18.11 ^d	18.37 ^d	80.32 ^g
Komb-2 ³	4	53.70 ^g	3.99 ^b	17.32 ^e	17.78 ^e	76.97 ⁱ
Komb-3 ⁴	4	48.50 ⁱ	4.84 ^a	16.32 ^f	17.02 ^f	73.47 ^j
Muamele						
Yaş	20	58.81 ^a	0.89 ^a	17.50 ^a	17.80 ^a	87.18 ^a
Kuru	20	54.91 ^b	0.92 ^a	15.67 ^b	15.96 ^b	86.12 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

L^* (parlaklık) değeri: Sonuçlar katkılama faktörü açısından değerlendirildiğinde, çiğ makarna örneklerinde ortalama L^* değeri 37.85 ile 67.39 arasında değişirken (Çizelge 4.10), pişirilmiş makarna örneklerinde ortalama L^* değeri 41.71 ile 72.04 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.11). Pişirme işlemi ortalama L^* değerlerinde genel olarak bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11).

Jayasena ve Nasar-Abbas (2012), lupen unu ilavesi ile hazırladıkları makarna örneklerinin L^* değerlerinde pişme ile bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da pişirme işlemi sonucunda makarna renginde ağarma olduğu belirtilmiştir (Petitot ve ark., 2010).

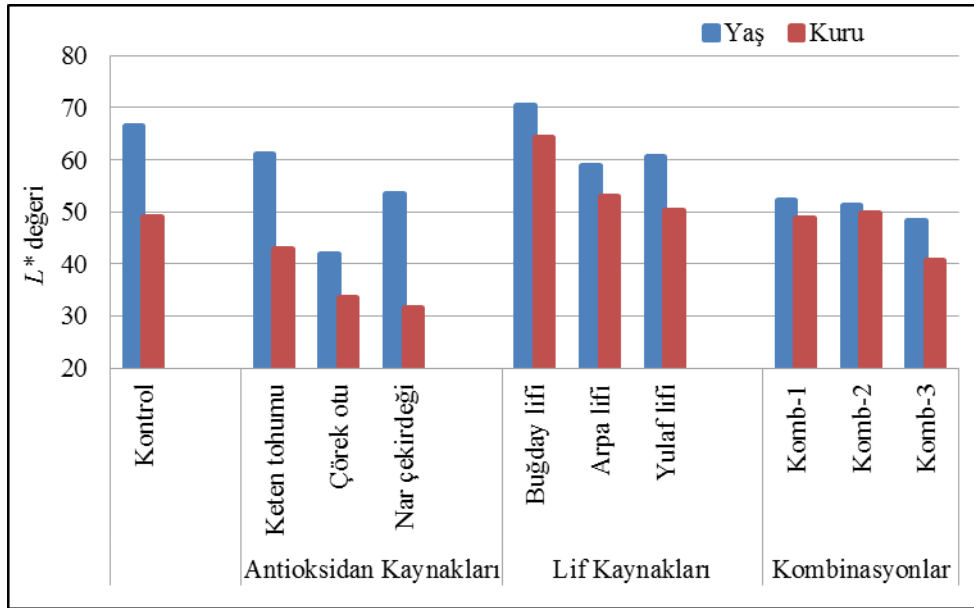
Hem çiğ hem de pişmiş makarna örneklerinde en düşük L^* değeri çörek otu ilavelilerde, en yüksek L^* değeri ise buğday lifi ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Hammaddelere ait L^* değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.3) çörek otunun düşük L^* değerine, buğday lifinin ise yüksek L^* değerine sahip oldukları ve bu durumun son ürüne yansıdığı görülmektedir.

Kuru makarna örneklerinde L^* değeri sonuçları muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde, kurutma işlemi ile L^* değerinin azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Kurutma işlemi sırasında artan sıcaklığın etkisi ile oluşan Maillard reaksiyonu sebebiyle L^* değerinin azaldığı düşünülmektedir.

Petitot ve ark. (2010), bezelye ve bakla unu kullanımının makarnanın işleme ve kalite özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kurutma işlemi ile makarna örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğunu belirlemişlerdir. L^* değerlerinde gözlenen azalmanın Maillard reaksiyonu ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

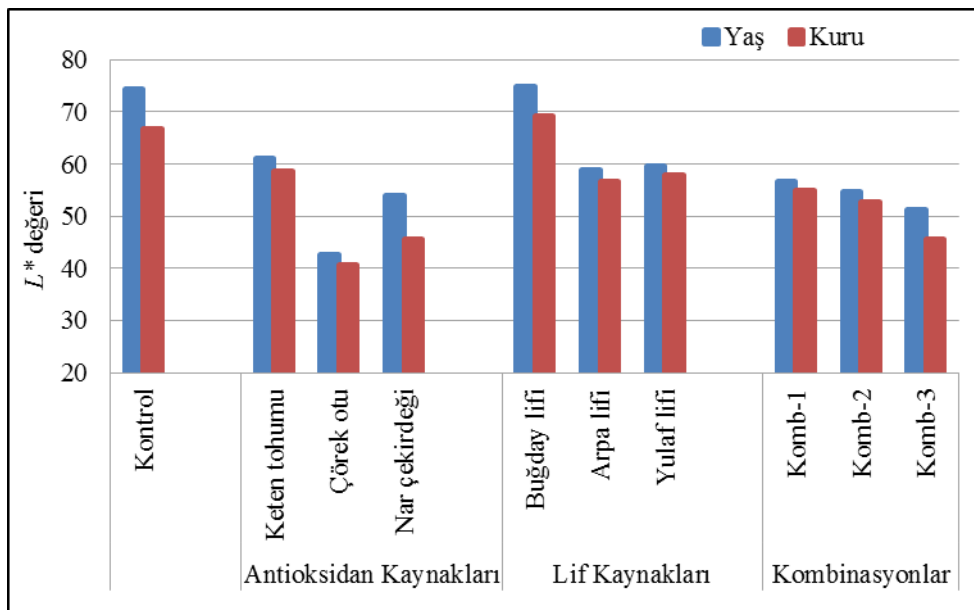
Acquistucci (2000), farklı kurutma şartlarında Maillard reaksiyonunun makarnanın renk özelliklerine etkilerinin incelediği çalışmasında, kurutma işlemi ile L^* değerinde azalma gözlemlenmiş ve azalışın sıcaklık uygulamasının yoğunluğuna bağlı olarak devam ettiğini belirlemiştir. L^* değerinde görülen bu azalmanın Maillard reaksiyonlarından kaynaklandığını belirtmiştir.

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak L^* değerleri üzerinde “katkılama x muamele” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup interaksyon grafiği Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Kontrol ve tüm katkılı makarna örneklerinin yaş olarak L^* değerlerinin kurutma işlemi sonucunda azaldığı tespit edilmiştir. Buğday lifi kullanılarak hazırlanan yaş makarna örneği hem yaş hem de kuru halde diğer örneklere kıyasla daha yüksek L^* değerine sahip olmuştur.



Şekil 4.2. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

Piştirilmiş PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin L^* değerleri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde etkili olan “katkılama x muamele” interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. Örneklerin tümünün yaş haldeki L^* değerleri kurutulmuş haldekine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Nar çekirdeği içeren yaş makarna örnekleri kurutulmuş forma dönüştürüldüklerinde L^* değerindeki azalma diğer örneklerle kıyasla bir miktar daha fazla olmuştur.



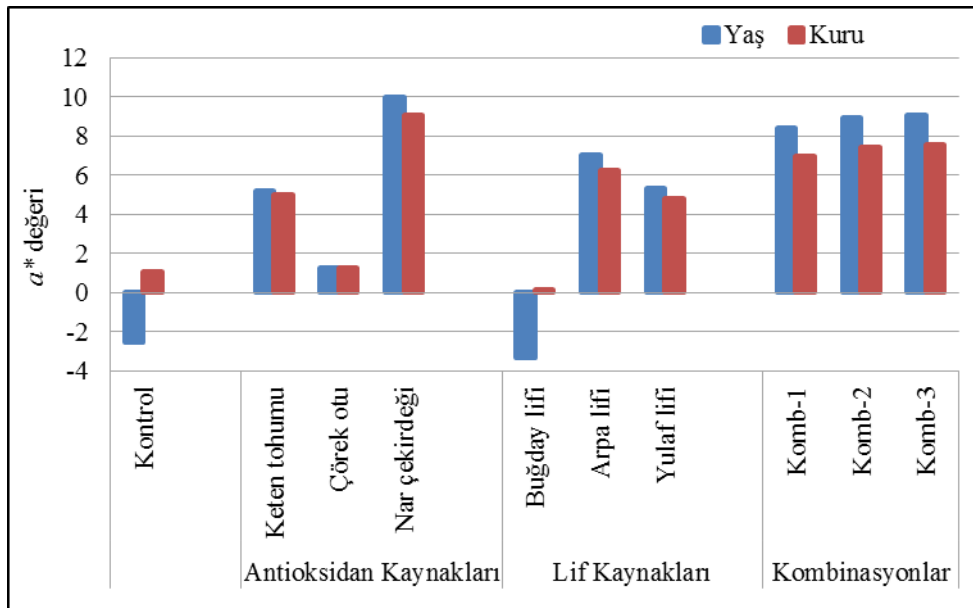
Şekil 4.3. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin piştirilmiş olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

a^* (kırmızılık) değeri: Çiğ makarna örnekleri arasında nar çekirdeği ilaveli olanlar en yüksek a^* değeri ile dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 4.10). Nar çekirdeğinin makarna formülasyonuna % 5 oranında ilave edilmesine rağmen, hammadde renk özelliğini (Çizelge 4.3) son ürüne yansıtarak, kırmızılıkta en büyük artışa neden olmuştur.

Piştirilmiş örneklerde ise % 5 antioksidan kaynağı + % 15 besinsel lif içeren kombine örnekler ile % 5 nar çekirdeği içeren makarna örneği a^* değerinde önemli bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.11). % 5 nar çekirdeği + % 15 yulaf lifi içeren kombinasyon-3 en yüksek a^* değerini vermiş, bunu % 5 keten tohumu + % 15 arpa lifi içeren kombinasyon-2 takip etmiştir.

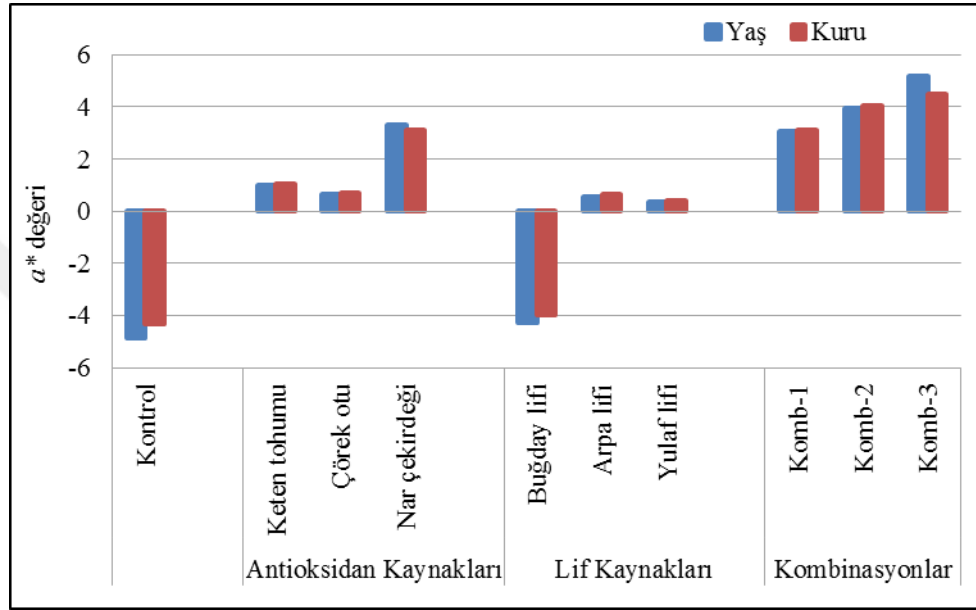
a^* değeri sonuçları muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde ise hem çiğ hem de piştirilmiş makarna örneklerinde, yaş ve kuru makarnaların a^* değerleri arasında istatistiki açıdan bir fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11).

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinde çiğ olarak a^* değeri üzerinde etkili ($p < 0.01$) “katkılama x muamele” interaksyonu Şekil 4.4’de verilmiştir. Antioksidan kaynakları kullanılarak hazırlanan örneklerin tümünün yaş ve kuru formlarının a^* değerlerinde çok az bir farklılık gözlenmiştir. Benzer bir durum arpa ve yulaf lifi kullanılarak hazırlanan örneklerde de görülmüştür. Bunların dışında kalan örneklerde ise daha belirgin bir fark gözlemlenmiş olup bu fark ortalamaların karşılaştırılması testinde (Çizelge 4.10) istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.4. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilme sonrası a^* değerleri üzerinde “katkılama x muamele” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup buna ait grafik Şekil 4.5’de verilmiştir. Kombinasyon-3 dışında örneklerin tümünde yaş ve kurutulmuş formda pişirme işlemi sonrası a^* değerleri arasında neredeyse farklılık gözlenmemiş, kombinasyon-3’deki değişim de istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Katkılama önemli değişikliklere sebep olmuştur.



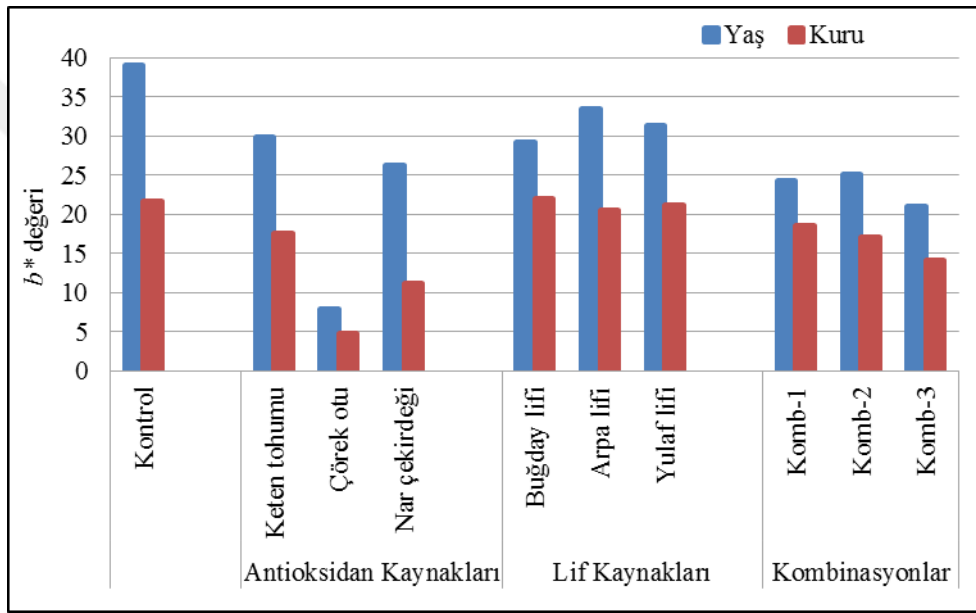
Şekil 4.5. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

b^* (sarılık) değeri: Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre, farklı lif ve antioksidan kaynağı ilaveli çığ makarnaların tamamının b^* değeri, buğday irmiğinden üretilen kontrol örneğinden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.10). Burada yüksek sarı pigmentasyona sahip irmiğin sarı renginin (Çizelge 4.3) lif/antioksidan kaynakları ile seyrelmesi etkili olmuş olabilir. Pişirilmiş makarna örneklerinden %15 arpa lifi ve %15 yulaf lifi ilaveli olanların kontrol örneğinden daha yüksek sarılık değerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Muamele faktörü açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, yaş makarna örneklerinin b^* değeri, kuru makarna örneklerinin b^* değerinden yüksek bulunmuştur. Kurutma işlemi makarna sarılığında azalmaya neden olmuştur. Bu azalma çığ makarna örneklerinde çok daha belirgin olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Makarnanın kurutulması sırasında yüksek sıcaklığın etkisi ile enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları gerçekleşebilmekte ve b^* değerinde azalma gözlenmektedir.

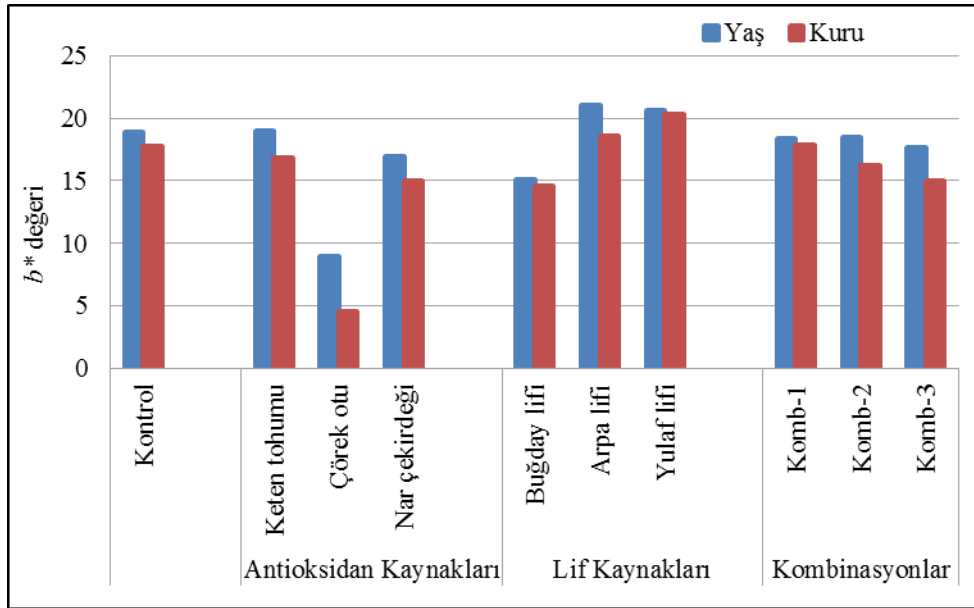
Petitot ve ark. (2010), kurutma işlemi ile Maillard reaksiyonunun gerçekleştiğini ve reaksiyon sonucunda makarna örneklerinin b^* değerlerinde azalma olduğunu bildirmiştir.

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değeri üzerinde etkili ($p < 0.01$) “katkılama x muamele” interaksyonu Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Kurutma işlemi tüm örneklerin b^* değerleri üzerinde azaltıcı etki göstermiştir. Kontrol örneği yaş halde diğer katkılı örneklerle kıyasla daha yüksek b^* değerine sahip olurken çörek otu katkısı ile hazırlanan makarnalar hem yaş hem de kuru formda en düşük b^* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.



Şekil 4.6. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

Piştirme işlemi sonrası PÖYM makarna örnekleri ile kuru makarna örneklerinin b^* değerlerine ait interaksiyon grafiği Şekil 4.7’de verilmiş olup “katkılama x muamele” interaksiyonunun $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Pişirilmiş kontrol ve katkılı örneklerin tümünün yaş hallerinin b^* değerleri kurutma sonrasına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Çiğ makarnalarda olduğu gibi pişirilmiş makarnalarda da % 5 çörek otu kullanımı ile hazırlanan hem yaş hem de kuru formdaki örnekler en düşük b^* değerine sahip olmuştur.



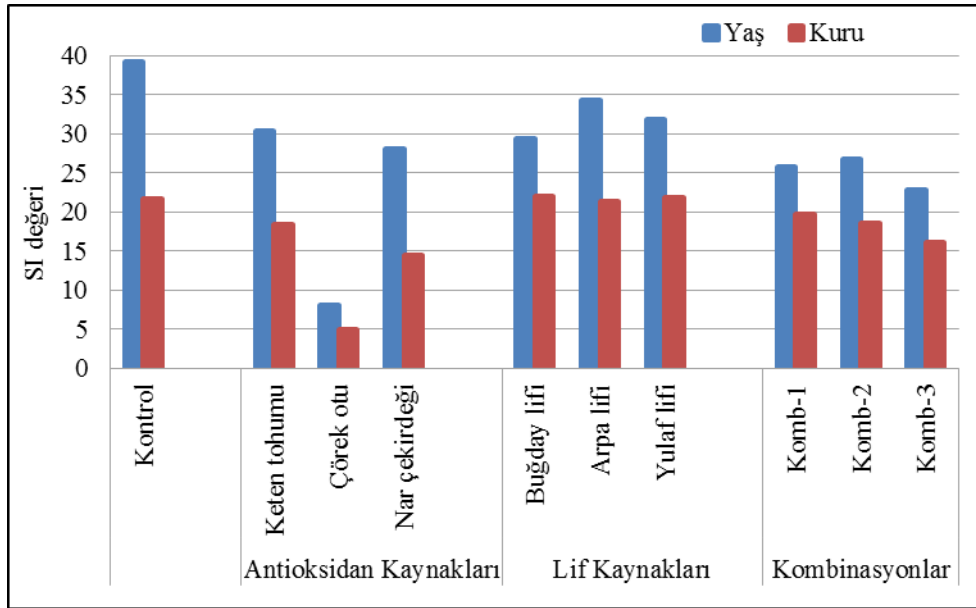
Şekil 4.7. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

SI ve hue değerleri: Pişirilmemiş çığ makarna örneklerinde ortalama SI değeri 6.43 (çörek otu ilaveli) ile 30.47 (kontrol örnek) arasında, ortalama hue değeri ise 60.16 (nar çekirdeği ilaveli) ile 93.08 (buğday lifi ilaveli) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.10). Pişirilmiş makarna örneklerinde ortalama SI değeri 6.77 (çörek otu ilaveli) ile 20.47 (yulaf lifi ilaveli) arasında, ortalama hue değeri ise 73.47 (kombinasyon-3 ilaveli) ile 105.48 (buğday lifi ilaveli) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Hem çığ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde çörek otu en düşük SI değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

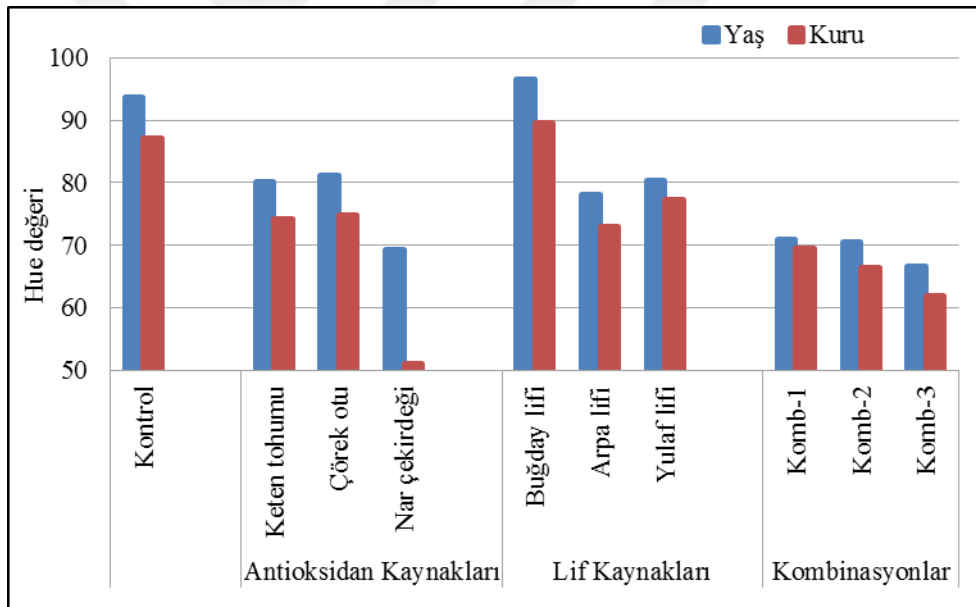
Değerlerin ortalamaları, muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde, kurutma işleminin SI ve hue değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11).

Genel bir değerlendirme ile çığ örnekler pişirilmiş örnekler ile karşılaştırıldığında, pişirme işlemi ile makarna örneklerinde L^* ve hue değeri artarken, a^* , b^* ve SI değerleri düşmüştür (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11).

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinde çığ olarak SI ve Hue değerleri üzerinde etkili ($p < 0.01$) “katkılama x muamele” interaksyonu Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Kontrol ve tüm katkılı makarna örneklerinin yaş haldeki SI ve hue değerleri kuru haldekine göre yüksek bulunmuştur.

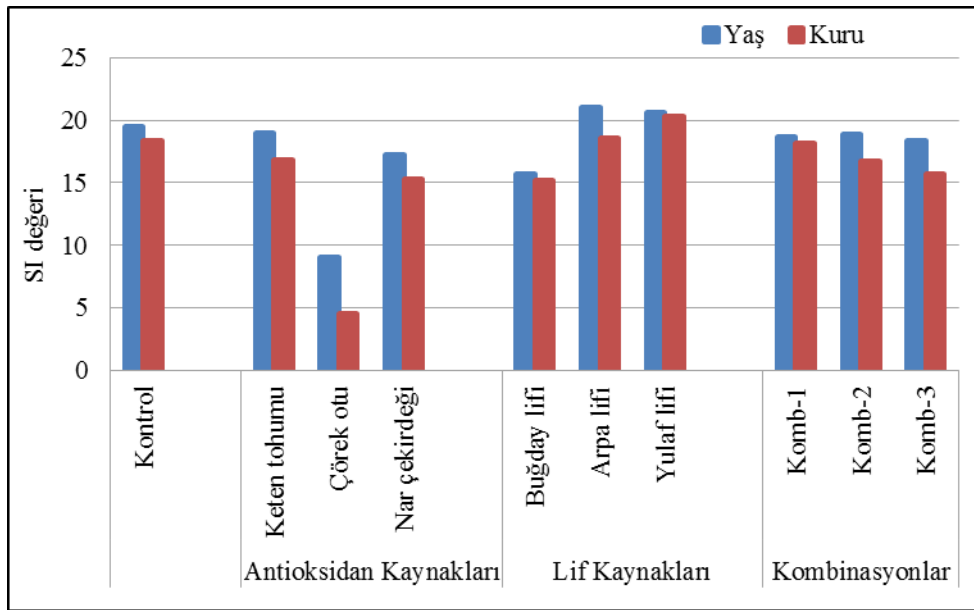


Şekil 4.8. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

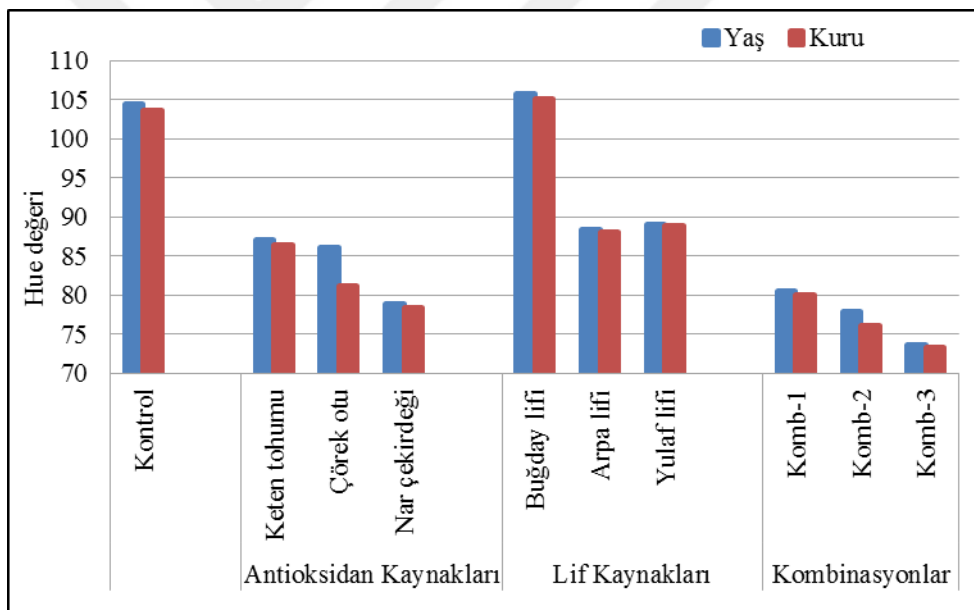


Şekil 4.9. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyon

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin pişirilmiş halde SI ve hue değerleri üzerinde “katkılama x muamele” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup interaksyonlara ait grafikler Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Pişirilmiş örneklerin tümünde kurutma işlemi sonucunda SI değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir durum genel olarak lif kaynakları ile hazırlana makarnalar hariç ve tüm kaktılı makarna örneklerinin hue değerlerinde gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkilama x muamele” interaksyonu



Şekil 4.11. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkilama x muamele” interaksyonu

4.2.3. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değeri sonuçları

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık ölçüm değerlerine ait sonuçları Çizelge 4.12’de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Pişirme ve sıklık değerleri ortalamalarının karşılaştırma

sonuçları ise Çizelge 4.14'de özetlenmiştir. Makarna örneklerinin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen madde miktarı ve sıklık değerleri üzerinde katkılama ve muamele faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları ¹

Muamele	Katkılama	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Yaş	Kontrol	101.3±1.63	145.09±2.08	3.15±0.04	72.07±1.51
	Keten tohumu	96.50±0.86	137.65±2.16	3.10±0.08	67.38±0.49
	Çörek otu	97.02±1.33	138.04±1.40	3.08±0.03	58.85±1.77
	Nar çekirdeği	95.21±0.75	138.75±2.25	2.99±0.14	70.62±2.90
	Buğday lifi	92.01±1.06	113.13±1.03	3.40±0.25	96.27±2.63
	Arpa lifi	102.19±3.07	145.42±2.44	5.20±0.16	89.84±1.70
	Yulaf lifi	100.60±0.83	142.75±3.52	4.86±0.11	86.68±2.11
	Komb-1 ³	93.95±2.94	130.80±1.33	4.78±0.08	81.34±2.50
	Komb-2 ⁴	94.22±2.67	132.50±1.77	4.91±0.10	84.16±1.82
	Komb-3 ⁵	93.20±2.73	129.83±3.42	4.69±0.07	84.87±1.13
Kuru	Kontrol	163.25±1.23	231.43±2.09	4.35±0.51	77.51±1.74
	Keten tohumu	154.05±3.08	210.57±2.13	4.16±0.04	87.22±1.05
	Çörek otu	154.40±1.54	212.42±2.21	4.12±0.08	86.76±0.92
	Nar çekirdeği	153.05±6.77	214.05±3.12	3.97±0.18	76.62±3.00
	Buğday lifi	142.24±0.81	175.92±2.42	4.62±0.08	109.86±1.91
	Arpa lifi	157.30±1.34	194.05±1.78	6.76±0.04	96.86±1.07
	Yulaf lifi	155.55±1.24	193.00±1.88	6.23±0.14	96.73±1.64
	Komb-1	150.10±3.17	168.67±2.08	6.04±0.11	100.22±2.32
	Komb-2	151.10±2.98	169.41±0.49	6.55±0.20	99.10±0.93
	Komb-3	149.55±4.57	166.67±1.81	5.91±0.14	95.22±3.80

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Ağırlık ve hacim artışı: Değerlerin ortalamalarının karşılaştırılmasına göre ağırlık ve hacim artışı değerleri katkılamaya bağlı olarak % 117.13 ile 132.28 ve % 144.52 ile 188.26 arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). % 15 arpa lifi ilavesi ile üretilen makarna örnekleri, kontrol örneğe en yakın ağırlık artışı değerini vermiştir. % 15 buğday lifi ise ağırlık artışını en fazla düşüren katkı maddesi olmuştur. Hacim artışı değerlerinde ise % 5 oranında kullanılan antioksidan kaynaklarının tamamı kontrol örneğinden sonra en yüksek hacim artışı değerlerini verirken, buğday lifi ağırlık artışı değerinde olduğu gibi en düşük hacim artışı değeri vermiştir. Literatürde lif kaynaklarının makarnanın pişme özellikleri üzerine etkileri ile ilgili farklı bilgiler yer almaktadır. Bu durumda kullanılan lifin özellikleri etkili olmaktadır. İki farklı lif kaynağı birbirinden farklı özellikler sergileyebilmektedir.

Aydın ve Göçmen (2011), yulaf unu ilavesinin noodle örneklerinde ağırlık ve hacim artışını artırdığını bildirirken, Bağdi ve ark. (2014), alöronca zengin un ilavesi ile

Çizelge 4.13. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGKM ²		Sıklık	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	701.54	10.88**	8067.67	186.83**	37.87	151.14**	3909.34	106.76**
Muamele (B)	3	31854.51	4446.09**	33899.91	7064.58**	15.75	565.83**	1796.14	441.60**
A X B	27	77.13	1.20ns	3061.29	70.89**	0.42	1.68ns	463.80	12.67**
Hata	40	143.39		95.96		0.56		81.35	

** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ² SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.14. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

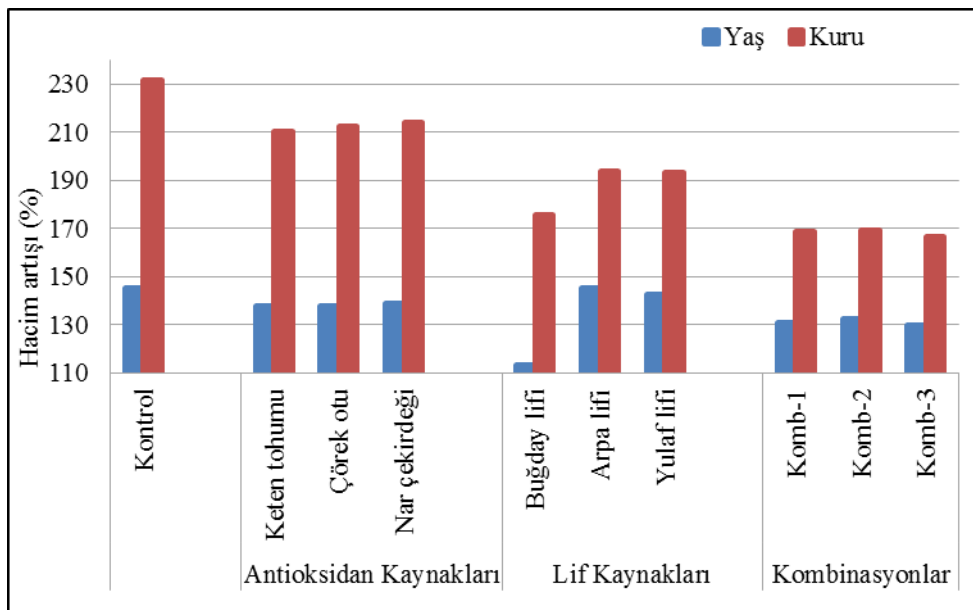
Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Katkılama					
Kontrol	4	132.28 ^a	188.26 ^a	3.75 ^e	74.79 ^{de}
Keten tohumu	4	125.28 ^{cde}	174.11 ^b	3.63 ^{ef}	77.30 ^d
Çörek otu	4	125.71 ^{cd}	175.23 ^b	3.60 ^{ef}	72.81 ^e
Nar çekirdeği	4	124.13 ^{cde}	176.40 ^b	3.48 ^f	73.62 ^e
Buğday lifi	4	117.13 ^f	144.52 ^e	4.01 ^d	103.07 ^a
Arpa lifi	4	129.75 ^{ab}	169.73 ^c	5.98 ^a	93.35 ^b
Yulaf lifi	4	128.08 ^{bc}	167.88 ^c	5.55 ^{bc}	91.71 ^{bc}
Komb-1 ³	4	122.03 ^{de}	149.74 ^d	5.41 ^c	90.78 ^{bc}
Komb-2 ⁴	4	122.66 ^{de}	150.96 ^d	5.73 ^b	91.63 ^{bc}
Komb-3 ⁵	4	121.38 ^e	148.25 ^d	5.30 ^c	90.05 ^c
Muamele					
Yaş	20	96.62 ^b	135.40 ^b	4.02 ^b	79.21 ^b
Kuru	20	153.06 ^a	193.62 ^a	5.27 ^a	92.61 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

hazırladıkları makarna örneklerinde katkılama oranı arttıkça ağırlık artışında azalma gözlemlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada makarna formülasyonuna buğday, arpa ve yulaf ilave edilmiş ve pişme kaybında artış gözlenmiştir (Kaur ve ark., 2012).

Sonuçlar muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde, kuru makarna örneklerinin hem ağırlık artışı hem de hacim artışı değerlerinin yaş makarna örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14). Kurutma işleminde uygulanan sıcaklığın etkisi ile ağırlık artışının yükselmesi nişasta jelatinizasyonu ile ilişkilendirilebilir. Jelatinizasyon sıcaklığının altındaki değerlerde (52-63 °C) nişastanın su absorpsiyonu geri dönüşümlüdür ve suyun büyük kısmı amorf bölgeye geri salınır. Fakat jelatinizasyon sıcaklığının üzerine çıktığında hidrojen bağlarının bozulması sebebiyle nişasta özellikleri değişikliğe uğramaktadır. Sonuç olarak nişasta granülleri şişmekte, su geri dönüşümü mümkün olmamakta ve su içeriği artmaktadır (Zhang ve ark., 2011).

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin pişme sonrası hacim artışı değerleri “katkılama x muamele” interaksiyonundan önemli düzeyde etkilenmiş ($p<0.01$) olup; interaksiyon grafiği Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Buna göre örneklerin tümünde kurutma sonrası hacim artışı değerleri yaş haldekine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Besinsel lif kaynakları kullanılarak hazırlanan örneklerden % 15 buğday lifli olanın yaş ve kuru örneklerde hacim artışı değerleri yulaf ve arpa lifi kullanılarak hazırlanan örneklerden daha düşük olmuştur.



Şekil 4.12. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin hacim artışı değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksiyonu

Suya geçen kuru madde miktarı: Suya geçen kuru madde miktarı değerleri makarnada kullanılan katkılamaya bağlı olarak % 3.48 ile 5.98 arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). En düşük suya geçen kuru madde miktarı değeri % 5 nar çekirdeği ilavesi, en yüksek değer ise % 15 arpa lifi ilavesiyle elde edilmiştir. % 5 nar çekirdeği ilavesi kontrol makarnadan daha düşük, % 5 keten tohumu ve çörek otu ilaveleri ise kontrol makarnaya eşdeğer suya geçen kuru madde miktarı değerleri vermişlerdir. Yulaf lifi, arpa lifi ve bunların bulunduğu kombinasyonlar suya geçen kuru madde miktarlarını artırarak makarna pişme özellikleri üzerinde olumsuz etkiye sebep olmuşlardır.

Marinelli ve ark. (2015), makarna formülasyonuna üzüm cibresi ilave ettikleri çalışmalarında katkılı örneklerin suya geçen madde miktarlarının kontrole kıyasla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumda üzüm cibresinin antioksidan içeriğinin yüksek olmasının etkili olabileceği bildirilirken, antioksidan bileşiklerin nişasta çevresinde proteinler ile kompleks oluşturduğu ve pişme sırasında bunları tutarak fazla şişmelerini ve amiloz difüzyonunu kısıtladıkları düşünülmektedir.

Yapılan bir başka çalışmada domates kabuğu ile katkılanan spagetti örneklerinde pişme kaybı, kontrole göre daha az olmuş ve bu durum domates yapısında yer alan karotenoid bileşikler ile ilişkilendirilmiştir (Rizk ve ark., 2014). Makarna formülasyonuna çeşitli liflerin ilavesi ile pişme kaybında artış olduğu ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Sudha ve ark. (2011), farklı sıcaklık uygulamaları ile stabilize ettikleri buğday kepeklerini ilave ettikleri makarna örneklerinin tümünde pişme kaybının kontrole kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Aydın ve Göçmen (2011), yulaf unu ilavesi ile noodle örneklerinin pişme kayıplarında artış gözlemlemişlerdir.

Sonuçların ortalamalarının karşılaştırılması muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde, kuru makarnaların pişirilmesi sonucu elde edilen suya geçen kuru madde miktarı, yaş makarnaların pişirilmesi sonucunda elde edilenden daha yüksek bulunmuştur. Yaş makarna örneklerinin kuru olanlara kıyasla düşük ağırlık ve hacim artışının yanı sıra düşük suya geçen kuru madde miktarı verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Sıklık: Makarna formülasyonunda antioksidan kaynaklarından keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği kullanımı kontrol makarna örneğine eşdeğer ya da düşük sıklık değerinin elde edilmesini sağlamıştır. Lif kaynaklarından buğday lifi tek başına

kullanıldığında en yüksek sıklık değerinin elde edilmesine neden olmuştur. Diğer lif kaynakları tek başına ya da kombinasyon halinde kullanıldıklarında, kontrol örneğe göre, yüksek sıklık değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.12).

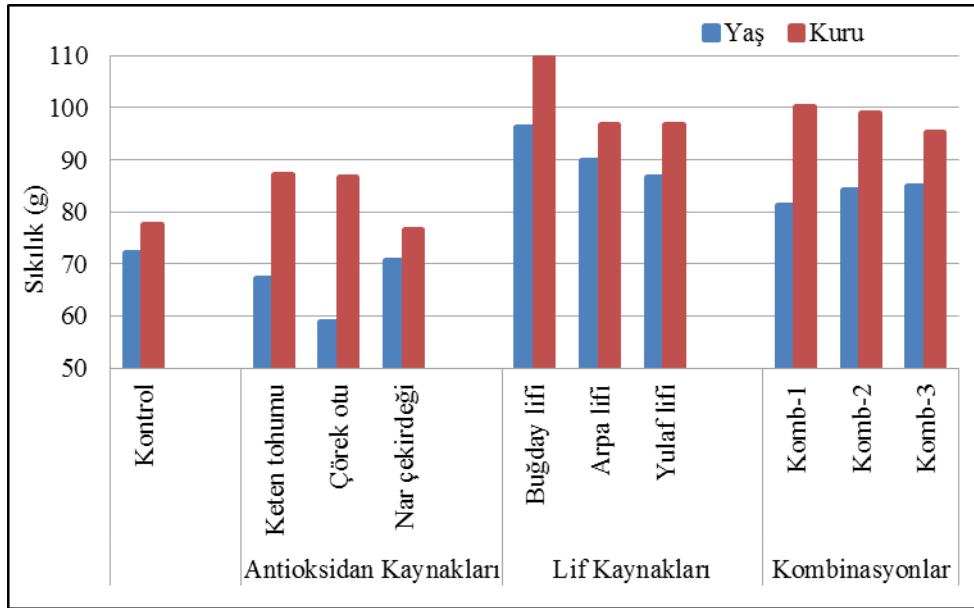
Rakhash ve ark. (2015), çeşitli besinsel liflerin makarnanın duysal ve teknolojik özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sıklık değeri üzerinde farklı özellikteki liflerin etkilerinin de farklı olduğunu gözlemlemişlerdir. Liflerin genel olarak makarnanın sıklık değerinin düşürdüğünü ve bu durumun katkılama sonucunda gluten içeriğinin azalmasından kaynaklandığını bildirirken, β -glukanca zengin un ve polard ilavesi ile daha yüksek sıklık değeri ölçüldüğü ve bu durumda da lifin su için nişasta ile rekabetinin etkili olduğu bildirilmiştir. β -glukanca zengin unun makarna yapımı sırasında daha fazla su çektiği, nişastanın şişmesini engellediği ve sonuç olarak sıklık değerinin arttığı belirtilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada yulaf kepeği ilavesinin makarnanın sıklık değerini arttırdığı, yulaf kepeği-inulin karışımının ise tam tersi bir etki yaptığı belirtilmiştir (Foschia ve ark., 2015).

Sonuçlar muamele faktörü açısından değerlendirildiğinde, yaş makarna örneklerinin pişirilmesi sonucunda elde edilen ortalama 79.21 g olan sıklık değerinin kuru makarnaların pişirilmesi sonucunda 92.61 g'a yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.14).

Piştirilmiş PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin sıklık değerlerinde “katkılama x muamele” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyona ait grafik Şekil 4.13’de verilmiştir. Kurutma işleminin kontrol ve katkılı örneklerin tümünde daha yüksek sıklık değerine sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Sıklık değerleri arasındaki en büyük farklılık çörek otu katkısı ile hazırlanan makarna örneklerinde görülmüş, en düşük farklılık ise nar çekirdeği katkısı ile hazırlanan örneklerde gözlemlenmiştir.

4.2.4. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları

PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit analizi pişirilmeden “çiğ” ve pişirildikten sonra “piştirilmiş” olarak gerçekleştirilmiştir. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları Çizelge 4.15’de, pişirme işlemi sonrası analiz sonuçları ise Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.13. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin sıklık değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

Çiğ örneklerin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiş, aynı analizlerin pişirme işlemi sonrası varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de gösterilmiştir. Çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.19’da, PÖYM ve kuru makarna örneklerinin pişirildikten sonraki antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları ise Çizelge 4.20’ de verilmiştir.

Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde katkılama faktörü antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Muamele faktörü ise çiğ makarna örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde pişirilmiş makarna örneklerinde ise antioksidan aktivite ve fitik asit miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18).

Antioksidan aktivite: Çiğ makarna örnekleri için ortalamaların karşılaştırılması sonuçları katkılama faktörü açısından incelendiğinde, % 15 yulaf lifi + % 5 keten tohumu içeren kombinasyon-1 ve % 15 yulaf lifi + % 5 nar çekirdeği içeren kombinasyon-3 ile hazırlanan makarnaların en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip oldukları, bunları sırası ile % 15 arpa lifi + % 5 keten tohumu içeren kombinasyon-2 ve sadece % 15 yulaf lifi ilavesiyle hazırlanan çiğ makarna örneklerinin izlediği görülmektedir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.15. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Muamele	Katkılama	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Yaş	Kontrol	15.59±0.54	0.47±0.03	205.70±6.34
	Keten tohumu	19.56±0.78	0.50±0.10	303.49±7.45
	Çörek otu	23.59±0.49	0.61±0.04	269.28±5.91
	Nar çekirdeği	33.93±0.81	0.68±0.06	239.44±4.12
	Buğday lifi	17.63±0.41	0.41±0.14	191.97±4.51
	Arpa lifi	39.81±0.74	0.62±0.03	649.71±8.75
	Yulaf lifi	46.63±0.98	0.76±0.10	703.29±11.31
	Komb-1 ³	48.41±1.03	0.77±0.06	799.43±8.95
	Komb-2 ⁴	45.11±0.74	0.71±0.11	748.12±9.15
	Komb-3 ⁵	50.01±1.17	0.85±0.07	733.76±9.43
Kuru	Kontrol	16.01±0.68	0.49±0.06	187.30±5.91
	Keten tohumu	18.38±1.13	0.51±0.01	285.47±6.70
	Çörek otu	23.98±0.78	0.61±0.03	248.29±8.41
	Nar çekirdeği	34.18±0.45	0.70±0.06	215.74±7.99
	Buğday lifi	18.26±0.41	0.42±0.01	176.72±6.69
	Arpa lifi	40.55±0.65	0.65±0.03	628.40±8.80
	Yulaf lifi	45.97±0.82	0.79±0.04	681.12±11.71
	Komb-1	50.04±1.48	0.83±0.08	778.64±9.12
	Komb-2	46.32±1.17	0.74±0.03	729.62±10.55
	Komb-3	49.84±0.59	0.86±0.07	713.98±5.88

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.16. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Muamele	Katkılama	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik Asit (mg/100g)
Yaş	Kontrol	13.99±0.44	0.43±0.03	198.09±8.53
	Keten tohumu	17.09±0.57	0.45±0.06	291.35±7.65
	Çörek otu	20.76±0.78	0.55±0.05	258.78±9.00
	Nar çekirdeği	29.74±0.78	0.61±0.07	230.82±8.68
	Buğday lifi	15.05±0.51	0.36±0.03	184.87±6.29
	Arpa lifi	33.70±0.81	0.54±0.07	625.02±6.95
	Yulaf lifi	39.97±0.52	0.66±0.03	675.86±12.58
	Komb-1 ³	40.64±0.98	0.66±0.10	767.45±8.90
	Komb-2 ⁴	38.11±1.03	0.61±0.06	721.19±11.67
	Komb-3 ⁵	42.41±0.88	0.73±0.04	705.88±9.38
Kuru	Kontrol	12.92±0.54	0.41±0.01	181.31±4.61
	Keten tohumu	16.30±0.95	0.42±0.04	276.05±7.86
	Çörek otu	19.03±1.00	0.51±0.03	240.84±12.29
	Nar çekirdeği	26.48±0.52	0.57±0.08	208.19±9.13
	Buğday lifi	14.42±0.34	0.34±0.01	170.18±7.72
	Arpa lifi	31.94±0.66	0.52±0.06	608.29±10.62
	Yulaf lifi	37.06±1.09	0.63±0.07	655.92±5.39
	Komb-1	39.84±1.10	0.65±0.04	752.17±12.01
	Komb-2	35.33±0.71	0.58±0.07	703.35±8.24
	Komb-3	40.14±0.89	0.67±0.03	687.56±9.04

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.17. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	6924.09	1084.76**	0.78	19.11**	2427446.4	4061.14**
Muamele (B)	1	1.06	1.45ns	0.004	1.07ns	3956.5	59.57**
A X B	9	6.25	0.98ns	0.002	0.06ns	52.9	0.09ns
Hata	20	14.18		0.09		1328.3	

** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.18. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	4424.43	1264.49**	0.47	17.68**	2249483.5	3029.45**
Muamele (B)	1	41.53	106.83**	0.009	3.15ns	3078.1	37.31**
A X B	9	9.40	2.69*	0.002	0.07ns	52.0	0.07ns
Hata	20	7.78		0.06		1650.1	

* p<0.05 düzeyinde önemli ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.19. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	4	15.80 ^g	0.48 ^f	196.50 ^l
Keten tohumu	4	18.97 ^f	0.51 ^f	294.48 ^f
Çörek otu	4	23.79 ^e	0.61 ^e	258.79 ^g
Nar çekirdeği	4	34.06 ^d	0.69 ^{cde}	227.59 ^b
Buğday lifi	4	17.95 ^f	0.42 ^f	184.35 ^j
Arpa lifi	4	40.18 ^c	0.64 ^{de}	639.06 ^e
Yulaf lifi	4	46.30 ^b	0.78 ^{abc}	692.21 ^d
Komb-1 ³	4	49.23 ^a	0.80 ^{ab}	789.04 ^a
Komb-2 ⁴	4	45.72 ^b	0.73 ^{bcd}	738.87 ^b
Komb-3 ⁵	4	49.93 ^a	0.86 ^a	723.87 ^c
Muamele				
Yaş	20	34.03 ^a	0.64 ^a	484.42 ^a
Kuru	20	34.35 ^a	0.66 ^a	464.53 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Pişirilmiş makarna örneklerinde ise kombinasyon-3 ve kombinasyon-1 ilavesi ile hazırlanan makarna örnekleri en yüksek antioksidan aktivite değerini verirken, bunları sırasıyla %15 yulaf lifi ve kombinasyon-2 ilavesi ile hazırlanan makarna örnekleri izlemiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	4	13.55 ^j	0.42 ^{de}	189.70 ^l
Keten tohumu	4	16.53 ^h	0.44 ^d	283.70 ^f
Çörek otu	4	19.72 ^g	0.53 ^c	249.81 ^g
Nar çekirdeği	4	28.02 ^f	0.59 ^{bc}	219.51 ^h
Buğday lifi	4	14.68 ⁱ	0.35 ^e	177.52 ^l
Arpa lifi	4	32.70 ^e	0.53 ^c	616.66 ^e
Yulaf lifi	4	38.32 ^c	0.65 ^{ab}	665.89 ^d
Komb-1 ³	4	40.05 ^b	0.66 ^{ab}	759.81 ^a
Komb-2 ⁴	4	36.60 ^d	0.60 ^{bc}	712.27 ^b
Komb-3 ⁵	4	41.12 ^a	0.70 ^a	696.72 ^c
Muamele				
Yaş	20	29.15 ^a	0.56 ^a	465.93 ^a
Kuru	20	27.11 ^b	0.53 ^a	448.39 ^b

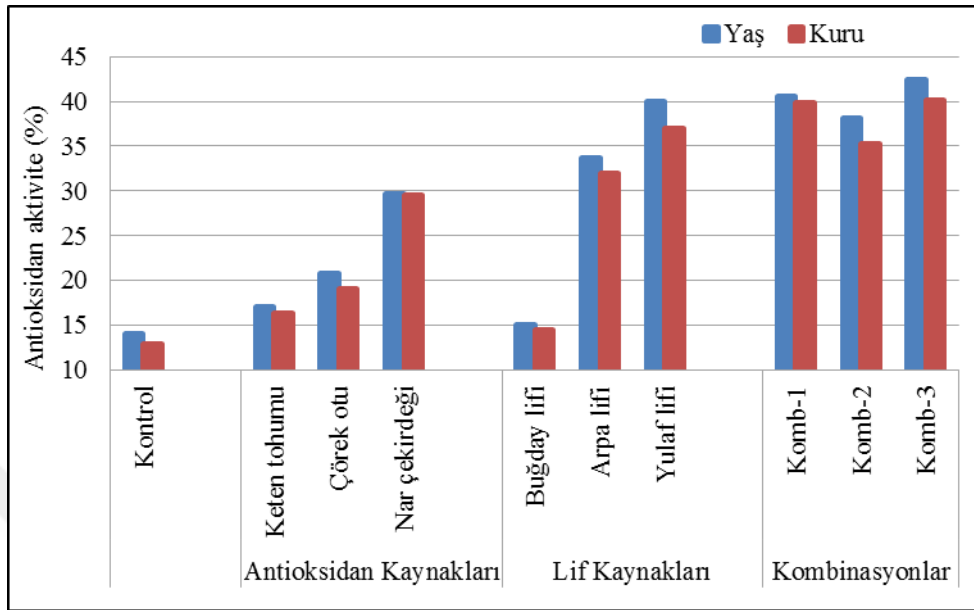
¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Sadece antioksidan kaynağı eklenerek hazırlanan çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite miktarlarının kombinasyonlar ve buğday lifi hariç diğer lif kaynaklarından düşük olmasının sebebi, antioksidan kaynaklarının makarna formülasyonuna %5, lif kaynaklarının %15, kombinasyonlarda ise %5 antioksidan kaynağı + %15 lif kullanılmasıdır. Ayrıca hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 4.1 incelendiğinde buğday lifi hariç diğer iki lif kaynağının yüksek antioksidan aktivite değerleri oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Hammaddeler arasında en yüksek antioksidan aktivite değerlerine sahip nar çekirdeği ve yulaf lifinin birlikte oluşturdukları kombinasyon-3, çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde de en yüksek antioksidan aktivite değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Hammadde özelliği, kısmen son ürüne yansımış olabilir.

Sonuçlar muamele faktörü açısından incelendiğinde çiğ örneklerde yaş ve kuru makarnaların antioksidan aktivite değerleri arasında istatistiki bir fark belirlenmezken (Çizelge 4.19), pişirilmiş makarnalarda kurutma ile antioksidan aktivitenin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin pişirilme işlemi sonrası antioksidan aktivitesi değerleri üzerinde “*katkılama x muamele*” interaksyonu p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.14’de verilmiştir. Örneklerin tümünde yaş haldeki antioksidan aktivite değeri kurutulmuş hale kıyasla

daha yüksek bulunmuştur. Hem yaş hem de kurutulmuş halde en yüksek antioksidan aktivite değeri kombinasyon-3 örneğinde görülmüştür.



Şekil 4.14. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili “katkılama x muamele” interaksyonu

Toplam fenolik madde: Kontrol makarna örneği ile karşılaştırıldığında, % 5 oranında tek başına kullanılan keten tohumu ve % 15 oranında tek başına kullanılan buğday lifi hariç diğer antioksidan ve lif kaynakları ile bunların kombinasyonlarının çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarında önemli bir artışa neden olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde kombinasyon-3, kombinasyon-1 ve yulaf lifi içeren örnekler yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olurken, bunları sırasıyla kombinasyon-2, nar çekirdeği, arpa lifi ve çörek otu içeren makarna örnekleri takip etmiştir (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Hammadde kimyasal analizi sonuçlarının özetlendiği Çizelge 4.1’deki toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde irmik (0.47 mgGAE/g), keten tohumu (1.46 mgGAE/g) ve buğday lifi (0.21 mgGAE/g) için miktarların düşük olduğu görülmektedir. Keten tohumundaki toplam fenolik madde miktarı irmiğe göre yüksek olsa da makarna da % 5 oranında kullanılıyor olması, makarnadaki toplam fenolik madde miktarını istatistiki olarak artırmamış ancak deskriptif bir artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20)

Sonuçlar muamele faktörü açısından incelendiğinde çığ ve pişirilmiş makarna örneklerde yaş ve kuru makarnaların toplam fenolik madde miktarları arasında istatistiksel bir farkın olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18).

Fitik asit: Çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinde en düşük fitik asit miktarı değerleri sırasıyla % 15 buğday lifli makarna ve kontrol makarna örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek değer ise yulaf ve keten tohumu içeren kombinasyon-1 ile hazırlanan makarna örneklerinde belirlenmiştir. Tüm kombine örnekler, diğer makarna örneklerinden yüksek fitik asit değerleri göstermiştir. Kombinasyon içeriklerinde % 15 lif + % 5 antioksidan kaynağının bulunması ve kombinasyonlarda yer alan lif ve antioksidan kaynaklarının fitik asit içeriklerinin yüksek olması (Çizelge 4.1), bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuştur. Fitik asidin minerallerin emilimini olumsuz yönde etkileyen antibesinsel bir faktör olarak çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinde düşük düzeyde olması istenir. Kombinasyonlar içinde kombinasyon-3, diğer örnekler arasında buğday lifi ile hazırlananlar düşük fitik asit içeriği açısından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20).

Yaş ve kuru makarna örnekleri fitik asit içerikleri açısından karşılaştırıldığında hem çığ hem de pişirilmiş örneklerde kurutma işlemi ile fitik asit miktarında önemli bir azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Kurutma işleminin de yer aldığı, irmiğin makarnaya işlenmesi aşamalarında fitik asit miktarında makarna tipine bağlı olarak % 23.44-% 21.26 oranlarında azalma olduğu belirtilmekte ve bu azalmanın fitaz enziminin sebep olduğu hidrolizasyon sonucu gerçekleştiği bildirilmektedir (Yılmaz ve Ünal, 1993).

Genel bir değerlendirme ile çığ örnekler pişirilmiş örnekler ile karşılaştırıldığında, pişirme işlemi ile makarna örneklerinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarlarının tamamında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Khan ve ark. (2013), sorgum unu ilavesinin makarnanın çeşitli özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, kontrol dahil tüm örneklerde pişirme işlemi ile antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarında düşme gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar Hirawan ve ark. (2010), Biney ve Beta (2014), Gull ve ark. (2016) ve Parabhasankar ve ark. (2009)'ın yaptıkları çalışmalarda da gözlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Marinelli ve ark. (2015), makarna formülasyonuna üzüm cımbresi eklemiş ve makarna prosesi aşamalarının antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda pişirme işleminin

hem antioksidan hem de toplam fenolik madde içerikleri üzerinde azaltıcı etkisi olduğu, bu etkinin yaş makarnalara kıyasla kurutulmuş makarnalarda daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kuru makarna örneklerindeki yüksek kaybın, bu örneklerin hem kurutma hem de pişme işlemlerine maruz kalmaları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

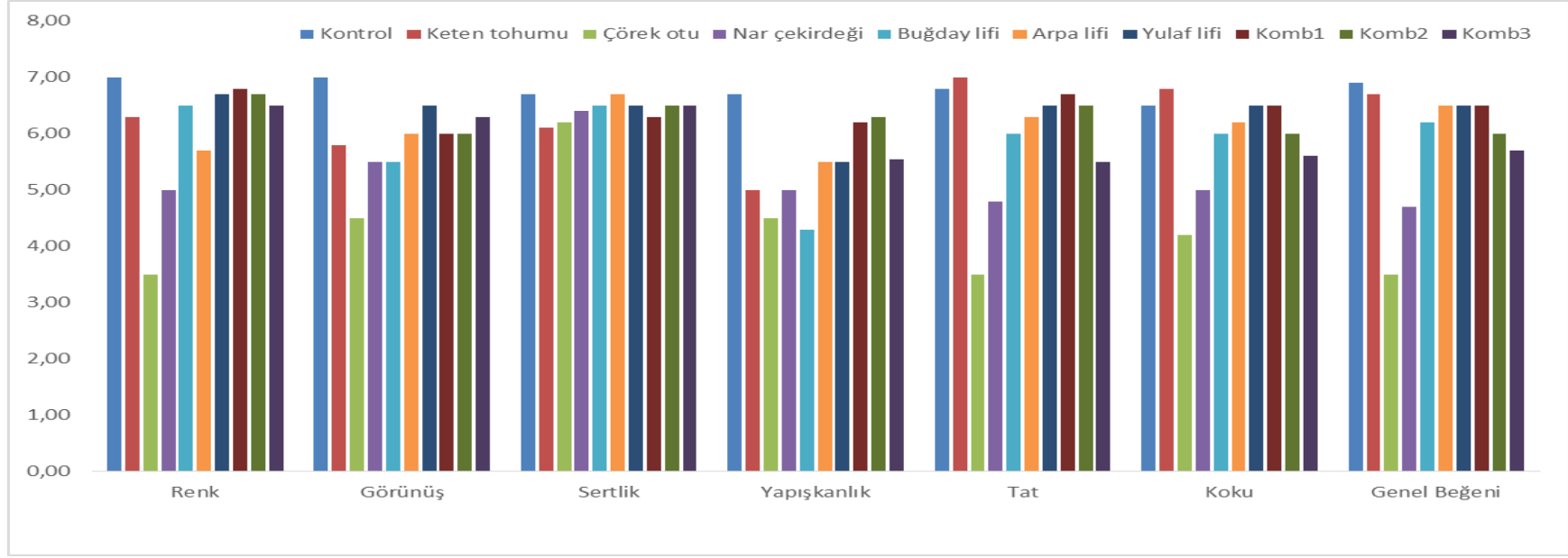
Pişirme işlemi ile fitik asit miktarındaki azalma, Yılmaz ve Ünal (1993)'ın gerçekleştirdiği çalışma da belirtilmiş ve bu azalmanın pişme suyunda fitatın çözülmesi ile gerçekleştiği bildirilmiştir.

4.2.5. PÖYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Pastörizasyon işlemi uygulanmamış yaş makarna örnekleri ile kuru makarna örneklerinin duyusal analiz değerleri Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. Ayrıca PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin duyusal analiz değerleri Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de tablo olarak gösterilmiştir. Örnekler renk, görünüş, sertlik, yapışkanlık, tat, koku ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir.

Yaş makarna örnekleri, tüm parametrelerde kuru olanlara kıyasla daha yüksek duyusal puanlar almışlardır. Yaş makarna örnekleri renk kriteri açısından ortalama 6.07 puan alırken kuru makarnalarda bu değer ortalama 5.53 olmuştur. % 5 oranında antioksidan madde ilavesi ile hazırlanan örnekler arasında en yüksek renk değerine sahip olan keten tohumu ile hazırlanan örnekler olmuştur. % 5 çörek otu ilavesi hem yaş hem de kuru örneklerde renk puanlarını olumsuz etkilemiştir. Buğday ve yulaf lifi ile hazırlanan örneklerin renk puanları arpa lifli olanlar kıyasla bir miktar daha yüksek olmuştur. Yaş makarna örnekleri arasında % 5 antioksidan madde ve % 15 besinsel lif ilavesi ile hazırlanan kombinasyonlar renk özelliği bakımından yüksek puanlar almışlardır. Kombinasyonlar arasında keten tohumu ve yulaf lifi ilavesi ile hazırlanan kombinasyon-1 kontrolün ardından en yüksek değere ulaşmıştır.

Görünüş açısından çörek otu hem yaş hem de kuru makarnalarda düşük puan olarak en düşük değere sahip olmuştur. Yulaf lifi ve arpa lifi ile hazırlanan örnekler yaş ve kuru olarak görünüş açısından kontrolden sonra en yüksek puanı almıştır. Kombine örneklerin görünüş puanlarının yüksek olmasında % 15 oranında ilave edilen yulaf ve arpa lifinin etkisi görülmektedir. Makarna örneklerinin sertlik puanlarında katkılamanın etkisi gözlenmiştir. % 5 keten tohumu ilavesi ile sertlik puanında azalma belirlenirken, çörek otu ve nar çekirdeği ile hazırlanan örneklerde puan bir miktar daha yüksek olmuştur.

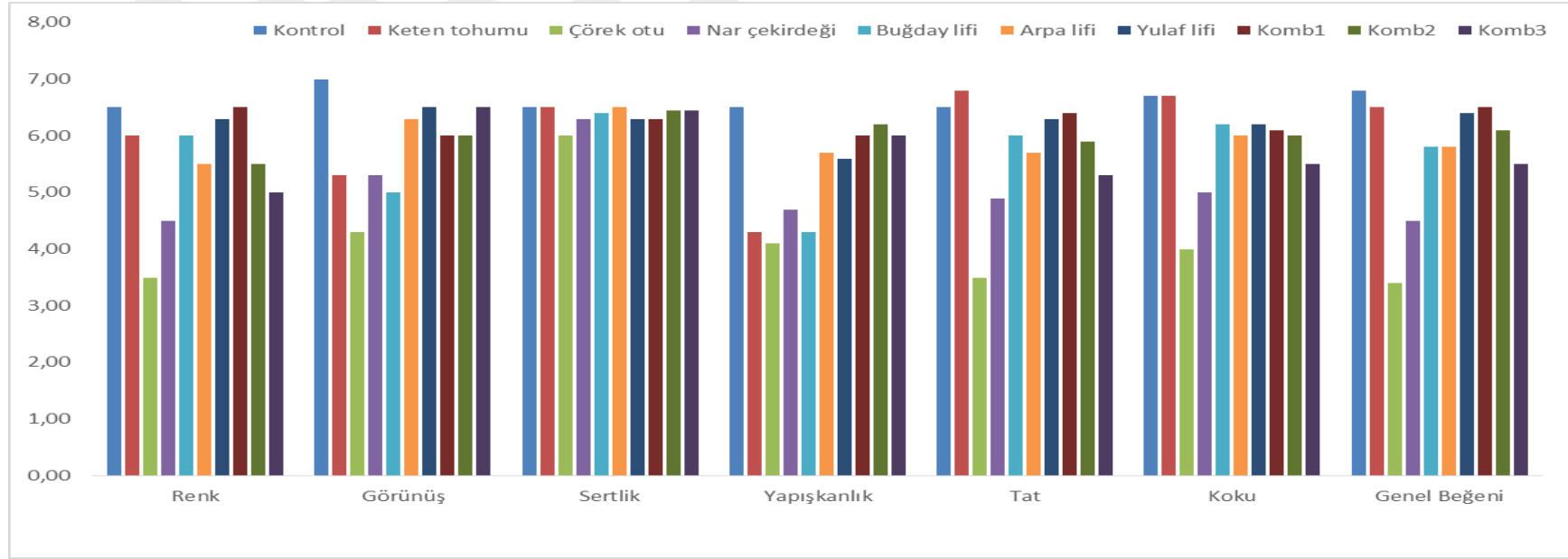


Şekil 4.15. PÖYM örneklerinin duysal analiz sonuçları

Çizelge 4.21. PÖYM örneklerinin duysal analiz sonuçları

	Kontrol	Keten tohumu	Çörek otu	Nar çekirdeği	Buğday lifi	Arpa lifi	Yulaf lifi	Komb-1 ¹	Komb-2 ²	Komb-3 ³
Renk	7.00	6.30	3.50	5.00	6.50	5.70	6.70	6.80	6.70	6.50
Görünüş	7.00	5.80	4.50	5.50	5.50	6.00	6.50	6.00	6.00	6.30
Sertlik	6.70	6.10	6.20	6.40	6.50	6.70	6.50	6.30	6.50	6.50
Yapışkanlık	6.70	5.00	4.50	5.00	4.30	5.50	5.50	6.20	6.30	5.55
Tat	6.80	7.00	3.50	4.80	6.00	6.30	6.50	6.70	6.50	5.50
Koku	6.50	6.80	4.20	5.00	6.00	6.20	6.50	6.50	6.00	5.60
Genel Beğeni	6.90	6.70	3.50	4.70	6.20	6.50	6.50	6.50	6.00	5.70

¹Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ²Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği



Şekil 4.16. Kuru makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları

Çizelge 4.22. Kuru makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları

	Kontrol	Keten tohumu	Çörek otu	Nar çekirdeği	Buğday lifi	Arpa lifi	Yulaf lifi	Komb-1 ¹	Komb-2 ²	Komb-3 ³
Renk	6.50	6.00	3.50	4.50	6.00	5.50	6.30	6.50	5.50	5.00
Görünüş	7.00	5.30	4.30	5.30	5.00	6.30	6.50	6.00	6.00	6.50
Sertlik	6.50	6.50	6.00	6.30	6.40	6.50	6.30	6.30	6.45	6.45
Yapışkanlık	6.50	4.30	4.10	4.70	4.30	5.70	5.60	6.00	6.20	6.00
Tat	6.50	6.80	3.50	4.90	6.00	5.70	6.30	6.40	5.90	5.30
Koku	6.70	6.70	4.00	5.00	6.20	6.00	6.20	6.10	6.00	5.50
Genel Beğeni	6.80	6.50	3.40	4.50	5.80	5.80	6.40	6.50	6.10	5.50

¹Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ²Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Sadece arpa lifi ilavesi ile hazırlanan örneklerin sertlik puanları kontrole göre pek farklı olmamıştır. Buğday ve yulaf lifi ile hazırlanan örneklerin sertlik puanları arpa lifli olana kıyasla bir miktar daha az bulunmuştur. Kombine örneklerden kombinasyon-2 ve kombinasyon-3 benzer sertlik özellikleri gösterirken, kombinasyon-1'de puan bir miktar düşük olmuştur. Keten tohumunun sertlik üzerindeki etkisinin kombinasyon-1 örneğine de yansıdığı düşünülmektedir.

Antioksidan kaynakları kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin yapışkanlık puanları lif kaynakları ile hazırlanan ya da kombinasyon şeklinde üretilen örneklerle kıyasla daha düşük olmuştur. Hem yaş hem kuru makarna örnekleri içerisinde yapışkanlık bakımından en beğenilen örnek % 5 keten tohumu ve % 15 arpa lifi ilavesi ile hazırlanan kombinasyon-2 olmuştur.

Tat ve koku kategorilerinde de diğerlerinde olduğu gibi en düşük puanları alan örnek çörek otu ilavesi ile hazırlanan olmuştur. Yaş makarna örneklerinin genel beğeni puanları 3.50-6.90 arasında değişmekte olup ortalama değer 5.92 olarak belirlenmiştir. Kuru makarna örneklerinde ise genel beğeni puanı ortalaması 5.73 olmuştur. Genel beğeni bakımından da % 5 çörek otu içeren yaş ve kuru makarna örnekleri düşük puanlar almıştır. Antioksidan kaynaklarından keten tohumu ile üretilen makarnalar yaş ve kuru halde en yüksek beğeniye sahip olurken besinsel lif ile hazırlanan örneklerin de genel beğeni puanı keten tohumuna yakın olmuştur. Antioksidan kaynağı ve besinsel lif kullanılarak kombinasyon şeklinde üretilen örneklerden kombinasyon-1 en yüksek genel beğeni puanına sahip olmuştur.

4.3. Pastörizasyon Sonrası Yaş Makarna (PSYM) Analizleri

Pastörizasyon işleminde 90 °C'de 60, 120 ve 180 sn süreyle uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda; PSYM örneklerinde PÖYM örneklerinde olduğu gibi kül, protein, yağ, besinsel lif ve mineral madde analizler yapılmıştır. PÖYM ve PSYM örneklerinin yukarıda bahsedilen kimyasal özelliklerinde istatistiki bir farklılık oluşmamıştır. Bu yüzden bu sonuçlara burada yer verilmemiştir. Bunun yerine burada PSYM örneklerinde pastörizasyondan etkilenen; renk, pişirme özellikleri, sıklık, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine yer verilmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

4.3.1. PSYM örneklerinin renk ölçüm değerleri

PSYM örnekleri pişirilmeden “çiğ” ve pişirildikten sonra “pişirilmiş” olarak renk ölçümüne tabi tutulmuştur. Çiğ formdaki PSYM örneklerine ait renk ölçümü sonuçları Çizelge 4.23’de, pişirilmiş formdaki PSYM örneklerine ait renk ölçümü sonuçları ise Çizelge 4.24’de verilmiştir. PSYM örneklerinin çiğ olarak renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de, pişirme işlemi sonrası renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.26’da gösterilmiştir. Çiğ örneklerin renk değerleri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.27’de özetlenmiştir. PSYM örneklerinin pişirildikten sonraki renk değerleri ortalamalarının karşılaştırılması sonuçları ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde katkılama $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26). Çiğ makarna örneklerinin L^* ve hue değerleri üzerinde de pastörizasyon süresi faktörü önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.25).

L^* (parlaklık) değeri: Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde en düşük L^* değeri çörek otu ilavelilerde, en yüksek L^* değeri ise buğday lifi ilaveli örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28). Bu durum PÖYM örneklerinin renklerinde de aynı şekilde gözlenmiştir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Daha önce de ifade edildiği gibi hammaddelere ait L^* değerleri (Çizelge 4.3) son ürün rengini etkilemiştir.

L^* değeri sonuçları pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde, çiğ makarna örneklerinde, artan pastörizasyon süresi L^* değerinin azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.27).

Zardetto ve Dalla Rosa (2007), dolgulu yaş makarnanın kalite özellikleri üzerine ısı işlem uygulamasının etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, pastörizasyon işlemi ile yaş makarna örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ekstrude edilmiş yaş makarnanın pastörizasyonun ardından daha saydam bir hal aldığı bunda da nişasta jelatinizasyonun etkili olabileceği bildirilmiştir. Aynı çalışmada ısı işleme bağlı olarak Maillard reaksiyonunun oluşabileceği de bildirilmiştir. Pişirilmiş makarna örneklerinde ise, pastörizasyon süresinin makarna örneklerinin L^* değeri üzerindeki etkisi ortadan kalkmış ve tüm pastörizasyon sürelerinde elde edilen L^* değeri istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.23. PSYM örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue
Kontrol	PE ²	66.49±0.18	-2.57±0.09	39.12±0.14	39.20±0.13	93.75±0.15
	60	66.74±0.26	-2.77±0.04	38.60±0.14	38.70±0.14	94.10±0.05
	120	66.36±0.16	-2.75±0.02	38.25±0.23	38.85±0.23	94.12±0.00
	180	66.08±0.07	-2.63±0.04	38.75±0.28	38.84±0.28	93.88±0.09
Keten tohumu	PE	61.24±0.17	5.18±0.10	29.94±0.11	30.38±0.13	80.18±0.15
	60	60.81±0.06	5.58±0.08	29.51±0.13	30.03±0.11	79.29±0.20
	120	59.61±0.14	5.44±0.06	29.40±0.20	29.90±0.18	79.52±0.18
	180	58.96±0.16	5.30±0.11	29.42±0.14	29.89±0.16	79.79±0.17
Çörek otu	PE	42.05±0.14	1.23±0.06	7.90±0.03	8.00±0.04	81.13±0.40
	60	40.29±0.12	1.66±0.02	8.20±0.07	8.37±0.07	78.59±0.24
	120	37.98±0.11	1.90±0.02	8.04±0.04	8.26±0.05	76.73±0.09
	180	37.11±0.13	2.04±0.03	7.98±0.11	8.24±0.10	75.67±0.37
Nar çekirdeği	PE	53.42±0.16	9.97±0.11	26.29±0.14	28.12±0.09	69.23±0.32
	60	53.92±0.15	9.90±0.07	26.05±0.20	27.87±0.21	69.19±0.01
	120	51.75±0.16	9.85±0.07	26.66±0.19	28.42±0.15	69.72±0.26
	180	51.03±0.14	9.74±0.04	26.14±0.17	27.90±0.14	69.59±0.20
Buğday lifi	PE	70.51±0.19	-3.32±0.06	29.18±0.11	29.37±0.11	96.49±0.13
	60	69.74±0.17	-3.27±0.03	29.65±0.13	29.83±0.12	96.29±0.08
	120	69.58±0.19	-3.25±0.03	30.23±0.19	30.40±0.18	96.14±0.09
	180	69.21±0.16	-3.20±0.07	29.63±0.23	29.80±0.22	96.16±0.18
Arpa lifi	PE	58.85±0.15	7.01±0.07	33.55±0.14	34.27±0.12	78.20±0.16
	60	58.12±0.16	6.70±0.04	33.19±0.24	33.86±0.23	78.59±0.15
	120	57.96±0.14	6.99±0.13	32.72±0.17	33.46±0.14	77.94±0.27
	180	57.89±0.16	6.89±0.04	33.49±0.18	34.19±0.17	78.37±0.13
Yulaf lifi	PE	60.65±0.15	5.33±0.10	31.38±0.13	31.83±0.11	80.36±0.21
	60	60.02±0.14	5.65±0.09	31.60±0.13	32.10±0.11	79.85±0.20
	120	60.28±0.15	5.53±0.04	31.65±0.13	32.13±0.13	80.09±0.04
	180	59.08±0.13	5.80±0.08	31.10±0.14	31.64±0.12	79.44±0.20
Komb-1³	PE	52.34±0.14	8.41±0.14	24.28±0.11	25.70±0.15	70.90±0.22
	60	51.08±0.13	8.37±0.06	23.50±0.16	24.95±0.13	70.40±0.24
	120	49.49±0.10	8.17±0.07	24.14±0.24	25.49±0.19	71.30±0.41
	180	48.03±0.13	7.86±0.10	24.34±0.16	25.58±0.12	72.10±0.32
Komb-2⁴	PE	51.41±0.17	8.95±0.08	25.19±0.13	26.73±0.09	70.44±0.26
	60	50.07±0.11	8.89±0.07	25.26±0.14	26.78±0.16	70.61±0.04
	120	48.57±0.13	8.93±0.07	25.95±0.10	27.44±0.07	71.01±0.21
	180	47.03±0.11	8.95±0.04	24.90±0.13	26.46±0.13	70.23±0.01
Komb-3⁵	PE	48.43±0.13	9.10±0.11	21.01±0.07	22.90±0.11	66.58±0.19
	60	47.82±0.14	9.08±0.14	21.35±0.28	23.20±0.32	66.96±0.05
	120	46.15±0.10	9.14±0.03	20.46±0.17	22.41±0.14	65.93±0.24
	180	44.04±0.12	9.12±0.08	20.89±0.11	22.79±0.14	66.42±0.08

¹Sonuçlar iki tekrerin ortalamasıdır. *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.24. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue
Kontrol	PE ²	74.38±0.16	-4.87±0.10	18.92±0.18	19.54±0.20	104.44±0.15
	60	74.24±0.35	-4.79±0.05	19.05±0.16	19.64±0.14	104.12±0.26
	120	73.90±0.18	-4.92±0.25	19.64±0.18	20.25±0.11	104.05±0.81
	180	73.85±0.17	-4.89±0.18	19.30±0.24	19.91±0.19	104.20±0.66
Keten tohumu	PE	61.04±0.22	0.98±0.04	18.96±0.11	18.99±0.12	87.04±0.11
	60	59.99±0.18	0.57±0.10	18.32±0.21	18.33±0.21	88.22±0.33
	120	60.88±0.24	0.43±0.04	18.54±0.10	18.54±0.10	88.67±0.14
	180	60.51±0.18	0.44±0.08	18.85±0.11	18.85±0.10	88.66±0.27
Çörek otu	PE	42.62±0.13	0.62±0.02	8.97±0.15	9.00±0.15	86.03±0.09
	60	42.53±0.22	0.67±0.04	9.15±0.11	9.17±0.12	85.84±0.18
	120	43.66±0.17	0.74±0.20	8.35±0.06	8.53±0.08	84.94±1.31
	180	43.90±0.11	0.73±0.03	8.42±0.12	8.45±0.12	85.05±0.31
Nar çekirdeği	PE	53.92±0.19	3.32±0.09	16.94±0.25	17.26±0.27	78.93±0.14
	60	54.47±0.12	3.21±0.09	17.02±0.14	17.32±0.12	79.31±0.38
	120	53.59±0.22	3.52±0.15	17.03±0.16	17.39±0.18	78.34±0.38
	180	53.45±0.09	3.57±0.14	17.12±0.16	17.49±0.18	78.22±0.35
Buğday lifi	PE	74.86±0.13	-4.26±0.08	15.08±0.07	15.67±0.09	105.77±0.23
	60	75.35±0.18	-4.53±0.11	14.83±0.25	15.51±0.28	106.99±0.12
	120	75.75±0.18	-4.48±0.07	15.21±0.11	15.86±0.09	106.40±0.34
	180	74.81±0.23	-4.30±0.16	14.98±0.12	15.58±0.07	106.03±0.69
Arpa lifi	PE	58.93±0.16	0.57±0.06	21.04±0.21	21.05±0.21	88.45±0.14
	60	58.73±0.10	0.66±0.04	20.59±0.08	20.60±0.09	88.16±0.11
	120	58.36±0.11	0.77±0.08	20.93±0.17	20.94±0.17	87.89±0.25
	180	59.03±0.18	0.73±0.17	20.89±0.18	20.90±0.19	88.00±0.45
Yulaf lifi	PE	59.67±0.11	0.34±0.04	20.59±0.13	20.59±0.13	89.05±0.28
	60	59.22±0.13	0.59±0.05	20.56±0.12	20.56±0.12	88.36±0.12
	120	58.99±0.10	0.54±0.06	20.38±0.15	20.39±0.15	88.47±0.18
	180	58.87±0.18	0.42±0.10	20.54±0.17	20.54±0.17	88.83±0.27
Komb-1³	PE	56.64±0.22	3.06±0.12	18.37±0.14	18.62±0.16	80.55±0.28
	60	56.91±0.21	3.18±0.07	18.09±0.13	18.37±0.11	80.03±0.29
	120	56.47±0.15	3.13±0.09	18.07±0.17	18.34±0.18	80.18±0.18
	180	56.25±0.13	3.31±0.16	18.23±0.16	18.53±0.18	79.70±0.41
Komb-2⁴	PE	54.70±0.25	3.95±0.09	18.45±0.20	18.87±0.18	77.91±0.38
	60	54.64±0.16	4.04±0.20	18.86±0.16	19.29±0.20	77.91±0.48
	120	54.62±0.24	3.89±0.12	18.65±0.13	19.05±0.15	78.23±0.28
	180	54.79±0.28	3.92±0.07	18.57±0.13	18.98±0.14	78.08±0.12
Komb-3⁵	PE	51.30±0.17	5.18±0.05	17.64±0.18	18.39±0.19	73.63±0.00
	60	51.30±0.17	5.22±0.06	17.52±0.18	18.28±0.16	73.40±0.34
	120	50.99±0.27	5.36±0.23	17.43±0.16	18.24±0.22	72.91±0.54
	180	51.47±0.14	5.27±0.10	17.48±0.20	18.26±0.22	73.22±0.12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.25. PSYM örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	6299.68	32075.4**	1667.11	30598.41**	4932.82	21190.77**	4792.34	22472.34**	7216.75	19325.46**
Pastörizasyon süresi (B)	3	82.33	1257.54**	0.05	2.78ns	0.18	2.30ns	0.17	2.40ns	3.70	29.74**
A X B	27	33.40	56.67**	1.75	10.73**	6.75	9.67**	6.00	9.38**	38.32	34.38**
Hata	40	0.87		0.24		1.03		0.95		1.66	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü,

Çizelge 4.26. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	6824.17	21701.23**	810.56	6854.05**	879.02	3842.57**	885.40	3685.47**	8486.77	6259.06**
Pastörizasyon süresi (B)	3	0.14	1.34ns	0.08	0.45ns	0.10	1.36ns	0.08	0.99ns	0.85	1.88ns
A X B	27	8.97	9.54**	0.94	2.66**	2.79	4.06**	2.78	3.86**	10.30	2.53**
Hata	40	1.40		0.53		1.02		1.07		6.03	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.27. PSYM örneklerinin çiğ olarak renk ölçüm değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	8	66.42 ^b	-2.68 ^l	38.68 ^a	38.77 ^a	93.96 ^b
Keten tohumu	8	60.16 ^c	5.38 ^g	29.57 ^d	30.05 ^d	79.69 ^d
Çörek otu	8	39.36 ^l	1.71 ^h	8.03 ^l	8.21 ^j	78.03 ^f
Nar çekirdeği	8	52.28 ^e	9.87 ^a	26.28 ^e	28.08 ^f	69.43 ^l
Buğday lifi	8	69.76 ^a	-3.26 ^j	29.67 ^d	29.85 ^e	96.27 ^a
Arpa lifi	8	58.21 ^d	6.90 ^e	33.24 ^b	33.95 ^b	78.27 ^e
Yulaf lifi	8	60.01 ^c	5.58 ^f	31.43 ^c	31.92 ^c	79.93 ^c
Komb-1 ²	8	50.24 ^f	8.20 ^d	24.07 ^g	25.43 ^h	71.17 ^g
Komb-2 ³	8	49.27 ^g	8.93 ^c	25.33 ^f	26.85 ^g	70.57 ^h
Komb-3 ⁴	8	46.61 ^h	9.11 ^b	20.93 ^h	22.83 ^l	66.47 ^j
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	20	56.54 ^a	4.93 ^a	26.78 ^a	27.65 ^a	78.73 ^a
60	20	55.76 ^b	4.98 ^a	26.69 ^a	27.60 ^a	78.39 ^b
120	20	54.77 ^c	4.99 ^a	26.75 ^a	27.63 ^a	78.25 ^c
180	20	53.85 ^d	4.99 ^a	26.67 ^a	27.53 ^a	78.16 ^c

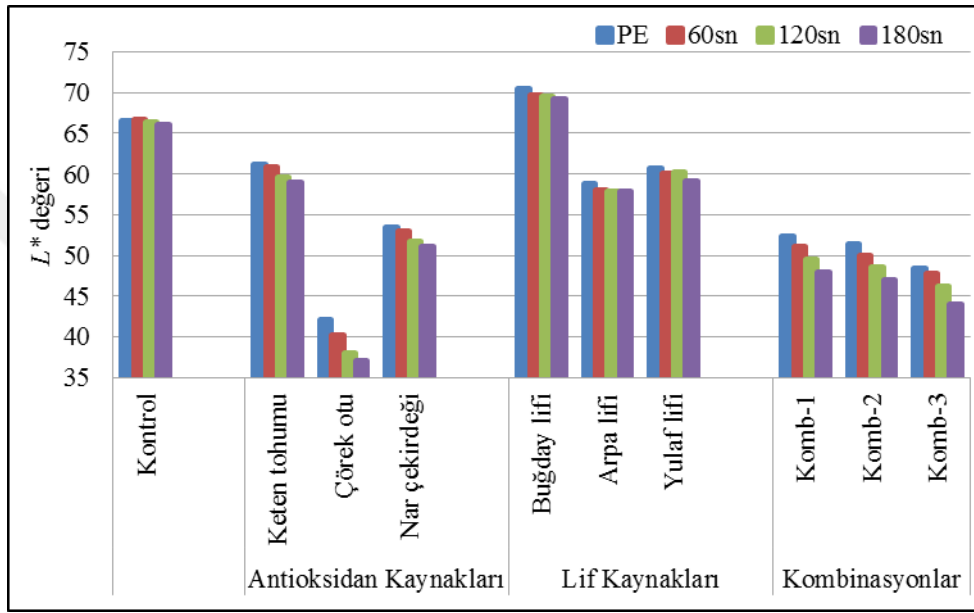
¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş

Çizelge 4.28. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak renk ölçüm değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	8	74.09 ^b	-4.87 ^h	19.23 ^c	19.84 ^c	104.21 ^b
Keten tohumu	8	60.60 ^c	0.61 ^e	18.67 ^d	18.68 ^e	88.15 ^d
Çörek otu	8	43.18 ^j	0.69 ^e	8.72 ^l	8.75 ^j	85.46 ^e
Nar çekirdeği	8	53.86 ^h	3.40 ^c	17.03 ^g	17.37 ^h	78.70 ^g
Buğday lifi	8	75.19 ^a	-4.39 ^g	15.03 ^h	15.65 ^l	106.30 ^a
Arpa lifi	8	58.76 ^e	0.68 ^e	20.86 ^a	20.88 ^a	88.13 ^d
Yulaf lifi	8	59.19 ^d	0.47 ^f	20.52 ^b	20.52 ^b	88.68 ^c
Komb-1 ²	8	56.57 ^f	3.17 ^d	18.19 ^e	18.47 ^f	80.12 ^f
Komb-2 ³	8	54.69 ^g	3.95 ^b	18.63 ^d	19.05 ^d	78.03 ^h
Komb-3 ⁴	8	51.27 ^l	5.27 ^a	17.52 ^f	18.29 ^g	73.29 ^l
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	20	58.81 ^a	0.89 ^a	17.50 ^a	17.80 ^a	87.18 ^a
60	20	58.74 ^a	0.88 ^a	17.40 ^a	17.71 ^a	87.23 ^a
120	20	58.72 ^a	0.90 ^a	17.42 ^a	17.74 ^a	87.01 ^a
180	20	58.69 ^a	0.92 ^a	17.44 ^a	17.75 ^a	87.00 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş

PSYM örneklerinin çiğ olarak L^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonunu $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup interaksyon grafiği Şekil 4.17’de verilmiştir. Pastörizasyon süresi kontrol ve tüm katkı örneklerin L^* değerinde etkili olmuştur. Buğday lifi ilavesi ile hazırlanan yaş makarna örneği tüm pastörizasyon sürelerinde diğer örneklerle kıyasla daha yüksek L^* değerine sahip olmuştur. Kombine örneklerin pastörizasyona bağlı olarak L^* değerlerindeki farklılık diğer katkı örneklerine göre daha belirgin olmuştur.

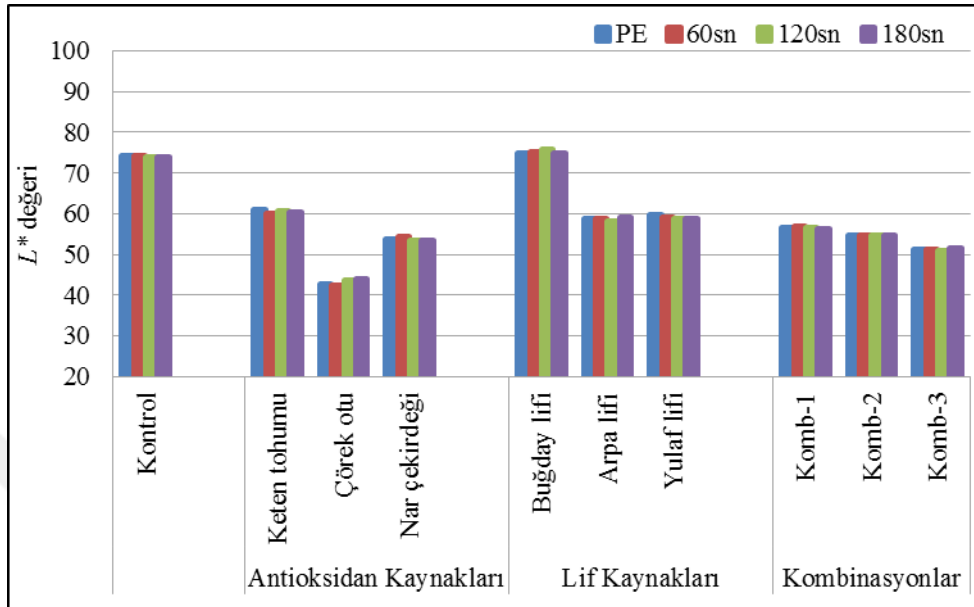


Şekil 4.17. PSYM örneklerinin çiğ olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonunu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

PÖYM örneklerinin pişirilmiş olarak L^* değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonundan önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilenmiş olup interaksyon grafiği Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Pişirme işlemi sonucunda farklı sürelerde pastörize olan örneklerin L^* değerleri arasında farklılığın ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Çiğ örneklerde olduğu gibi buğday lifi kullanılarak hazırlanan yaş makarna örneğinin pişirme işlemi sonrası L^* değerleri tüm pastörizasyon sürelerinde diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olmuştur.

a^* (kırmızılık) değeri: PÖYM örneklerinde olduğu gibi, çiğ olarak hazırlanan PSYM örneklerinde de nar çekirdeği ilaveli olanlar en yüksek a^* değerine sahip olmuştur (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.27). Pişirilmiş örneklerde ise % 5 nar çekirdeği + % 15 yulaf lifi içeren kombinasyon-3 en yüksek a^* değerini, % 15 buğday lifi ilaveliler

de kontrol örnekten sonra en düşük a^* değerini vermiştir (Çizelge 4.28). Nar çekirdeğinin kırmızılık değeri üzerindeki etkisi daha önceki bölümde de ortaya konmuştur.



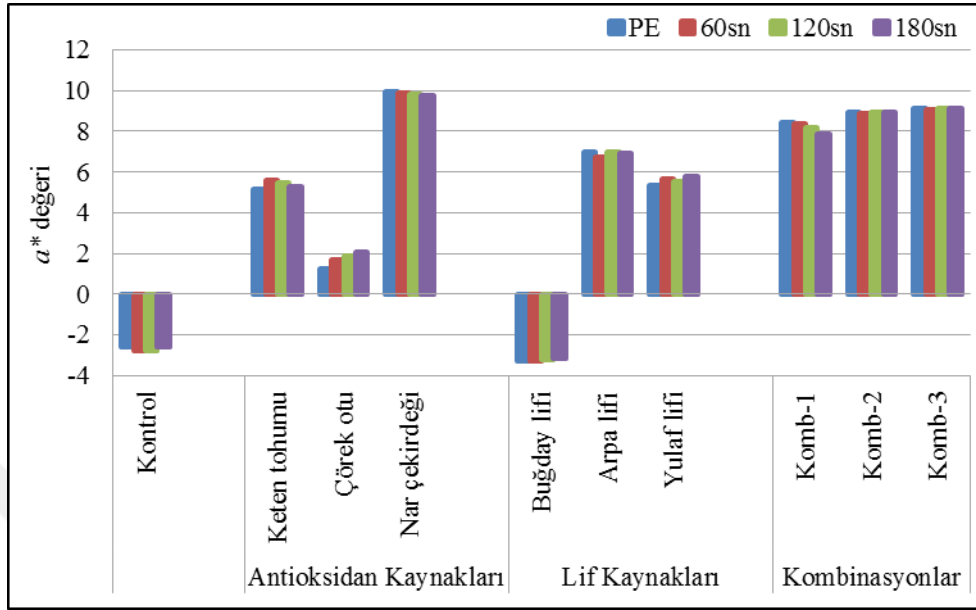
Şekil 4.18. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

a^* değeri sonuçları pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde ise pastörizasyon işlemi, hiç pastörizasyon uygulanmamış çiğ örnekler göre a^* değerinde bir miktar artışa neden olmuş, ancak istatistiki olarak bu artış önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.27). Pişirilmiş örneklerde de çiğ örneklerde olduğu gibi, tüm pastörizasyon süreleri için istatistiki olarak farksız değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

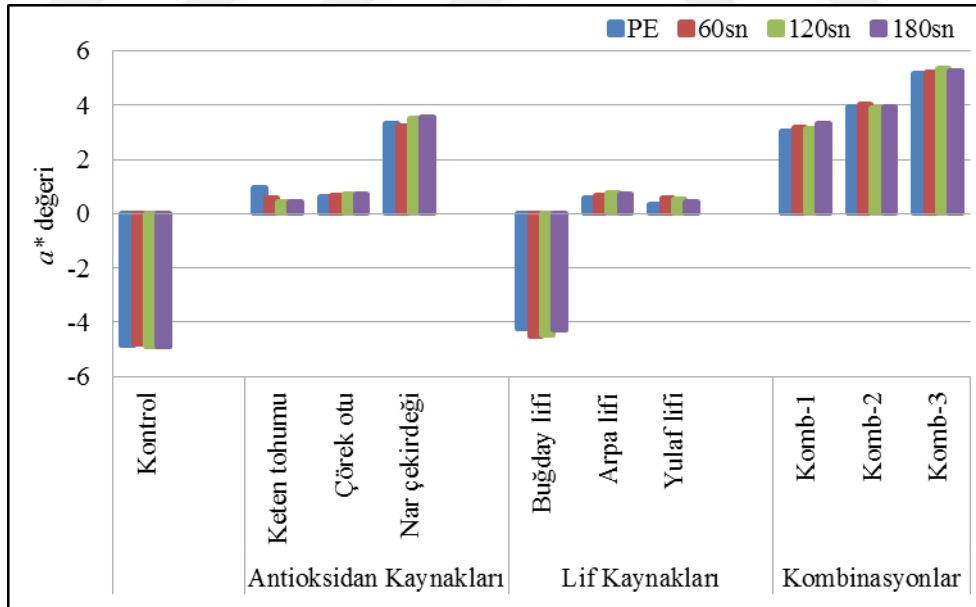
PSYM örneklerin çiğ olarak a^* değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonundan önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiş olup interaksyon grafiği Şekil 4.19’da verilmiştir. % 15 buğday lifi kullanılarak hazırlanan örnek tüm pastörizasyon sürelerinde diğer örneklerle kıyasla daha düşük a^* değerine sahip olmuştur. Kırmızı rengi ile dikkat çeken nar çekirdekli örnek ise tüm pastörizasyon sürelerinde diğer örneklerle kıyasla daha yüksek a^* değerine sahip olmuştur.

Pişirme işlemi sonrasında PSYM örneklerinin a^* değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilenmiştir. İnteraksyon grafiği Şekil 4.20’de gösterilmiştir. Tüm pastörizasyon sürelerinde kontrol örneği en

düşük, nar ilaveli kombinasyon-3 örneği ise en yüksek a^* değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır.



Şekil 4.19. PSYM örneklerinin çiğ olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)



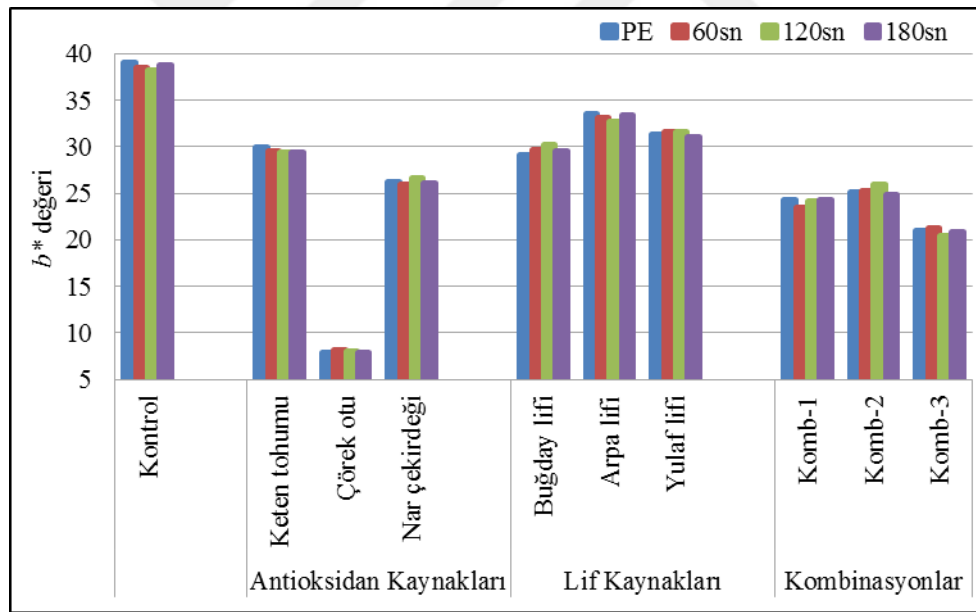
Şekil 4.20. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

b^* (sarılık) değeri: Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre, farklı lif ve antioksidan kaynağı ilaveli çiğ makarnaların tamamının b^* değeri, buğday irmiğinden

üretilen kontrol örneğinden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.27). En düşük b^* değerleri ise çörek otu ilavelilerde belirlenmiştir. Pişirilmiş makarna örneklerinde ise arpa lifi ilaveli olanlar en yüksek sarılık değerine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.28). Çörek otu ilavesi pişirilmiş makarna örneklerinde de en düşük b^* değerinin elde edilmesine neden olmuştur. Çörek otunun doğal koyu renginden dolayı, b^* değeri üzerindeki olumsuz etkisi daha önceki kısımda da ifade edilmiştir.

Pastörizasyon süresi faktörü, hem çiğ hem de pişirilmiş örneklerin b^* değeri üzerinde istatistiki olarak bir farklılık yaratmamıştır (Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28).

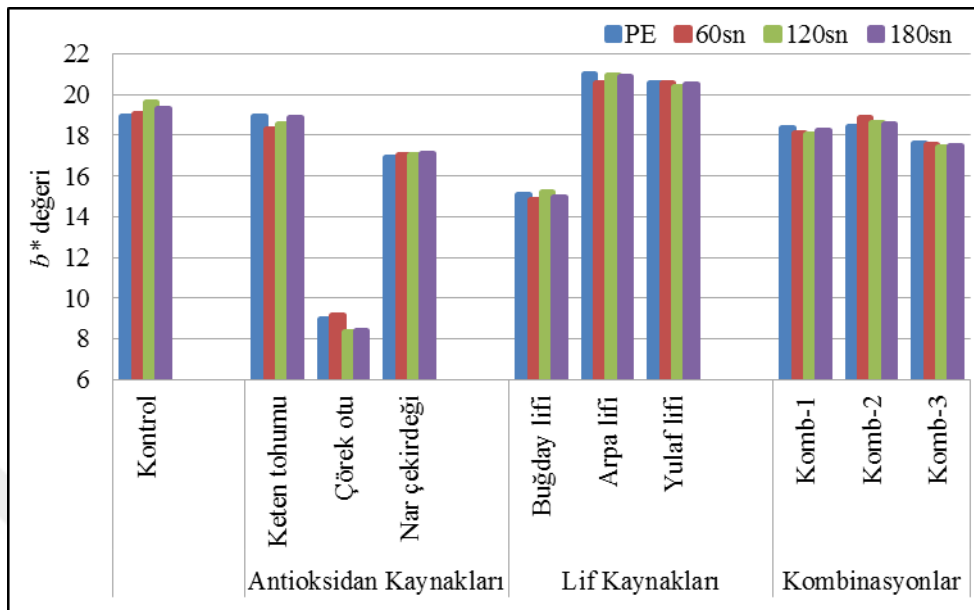
PSYM örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon grafiği Şekil 4.21’de verilmiştir. Kontrol örneğinin b^* değeri tüm pastörizasyon sürelerinde katkılı örneklerle kıyasla daha yüksek olmuştur. Antioksidan kaynakları kullanılarak hazırlanan örneklerden çörek otlu olan pastörizasyon sürelerinin tümünde diğer örneklerden daha düşük b^* değerine sahip olmuştur.



Şekil 4.21. PSYM örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak b^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli etki yapmış olup interaksiyon grafiği Şekil 4.22’de verilmiştir. Pişirme işlemi örneklerin tümünde pastörizasyon süresinin b^* değeri üzerindeki etkisini ortadan kaldırmış olup çiğ

örneklerde olduğu gibi çörek otu ile hazırlanan pişirilmiş örnek diğerlerine kıyasla daha düşük b^* değerine sahip olmuştur.



Şekil 4.22. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

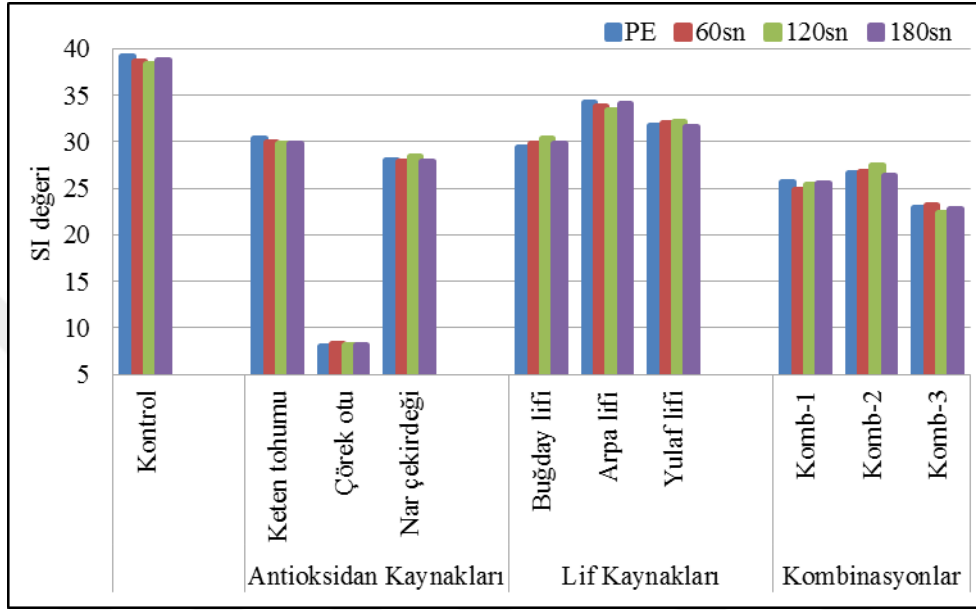
SI ve hue değerleri: Pişirilmemiş çığ makarna örneklerinde ortalama SI değeri 8.21 (çörek otu ilaveli) ile 38.77 (kontrol örnek) arasında, ortalama hue değeri ise 66.47 (kombinasyon-3 ilaveli) ile 96.27 (buğday lifi ilaveli) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.27). Pişirilmiş makarna örneklerinde ortalama SI değeri 8.75 (çörek otu ilaveli) ile 20.88 (arpa lifi ilaveli) arasında, ortalama hue değeri ise 73.29 (kombinasyon-3 ilaveli) ile 106.30 (buğday lifi ilaveli) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

PÖYM örneklerinde olduğu gibi, hem çığ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde çörek otu en düşük SI değerlerin elde edilmesine neden olmuştur.

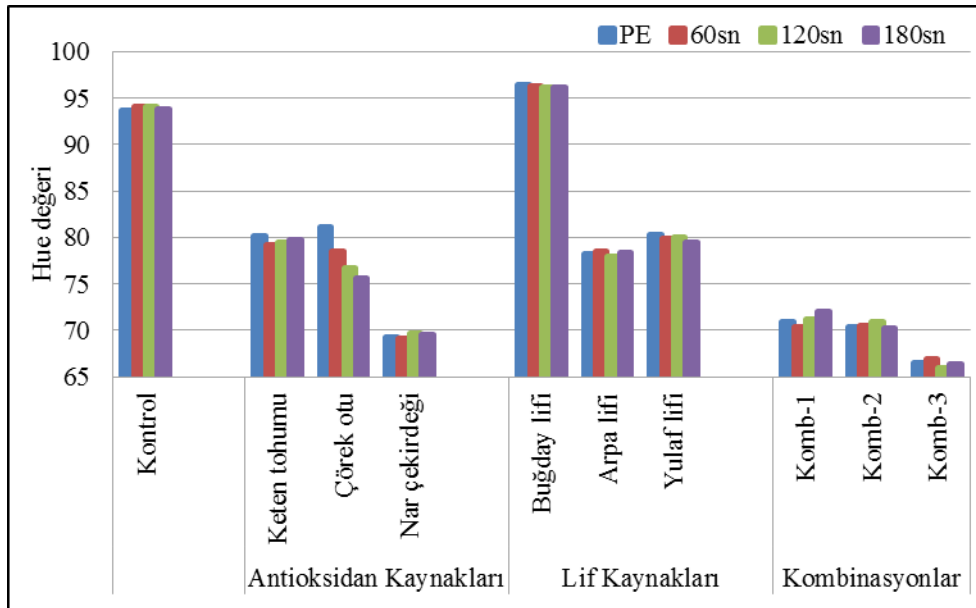
Pastörizasyon süresi faktörü açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, çığ makarna örneklerinde 120-180 sn pastörizasyon uygulamasının makarnaların hue değerlerinde azalmaya neden olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.27). Pişirilmiş örneklerde ise pastörizasyon süresinin SI ve hue değerleri üzerinde önemli bir etkisi belirlenmemiştir (Çizelge 4.28).

PSYM örneklerinin çığ olarak SI ve hue değerlerinde “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup

interaksiyon grafikleri Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de verilmiştir. PSYM örneklerinin SI değerleri b^* değerlerine (Şekil 4.21) paralel seyir izlemiştir. Hue değerleri ise pastörizasyon süresine bağlı olarak çörek otu katkılıması ile farklılık göstermiş ve artan pastörizasyon süresine bağlı olarak düşmüştür. Diğer katkı çeşitleri ile ve kombine halde hazırlanan örneklerde bu durum gözlenmemiştir.

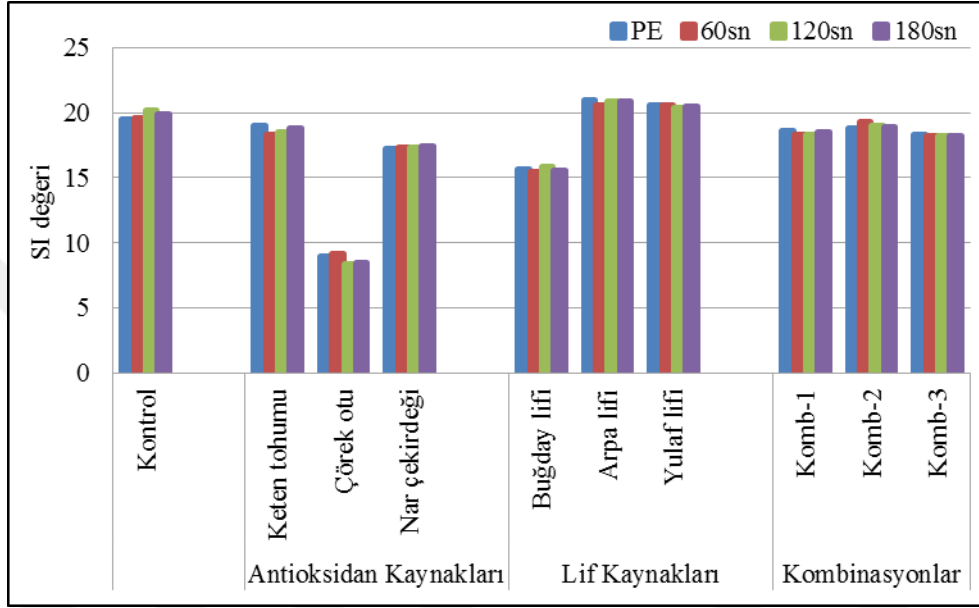


Şekil 4.23. PSYM örneklerinin çiğ olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

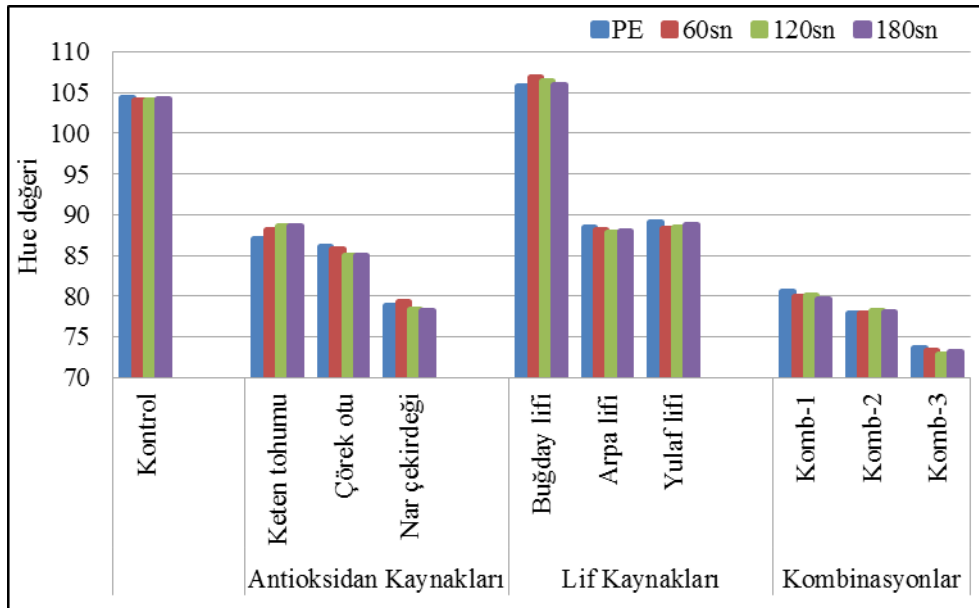


Şekil 4.24. PSYM örneklerinin çiğ olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Farklı sürelerde pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve hue değerleri üzerinde etkili olan “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonları ($p < 0.01$) Şekil 4.25 ve Şekil 4.26’da gösterilmiştir. Çiğ makarna örneklerinde olduğu gibi pişirilmiş örneklerde de SI değeri b^* değeri ile paralellik göstermiştir. Yaş makarna örneklerinin üretilmesi sırasında kullanılan kaynaklar pastörizasyon süresinden etkilenmeksizin hue değerlerinde farklılıkların oluşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.25. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)



Şekil 4.26. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

4.3.2. PSYM örneklerine ait pişirme ve sıklık değerleri

PSYM örneklerinin pişirme testi ve sıklık ölçümü sonuçları Çizelge 4.29'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Pişme ve sıklık değerleri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.31'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.29. PSYM örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE³	101.30±1.63	145.09±2.08	3.15±0.04	72.07±1.51
	60	100.95±0.86	149.38±3.71	3.10±0.16	72.62±3.37
	120	100.35±1.58	142.71±2.11	3.01±0.18	73.17±2.76
	180	101.25±1.32	144.00±0.96	3.05±0.24	71.81±3.21
Keten tohumu	PE	96.50±0.86	137.65±2.16	3.10±0.08	67.38±0.49
	60	94.00±1.52	135.00±4.03	3.10±0.07	69.70±1.02
	120	95.50±1.71	139.58±0.78	3.05±0.08	66.99±2.55
	180	95.93±1.22	133.13±3.58	2.95±0.27	68.69±1.77
Çörek otu	PE	97.02±1.33	138.04±1.40	3.08±0.03	58.85±1.77
	60	96.55±3.07	136.94±1.88	3.12±0.04	58.57±1.63
	120	97.15±1.28	138.75±2.96	3.05±0.18	56.59±1.48
	180	95.05±3.04	137.25±1.70	3.09±0.04	57.91±3.87
Nar çekirdeği	PE	95.21±0.75	138.75±2.25	2.99±0.07	70.62±2.90
	60	93.86±3.07	137.47±2.19	2.95±0.07	71.26±2.60
	120	94.08±3.14	135.69±1.75	2.85±0.24	70.94±3.11
	180	93.01±1.30	134.44±5.05	2.91±0.04	70.06±1.58
Buğday lifi	PE	92.01±1.06	113.13±1.03	3.40±0.25	96.27±2.63
	60	90.12±1.05	115.00±2.91	3.36±0.38	96.79±2.77
	120	89.83±1.24	111.26±2.79	3.40±0.11	95.12±2.63
	180	91.30±1.44	112.69±2.12	3.38±0.13	95.94±2.69
Arpa lifi	PE	102.19±3.07	145.42±2.44	5.20±0.16	89.84±1.70
	60	101.13±1.27	137.50±4.24	5.15±0.06	90.51±6.55
	120	98.96±1.33	146.25±2.36	5.20±0.13	90.59±2.33
	180	99.82±2.57	145.62±1.84	5.18±0.03	90.24±1.98
Yulaf lifi	PE	100.60±0.83	142.75±3.52	4.86±0.11	86.68±2.11
	60	98.90±2.52	140.67±1.85	4.64±0.07	86.15±3.54
	120	98.64±3.18	139.08±5.54	4.57±0.08	87.39±3.76
	180	99.15±1.44	144.29±2.09	4.49±0.17	86.53±2.76
Komb-1⁴	PE	93.95±2.94	130.80±1.33	4.78±0.08	81.34±2.50
	60	94.50±4.71	133.71±2.29	4.75±0.08	83.57±1.29
	120	95.65±1.29	131.58±2.21	4.73±0.04	82.57±4.06
	180	95.55±3.63	129.33±3.54	4.69±0.04	80.88±3.18
Komb-2⁵	PE	94.22±2.67	132.50±1.77	4.91±0.11	84.16±1.82
	60	93.75±2.26	135.00±3.18	4.81±0.14	85.67±3.21
	120	95.50±1.64	137.50±1.97	4.85±0.14	83.67±1.15
	180	92.00±1.57	131.50±6.25	4.72±0.10	84.22±3.03
Komb-3⁶	PE	93.20±2.73	129.83±3.42	4.69±0.07	84.87±1.13
	60	94.05±1.23	130.00±1.26	4.49±0.12	85.10±1.34
	120	91.50±1.02	125.50±0.88	4.51±0.27	85.79±2.11
	180	92.75±0.95	128.93±1.54	4.53±0.17	85.17±2.55

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.30. PSYM örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGKM ²		Sıklık	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	822.07	20.62**	6213.63	87.41**	59.46	307.54**	9787.99	151.07**
Pastörizasyon süresi (B)	3	13.32	1.00ns	17.66	0.75ns	0.15	2.38ns	9.37	0.43ns
A X B	27	51.74	0.43ns	345.50	1.62ns	0.18	0.31ns	29.26	0.15ns
Hata	40	177.23		315.93		0.859		287.96	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.31. PSYM örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Katkılama					
Kontrol	8	100.96 ^a	145.30 ^a	3.07 ^f	72.42 ^e
Keten tohumu	8	95.48 ^{bc}	136.34 ^{cd}	3.05 ^{fg}	68.19 ^f
Çörek otu	8	96.44 ^b	137.75 ^c	3.09 ^f	57.98 ^g
Nar çekirdeği	8	94.04 ^{cd}	136.59 ^{cd}	2.93 ^g	70.72 ^{ef}
Buğday lifi	8	90.82 ^e	113.02 ^g	3.39 ^e	96.03 ^a
Arpa lifi	8	100.53 ^a	143.70 ^{ab}	5.18 ^a	90.30 ^b
Yulaf lifi	8	99.32 ^a	141.70 ^b	4.64 ^{cd}	86.69 ^c
Komb-1 ³	8	94.91 ^{bcd}	131.36 ^{ef}	4.74 ^{bc}	82.09 ^d
Komb-2 ⁴	8	93.87 ^{cd}	134.13 ^{de}	4.82 ^b	84.43 ^{cd}
Komb-3 ⁵	8	92.88 ^{de}	128.57 ^f	4.56 ^d	85.23 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)					
PE ⁶	20	96.62 ^a	135.39 ^a	4.02 ^a	79.21 ^a
60	20	95.78 ^a	135.07 ^a	3.95 ^a	79.99 ^a
120	20	95.72 ^a	134.79 ^a	3.92 ^a	79.28 ^a
180	20	95.58 ^a	134.12 ^a	3.90 ^a	79.15 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

Makarna örneklerinin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen madde miktarı ve sıklık değerleri üzerinde katkılama faktörü p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Pastörizasyon süresi faktörü pişirme özellikleri ve sıklık üzerinde önemli etkiye sahip olmamıştır (Çizelge 4.30).

Ağırlık ve hacim artışı: % 15 arpa lifi ilavesi ile üretilen makarna örnekleri hem ağırlık artışı hem de hacim artışı açısından kontrol örneğe eşdeğer sonuçların elde edilmesini sağlamıştır. % 15 yulaf lifi de ağırlık artışında kontrole eşit, hacim artışında ise kontrolden sonra en yüksek değer elde edildiği katkı maddesi olmuştur. PÖYM örneklerinde olduğu gibi PSYM örneklerinde de buğday lifinin tek başına kullanımı en düşük ağırlık ve hacim artışı değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Farklı antioksidan ve lif kaynaklarının ağırlık ve hacim artışı üzerine etkileri PÖYM örneklerinin pişirme testi kısmında literatür verileri ışığında tartışılmıştır.

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde, farklı pastörizasyon süresi uygulamalarının makarnaların ağırlık ve hacim artışı değerlerini istatistiki olarak değiştirmedeği görülmektedir (Çizelge 4.31).

Suya geçen kuru madde miktarı: PÖYM örneklerinde olduğu gibi PSYM örneklerinde de en düşük suya geçen kuru madde miktarı değeri % 5 nar çekirdeği ilavesi, en yüksek değer ise % 15 arpa lifi ilavesiyle elde edilmiştir. Tüm lif kaynakları ve bunların kombinasyonları makarnada suya geçen kuru madde miktarlarını artırmıştır. Glutenin lif kaynakları ile yüksek oranda seyrelmesi bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuştur.

Değerlerin ortalamalarının karşılaştırılması pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde, pastörizasyon süresinin makarnada suya geçen kuru madde miktarlarını istatistiki olarak değiştirmedeği görülmektedir (Çizelge 4.31). Ancak elde edilen değerler deskriptif olarak incelendiğinde, pastörizasyon süresindeki artışa bağlı olarak makarnada suya geçen kuru madde miktarlarında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29)

Sıklık: Makarna üretiminde % 5 oranında keten tohumu ve çörek otu kullanımı kontrol makarna örneğinden daha düşük, nar çekirdeği kullanımı ise kontrol örneğine eşdeğer sıklık değerinin elde edilmesini sağlamıştır. PÖYM örneklerinde olduğu gibi %15 oranında buğday lifinin tek başına kullanılması en yüksek sıklık değerinin elde edilmesine neden olmuştur. Tüm lif kaynakları tek ya da kombinasyon halinde kontrol makarna örneğinden yüksek sıklık değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.29).

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde, sıklık değerlerinin 79.15 g ile 79.99 g arasında değiştiği ve değişen pastörizasyon sürelerinin makarnaların sıklık değeri üzerinde istatistiki bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. (Çizelge 4.31).

Alamprese ve ark. (2008), pastörizasyon işleminin yaş makarna üzerinde etkilerinin inceledikleri çalışmalarında paketlemenin ardından gerçekleştirilen ikinci pastörizasyonun, disülfid bağlarını ve protein çözünürlüğünü etkilediği, bu durumun yaş makarnanın pişirme özellikleri ve sıklık değeri üzerinde önemli değişikliklere sebep olduğunu bildirmektedirler. Tekli pastörizasyon uygulamasının ise bu özellikler üstünde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışma da pastörizasyon öncesi ve sonrası yumurtalı yaş makarna örneklerinin suya geçen madde miktarları sırasıyla % 3.24 ve % 3.10 olarak

belirenmiş olup arada istatistiki açıdan bir fark olmadığı belirtilmiştir (Alamprese ve ark., 2005).

4.3.3. PSYM örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları

PSYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi pişirilmeden “çiğ” ve pişirildikten sonra “pişirilmiş” olarak gerçekleştirilmiştir. PSYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları Çizelge 4.32’de, aynı analizlerin pişirme işlemi sonrası sonuçları ise Çizelge 4.33’de verilmiştir. PSYM örnekleri ile kuru makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.34’de, pişirme işlemi sonrasında antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.35’de gösterilmiştir. Çiğ makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri ortalamalarının karşılaştırılması sonuçları ise Çizelge 4.36’da özetlenirken, pişirme işlemi sonrası antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi değerleri ortalamalarının karşılaştırılması sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde katkılama faktörü antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pastörizasyon süresi faktörü ise çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35).

Antioksidan aktivite: Katkılı tüm makarna örnekleri kontrol makarna örneğinden daha yüksek antioksidan aktivite değerleri sergilemiştir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37). Kombinasyon-3 ile hazırlanan çiğ ya da pişirilmiş makarna örnekleri, tüm makarna örnekleri içinde en yüksek antioksidan aktivite değerlerine sahip olmuş, kombinasyon-1 ile hazırlanan örnekler de bunları takip etmiştir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37). Kombinasyon-3 ile hazırlanan makarna örneklerinde nar çekirdeği ve yulaf lifinin yüksek antioksidan aktivite değerleri (Çizelge 4.1) son ürün makarnaya da yansımış gözükmektedir.

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından incelendiğinde farklı pastörizasyon süresi uygulamalarının, makarnaların antioksidan aktivite değerlerini istatistiki olarak değiştirmedeği belirlenmiştir (Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35).

Çizelge 4.32. PSYM örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	15.59±0.54	0.47±0.03	205.70±6.34
	60	14.51±0.55	0.46±0.07	202.61±7.77
	120	15.63±0.78	0.45±0.06	199.37±9.39
	180	16.22±0.82	0.47±0.16	195.39±9.33
Keten tohumu	PE	19.56±0.78	0.50±0.10	303.49±7.45
	60	20.85±0.68	0.51±0.03	298.72±9.72
	120	20.41±0.66	0.48±0.07	294.77±8.98
	180	19.04±0.75	0.49±0.07	289.06±8.37
Çörek otu	PE	23.59±0.49	0.61±0.04	269.28±5.91
	60	25.19±0.44	0.63±0.07	264.70±8.82
	120	23.44±0.59	0.60±0.10	261.00±9.31
	180	23.59±0.89	0.61±0.10	257.04±12.69
Nar çekirdeği	PE	33.93±0.81	0.68±0.06	239.44±4.12
	60	34.12±0.93	0.67±0.04	236.13±8.08
	120	33.48±1.03	0.66±0.06	232.31±10.18
	180	34.07±0.69	0.67±0.08	228.20±9.32
Buğday lifi	PE	17.63±0.41	0.41±0.14	191.97±4.51
	60	18.11±0.99	0.41±0.03	189.67±8.03
	120	18.04±0.71	0.39±0.08	187.06±7.06
	180	18.41±0.49	0.42±0.10	183.04±8.61
Arpa lifi	PE	39.81±0.74	0.62±0.03	649.71±8.75
	60	38.59±0.31	0.59±0.11	640.31±12.76
	120	40.07±1.12	0.61±0.11	632.72±10.56
	180	39.11±1.10	0.62±0.08	619.16±12.76
Yulaf lifi	PE	46.63±0.98	0.76±0.10	703.29±11.31
	60	46.22±0.47	0.77±0.10	695.44±13.73
	120	47.59±1.94	0.74±0.04	684.66±8.65
	180	45.37±0.81	0.75±0.06	670.57±13.38
Komb-1⁴	PE	48.41±1.03	0.77±0.06	799.43±8.95
	60	49.15±0.55	0.75±0.06	791.84±11.60
	120	48.19±0.75	0.78±0.08	783.67±13.44
	180	47.67±0.45	0.77±0.04	765.42±15.13
Komb-2⁵	PE	45.11±0.74	0.71±0.11	748.12±9.15
	60	44.68±0.44	0.72±0.08	744.39±10.04
	120	44.81±1.07	0.69±0.07	735.06±9.77
	180	46.10±2.11	0.71±0.10	719.31±10.93
Komb-3⁶	PE	50.01±1.17	0.85±0.07	733.76±9.43
	60	51.78±1.22	0.86±0.11	726.55±11.78
	120	49.96±0.54	0.83±0.04	719.02±13.55
	180	50.74±0.69	0.84±0.07	704.13±12.35

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.33. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	13.99±0.44	0.43±0.03	198.09±8.53
	60	13.30±0.58	0.46±0.04	196.49±6.18
	120	14.11±0.79	0.42±0.03	193.75±7.34
	180	14.06±0.54	0.45±0.06	190.33±6.93
Keten tohumu	PE	17.09±0.57	0.45±0.06	291.35±7.65
	60	18.33±0.69	0.42±0.06	288.03±7.62
	120	17.53±0.55	0.44±0.07	284.51±8.70
	180	17.04±0.72	0.47±0.10	280.56±8.49
Çörek otu	PE	20.76±0.78	0.55±0.05	258.78±9.00
	60	21.52±1.99	0.56±0.08	258.28±6.77
	120	20.81±1.06	0.53±0.10	254.16±9.33
	180	19.98±1.26	0.55±0.11	249.86±10.21
Nar çekirdeği	PE	29.74±1.00	0.61±0.07	230.82±8.68
	60	30.19±1.00	0.60±0.06	228.04±9.12
	120	28.97±0.76	0.61±0.06	225.48±7.10
	180	29.15±0.62	0.63±0.04	222.37±8.91
Buğday lifi	PE	15.05±0.51	0.36±0.03	184.87±6.29
	60	14.81±0.71	0.38±0.04	182.66±4.81
	120	15.74±0.16	0.35±0.01	180.14±6.90
	180	16.01±0.28	0.37±0.08	177.68±3.66
Arpa lifi	PE	33.70±0.81	0.54±0.07	625.02±6.95
	60	34.04±0.13	0.55±0.07	618.59±13.35
	120	37.74±0.76	0.53±0.03	611.56±10.37
	180	33.30±0.83	0.54±0.06	602.44±10.13
Yulaf lifi	PE	39.97±0.52	0.66±0.03	675.86±12.58
	60	38.70±2.28	0.64±0.11	668.02±12.11
	120	40.00±0.83	0.64±0.07	660.79±12.15
	180	38.92±1.67	0.65±0.04	650.59±11.20
Komb-1⁴	PE	40.64±0.98	0.66±0.10	767.45±8.90
	60	39.37±1.97	0.67±0.03	756.34±8.03
	120	40.48±1.37	0.65±0.03	749.58±9.77
	180	39.41±0.68	0.64±0.06	739.85±10.41
Komb-2⁵	PE	38.11±1.03	0.61±0.06	721.19±11.67
	60	38.19±1.91	0.61±0.06	712.89±11.78
	120	39.59±1.60	0.60±0.07	704.31±11.07
	180	37.48±0.54	0.62±0.010	693.56±12.53
Komb-3⁶	PE	42.41±0.88	0.73±0.04	705.88±9.38
	60	40.56±0.54	0.73±0.08	696.85±9.07
	120	41.22±1.22	0.72±0.11	688.54±8.77
	180	42.19±1.00	0.74±0.08	676.81±10.38

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²TFM:Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.34. PSYM örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	13490.29	1918.53**	1.48	24.66**	4711319.6	5119.48**
Pastörizasyon süresi (B)	3	1.15	0.49ns	0.002	0.14ns	4999.3	16.29**
A X B	27	27.99	1.33ns	0.006	0.03ns	1174.8	0.43ns
Hata	40	31.25		0.27		4090.1	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.35. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	9	8905.54	913.31**	0.94	22.52*	4335788.1	5539.38**
Pastörizasyon süresi (B)	3	3.80	1.17ns	0.003	0.23ns	3380.9	12.96**
A X B	27	22.38	0.77ns	0.007	0.06ns	911.8	0.39ns
Hata	40	43.34		0.18		3478.8	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.36. PSYM örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	8	15.49 ^j	0.46 ^{ef}	200.77 ¹
Keten tohumu	8	19.97 ^h	0.50 ^e	296.51 ^f
Çörek otu	8	23.95 ^g	0.61 ^d	263.00 ^g
Nar çekirdeği	8	33.90 ^f	0.68 ^{cd}	234.02 ^h
Buğday lifi	8	18.05 ⁱ	0.41 ^f	187.93 ^j
Arpa lifi	8	39.40 ^e	0.62 ^d	635.48 ^e
Yulaf lifi	8	46.45 ^c	0.76 ^b	688.49 ^d
Komb-1 ³	8	48.36 ^b	0.77 ^{ab}	785.09 ^a
Komb-2 ⁴	8	45.18 ^d	0.71 ^{bc}	736.72 ^b
Komb-3 ⁵	8	50.62 ^a	0.85 ^a	720.87 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	20	34.027 ^a	0.64 ^a	484.42 ^a
60	20	34.321 ^a	0.64 ^a	479.04 ^{ab}
120	20	34.162 ^a	0.62 ^a	472.96 ^b
180	20	34.032 ^a	0.63 ^a	463.13 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

Çizelge 4.37. PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	8	13.87 ¹	0.44 ^e	194.67 ¹
Keten tohumu	8	17.50 ^g	0.45 ^e	286.11 ^f
Çörek otu	8	20.77 ^f	0.55 ^{cd}	254.77 ^g
Nar çekirdeği	8	29.51 ^e	0.61 ^{bc}	226.68 ^h
Buğday lifi	8	15.40 ^h	0.37 ^f	181.34 ^j
Arpa lifi	8	33.95 ^d	0.54 ^d	614.40 ^e
Yulaf lifi	8	39.40 ^b	0.65 ^b	663.82 ^d
Komb-1 ³	8	39.98 ^b	0.66 ^b	754.06 ^a
Komb-2 ⁴	8	38.34 ^c	0.61 ^{bc}	707.99 ^b
Komb-3 ⁵	8	41.59 ^a	0.73 ^a	692.02 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	20	29.15 ^a	0.56 ^a	465.93 ^a
60	20	28.90 ^a	0.56 ^a	460.72 ^{ab}
120	20	29.32 ^a	0.55 ^a	455.28 ^b
180	20	28.75 ^a	0.57 ^a	448.41 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

Toplam fenolik madde: PÖYM örneklerinde gözlemlendiği şekilde, kontrol makarna örneği ile karşılaştırıldığında, % 5 oranında tek başına kullanılan keten tohumu ve % 15 oranında tek başına kullanılan buğday lifi hariç diğer antioksidan ve lif kaynakları ile bunların kombinasyonlarının çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarında önemli bir artışa neden olduğu görülmektedir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37). Çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinde kombinasyon-3 ile hazırlananlar en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip örnekler olmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi hammaddelerin sahip olduğu toplam fenolik madde miktarı değerleri son ürün makarnanın toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili olmuştur.

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından incelendiğinde, artan pastörizasyon süresine bağlı olarak çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinde de toplam fenolik madde miktarları arasında istatistiki bir farkın olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35).

Marinelli ve ark. (2015), antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriği yüksek olan üzüm cibresi ile katkıladıkları makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerini katkılama ile doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada yaş makarna örnekleri 90 °C'de 3 dk süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulmuş ve pastörizasyon işleminin makarna örneklerinin

antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Fitik asit: PÖYM örneklerinde olduğu gibi, çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde en düşük fitik asit miktarı değerleri sırasıyla % 15 buğday lifli makarna ve kontrol makarna örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37). En yüksek değer ise yulaf ve keten tohumu içeren kombinasyon-1 ile hazırlanan makarna örneklerinde belirlenmiş ve tüm kombine örnekler, diğer makarna örneklerinden yüksek fitik asit değerleri göstermiştir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37). Bu durum PÖYM örneklerinin fitik asit değerlerinin anlatıldığı bölümde detaylı olarak tartışılmıştır.

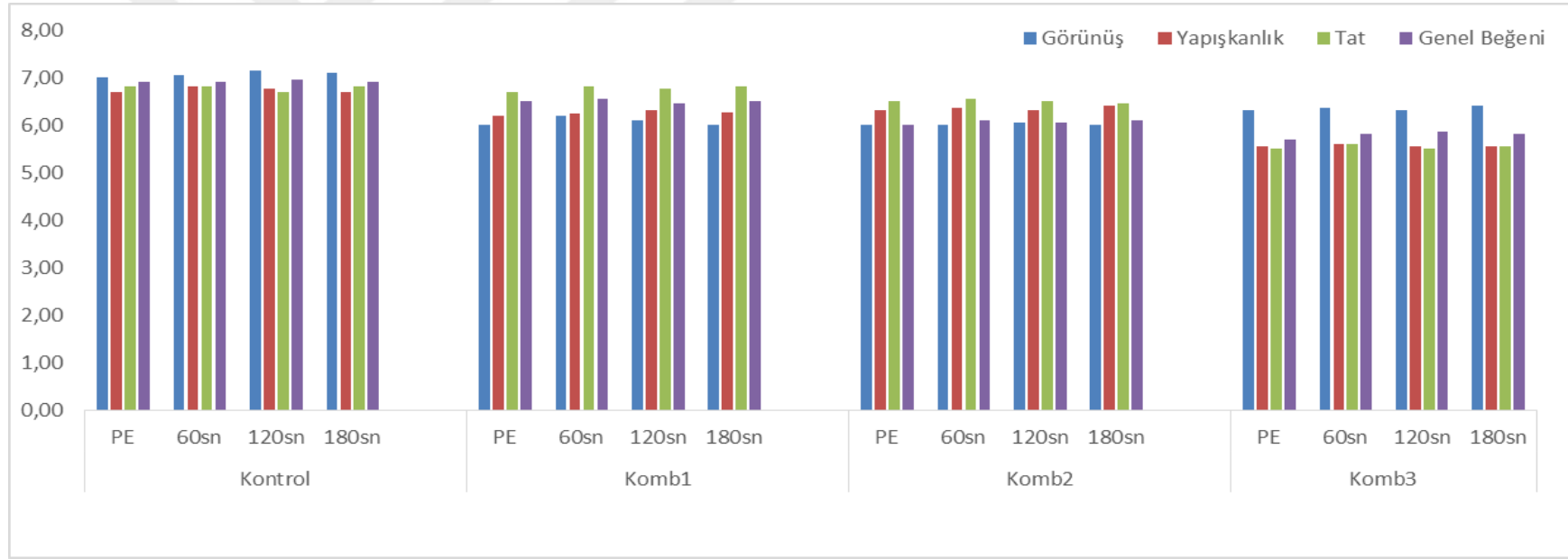
Pastörizasyon süresi faktörü açısından sonuçlar incelendiğinde; hem çiğ hem de pişirilmiş örneklerde pastörizasyon süresi arttıkça fitik asit miktarında azalma olduğu, bu azalmanın 120 sn'den sonra istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

Jambrec ve ark. (2016), karabuğday ile zenginleştirdikleri makarnanın mineral madde ve fitik asit içeriklerinin pişirme ve işleme özelliklerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada karabuğdayı otoklave etmişler ve böylece fitik asit miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada da yaş makarnaya uygulanan 120 sn'nin üzerindeki pastörizasyon işlemi ve buharın etkisi ile fitik asit miktarının azalmış olabileceği düşünülmektedir.

Genel bir değerlendirme ile çiğ örnekler, pişirilmiş örnekler ile karşılaştırıldığında, PÖYM örneklerinde olduğu gibi pişirme işlemi ile makarna örneklerinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerinin tamamının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.3.4. PSYM örneklerinin duyusal analiz sonuçları

PSYM örneklerinin duyusal analiz değerlendirilmesi Şekil 4.27'de gösterilmiştir. Ayrıca duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Pastörizasyon sonrası duyusal analizde kontrol örneği ile birlikte kombinasyon şeklinde hazırlanan örnekler değerlendirilmiştir. Ön denemelerde fiziksel, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiş olan ve ayrıca depolama aşamasında da özellikleri takip edilen kombine örneklerin duyusal değerlendirilmesinin yapılması tercih edilmiştir.



Şekil 4.27. PSYM örneklerinin duysal analiz sonuçları (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Çizelge 4.38. PSYM örneklerinin duysal analiz sonuçları

	Kontrol				Komb1 ¹				Komb2 ²				Komb3 ³			
	PE ⁴	60sn	120sn	180sn	PE	60sn	120sn	180sn	PE	60sn	120sn	180sn	PE	60sn	120sn	180sn
Görünüş	7.00	7.05	7.15	7.10	6.00	6.20	6.10	6.00	6.00	6.00	6.05	6.00	6.30	6.35	6.30	6.40
Yapışkanlık	6.70	6.80	6.75	6.70	6.20	6.24	6.30	6.25	6.30	6.35	6.30	6.40	5.55	5.60	5.55	5.55
Tat	6.80	6.80	6.70	6.80	6.70	6.80	6.75	6.80	6.50	6.55	6.50	6.45	5.50	5.60	5.50	5.55
Genel Beğeni	6.90	6.90	6.95	6.90	6.50	6.55	6.45	6.50	6.00	6.10	6.05	6.10	5.70	5.80	5.85	5.80

¹Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ²Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, PE: Pastörize edilmemiş

Yaş makarna örneklerinin raf ömrünün uzatılması amacıyla uygulanan pastörizasyon işleminin yaş makarna örneklerinin duyuşal özellikleri üzerinde etkisinin çok sınırlı olduğu ve birbirine çok yakın sayıların elde edildiği görölmektedir. Panelistler tüm örnekleri yakın puanlarla değerlendirmişlerdir. Bu sonucun alınmasında, pastörizasyonun 60 sn ile 180 sn arasında oldukça kısa sürelerde gerçekleştiriliyor olması, dolayısıyla ısıl işlemin duyuşal özellikler üzerinde önemli bir değişime neden olmamasının etkili olduğu düşünölmektedir. Pastörizasyon endüstriyel uygulamalarda paketleme öncesi ve sonrası iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada yaş makarna örneklerine, paketleme öncesi tek aşamalı olarak pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Pişirme ve sıklık gibi özelliklerinin yoğun şekilde uygulanan ikinci pastörizasyondan etkilendiği bilinmektedir (Alamprese ve ark., 2008). Tekli pastörizasyon işleminin yaş makarna özellikleri üzerinde önemli bir olumsuz etki yapmadığı ortaya konmuştur.

PSYM örneklerinin görünüş puanları 6.00-7.00 arasında değişmiştir. %15 yulaf lifi ve % 5 nar çekirdeği kullanılarak hazırlanan kombinasyon-3'ün, PÖYM örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçlarında (Şekil 4.15) olduğu gibi pastörizasyon sonrasında da diğer kombine örneklere kıyasla daha yüksek görünüş puanına sahip olduğu görölmüştür.

PSYM örneklerinin yapışkanlık puanları 5.55-6.80 arasında değişim göstermiştir. Pastörizasyon işleminin farklı sürelerde uygulanmasının diğer parametrelerde olduğu gibi yapışkanlıkta da herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 birbirlerine yakın yapışkanlık puanları almıştır.

Örneklerin tat puanları 5.50-6.80 arasında değişim göstermiştir. PSYM örnekleri arasında kombinasyon-3 en düşük tat değerlerine sahip olmuştur. PÖYM örneklerinin duyuşal değerlendirmesinde de %5 nar çekirdeği katkılması ile hazırlanan yaş makarna örneğinin tat puanının %5 keten tohumu kullanılarak hazırlanana kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15). Nar çekirdeğinin tat üzerindeki etkisi çalışmanın bu aşamasında da gözlenmiştir.

PSYM örneklerinin genel beğeni puanları 5.70-6.90 arasında değişim göstermiştir. Kontrol örneğine en yakın genel beğeni puanına sahip olan örnek %15 yulaf lifi ve % 5 keten tohumu kullanılarak hazırlanan kombinasyon-1 olmuştur. Bu örneği sırasıyla kombinasyon-2 ve kombinasyon-3 takip etmiştir. Farklı sürelerde uygulanan pastörizasyon işleminin örneklerin genel beğeni puanları üzerinde herhangi bir etkisi gözlenmemiştir.

4.4. Depolama

Depolama boyunca yapılan analizler iki kısımda incelenmiştir. Birinci kısımda, depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. 7. günden sonra normal paketlenmiş örnekler bozulup tüketilemeyecek duruma geldiğinden 7. günden sonra bu örnekler deneme deseninden çıkarılmış ve analizlere sadece modifiye atmosferde depolanan makarna örneklerinde devam edilmiştir. Yani ikinci kısımda, sadece 8 haftalık süre boyunca MAP uygulanmış örnekler takip edilmiştir. Bu örneklerden bir kısmı 21. günden sonra bozularak tüketilemeyecek duruma gelmeye başladığından, değerler 21. güne kadar istatistiki olarak karşılaştırmalı olarak verilmiş, 21. günden sonra eksilen örnekler nedeniyle sayılar istatistik analize tabi tutulmaksızın çizelgelerde özetlenmiştir.

4.4.1. Depolama ilk haftasında yaş makarna örneklerinin analiz sonuçları

4.4.1.1. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin renk değerleri

Depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örnekleri pişirilmeden “çiğ” ve pişirildikten sonra “pişirilmiş” olarak renk ölçümüne tabi tutulmuştur. Çiğ makarna örneklerine ait renk ölçümü sonuçları Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.40’da, pişirme işlemi sonrasında ise renk ölçümü sonuçları Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çiğ makarna örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43’de, pişirilmiş örneklerin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.44’de gösterilmiştir. Çiğ makarnaların renk değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.45’de özetlenmiştir. Makarna örneklerinin pişirildikten sonraki renk değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çiğ makarna örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde katkılama ve depolama faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.43). Pastörizasyon süresi faktörü ise L^* değeri üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde ve hue değeri üzerinde ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde katkılama ve depolama faktörleri önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.39. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün (NP ²)			7. gün (MAP ³)		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ⁴	66.49±0.18	-2.57±0.09	39.12±0.14	62.05±0.19	-2.83±0.07	29.06±0.18	66.21±0.13	-2.72±0.10	36.53±0.16
	60	66.74±0.26	-2.77±0.04	38.60±0.14	61.92±0.14	-2.91±0.08	29.68±0.20	65.67±0.20	-2.69±0.04	35.97±0.23
	120	66.36±0.16	-2.75±0.02	38.25±0.23	61.46±0.11	-2.85±0.10	28.24±0.13	65.24±0.17	-2.49±0.03	37.88±0.20
	180	66.08±0.07	-2.63±0.04	38.75±0.28	60.89±0.17	-3.01±0.08	28.97±0.21	65.08±0.11	-2.59±0.07	36.09±0.13
Komb-1⁵	PE	52.34±0.14	8.41±0.14	24.28±0.11	47.78±0.20	8.06±0.08	21.66±0.20	50.26±0.10	7.76±0.08	23.06±0.13
	60	51.08±0.13	8.37±0.06	23.50±0.16	47.14±0.07	7.22±0.10	20.52±0.10	50.00±0.14	8.51±0.06	23.75±0.16
	120	49.49±0.10	8.17±0.11	24.14±0.24	46.88±0.13	7.40±0.06	21.12±0.18	49.28±0.16	8.04±0.11	21.39±0.23
	180	48.03±0.13	7.86±0.10	23.34±0.16	46.04±0.16	8.02±0.17	20.36±0.08	48.28±0.12	8.12±0.04	22.80±0.17
Komb-2⁶	PE	51.41±0.17	8.95±0.08	25.19±0.13	46.73±0.17	7.72±0.10	19.64±0.21	48.89±0.18	8.89±0.11	23.21±0.11
	60	50.07±0.11	8.89±0.07	25.26±0.14	46.24±0.13	7.75±0.06	20.39±0.13	48.12±0.10	8.49±0.08	24.32±0.27
	120	48.57±0.13	8.93±0.07	25.95±0.10	46.03±0.16	8.15±0.06	20.21±0.15	47.57±0.13	8.84±0.07	23.83±0.13
	180	47.03±0.11	8.95±0.04	24.90±0.13	45.31±0.11	8.10±0.08	21.94±0.23	47.29±0.14	8.85±0.06	23.38±0.11
Komb-3⁷	PE	48.43±0.13	9.10±0.11	21.01±0.07	45.21±0.14	7.95±0.11	14.95±0.21	47.19±0.27	8.88±0.06	16.19±0.14
	60	47.82±0.14	9.08±0.14	21.35±0.28	44.28±0.11	8.17±0.10	13.40±0.20	46.24±0.13	9.75±0.10	16.77±0.11
	120	46.15±0.10	9.14±0.03	20.46±0.17	44.02±0.28	8.69±0.10	14.88±0.17	45.43±0.20	8.86±0.08	17.05±0.16
	180	44.04±0.12	9.12±0.08	20.89±0.11	43.11±0.16	8.33±0.08	14.17±0.11	45.04±0.11	9.52±0.09	16.70±0.17

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²NP: Normal paketlenme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketlenme, ⁴PE: Pastörize edilmemiş,

⁵Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.40. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün		7. gün (NP ²)		7. gün (MAP ³)	
		SI	Hue	SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ⁴	39.20±0.13	93.75±0.15	29.20±0.18	95.56±0.17	36.63±0.16	94.26±0.14
	60	38.70±0.14	94.10±0.05	29.82±0.21	95.60±0.13	36.07±0.23	94.28±0.04
	120	38.35±0.23	94.12±0.00	28.38±0.14	95.76±0.17	37.96±0.20	93.72±0.06
	180	38.84±0.28	93.88±0.09	29.13±0.22	95.93±0.12	36.18±0.12	94.10±0.13
Komb-1 ⁵	PE	25.80±0.15	70.90±0.22	23.11±0.16	69.59±0.37	24.33±0.10	71.41±0.27
	60	24.95±0.13	70.40±0.24	21.75±0.12	70.62±0.16	25.23±0.13	70.29±0.24
	120	25.49±0.19	71.30±0.41	22.38±0.15	70.69±0.29	22.85±0.25	69.40±0.06
	180	25.58±0.12	72.10±0.32	21.80±0.14	69.09±0.37	24.20±0.17	70.40±0.04
Komb-2 ⁶	PE	26.73±0.09	70.44±0.26	21.10±0.23	68.54±0.04	24.85±0.07	69.04±0.34
	60	26.78±0.16	70.61±0.04	21.81±0.14	69.19±0.02	25.76±0.28	70.76±0.02
	120	27.44±0.07	71.01±0.21	21.79±0.12	68.03±0.28	25.42±0.14	69.65±0.05
	180	26.46±0.13	70.23±0.01	23.36±0.14	69.92±0.65	25.00±0.09	69.27±0.21
Komb-3 ⁷	PE	22.90±0.11	66.58±0.19	16.93±0.24	62.00±0.00	18.46±0.15	61.26±0.05
	60	23.20±0.32	66.96±0.05	15.69±0.22	58.63±0.07	19.40±0.15	59.83±0.10
	120	22.41±0.14	65.93±0.24	17.23±0.20	59.71±0.00	19.21±0.18	62.54±0.01
	180	22.79±0.14	66.42±0.08	16.44±0.14	59.55±0.06	19.22±0.19	60.32±0.03

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. SI: Doğunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²NP: Normal paketleme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketleme, ⁴PE: Pastörize edilmemiş, ⁵Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

L* (parlaklık) değeri: Çiğ makarna örnekleri için makarna formülasyonlarında kullanılan tüm kombinasyonlar kontrol örnekten daha düşük L* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Kombinasyon-3 ile üretilen makarnalar en düşük L* değerini vermiştir (Çizelge 4.45). Pişirilmiş makarna örneklerinde de kombinasyon-3 ile en düşük L* değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.46). Hammaddelerin ve bunların oluşturduğu kombinasyonların makarnanın L* renk değeri üzerinde oluşturdukları etki bundan önceki kısımlarda detaylı olarak tartışılmıştır.

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörüne göre değerlendirildiğinde, artan pastörizasyon süresi çiğ makarnaların L* değerinin azalmasına neden olmuş ve en düşük değer (50.52) 180 sn pastörizasyon ile elde edilmiştir (Çizelge 4.45). Pişirilmiş makarna örneklerinde ise pastörizasyonun L* değeri üzerindeki etkisi ortadan kalkmış ve pastörize olmamış örnekler ile istatistiki olarak farksız değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.46). Pastörizasyon ve pişirmenin makarnanın L* değeri üzerindeki etkileri bundan önceki kısımlarda tartışılmıştır.

7 günlük depolama sonunda hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinin L* değerinde düşüş olmuştur (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

Çizelge 4.41. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün (NP ²)			7. gün (MAP ³)		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ⁴	74.38±0.16	-4.87±0.10	18.92±0.18	69.12±0.25	-5.19±0.07	16.79±0.18	72.95±0.23	-4.95±0.10	18.76±0.24
	60	74.24±0.35	-4.79±0.05	19.05±0.16	68.79±0.18	-4.89±0.04	16.49±0.20	73.69±0.37	-4.75±0.06	18.61±0.16
	120	73.90±0.18	-4.92±0.25	19.64±0.18	69.79±0.25	-5.01±0.17	16.32±0.17	72.61±0.21	-4.84±0.08	19.13±0.11
	180	73.85±0.17	-4.89±0.18	19.30±0.24	68.49±0.20	-5.26±0.14	16.46±0.11	73.56±0.11	-5.02±0.10	18.14±0.13
Komb-1 ⁵	PE	56.64±0.22	3.06±0.12	18.37±0.14	52.67±0.14	3.04±0.14	16.45±0.20	55.04±0.17	3.40±0.11	17.95±0.10
	60	56.91±0.21	3.18±0.07	18.09±0.13	52.38±0.16	3.09±0.08	16.75±0.18	56.18±0.23	3.23±0.13	16.15±0.17
	120	56.47±0.15	3.13±0.09	18.07±0.17	53.86±0.21	3.08±0.10	17.32±0.11	56.02±0.28	3.23±0.09	17.93±0.14
	180	56.25±0.13	3.31±0.16	18.23±0.16	52.72±0.24	3.20±0.13	17.69±0.16	55.36±0.35	3.12±0.10	17.23±0.16
Komb-2 ⁶	PE	54.70±0.25	3.95±0.09	18.45±0.20	52.58±0.21	3.14±0.08	15.89±0.13	53.42±0.21	4.42±0.16	17.97±0.17
	60	54.64±0.16	4.04±0.20	18.86±0.16	51.97±0.13	3.39±0.14	16.34±0.16	52.37±0.38	3.80±0.07	17.65±0.20
	120	54.62±0.24	3.89±0.12	18.65±0.13	51.77±0.24	3.37±0.10	15.15±0.13	52.66±0.17	3.96±0.10	18.06±0.27
	180	54.79±0.28	3.92±0.07	18.57±0.13	52.37±0.17	3.95±0.10	15.92±0.17	54.05±0.25	3.73±0.21	17.98±0.11
Komb-3 ⁷	PE	51.30±0.17	5.18±0.05	17.64±0.18	47.13±0.13	5.10±0.17	14.66±0.10	50.94±0.14	5.28±0.08	15.57±0.13
	60	51.30±0.17	5.22±0.06	17.52±0.18	47.01±0.17	4.90±0.11	15.02±0.24	51.49±0.17	5.36±0.16	16.97±0.16
	120	50.99±0.27	5.36±0.23	17.43±0.16	46.50±0.20	5.39±0.08	13.79±0.13	51.73±0.23	5.26±0.10	16.17±0.21
	180	51.47±0.14	5.27±0.10	17.48±0.20	47.79±0.23	5.44±0.13	13.71±0.17	50.27±0.16	5.11±0.08	16.83±0.16

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²NP: Normal paketlenme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketlenme, ⁴PE: Pastörize edilmemiş,

⁵Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.42. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün		7. gün (NP ²)		7. gün (MAP ³)	
		SI	Hue	SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ⁴	19.54±0.20	104.44±0.15	17.57±0.20	107.18±0.04	19.40±0.26	104.78±0.10
	60	19.64±0.14	104.12±0.26	17.20±0.20	106.52±0.05	19.21±0.14	104.32±0.28
	120	20.25±0.11	104.05±0.81	17.07±0.21	107.06±0.38	19.73±0.13	104.20±0.16
	180	19.91±0.19	104.20±0.66	17.28±0.15	107.72±0.33	18.82±0.10	105.47±0.39
Komb-1 ⁵	PE	18.62±0.16	80.55±0.28	16.73±0.22	79.53±0.35	18.27±0.12	79.28±0.29
	60	18.37±0.11	80.03±0.29	17.03±0.20	79.55±0.17	16.47±0.19	78.69±0.32
	120	18.34±0.18	80.18±0.18	17.59±0.09	79.92±0.38	18.22±0.15	79.80±0.20
	180	18.53±0.18	79.70±0.41	17.98±0.18	79.75±0.31	17.51±0.17	79.73±0.22
Komb-2 ⁶	PE	18.87±0.18	77.91±0.38	16.20±0.14	78.82±0.21	18.51±0.20	76.18±0.34
	60	19.29±0.20	77.91±0.48	16.69±0.18	78.28±0.37	18.05±0.21	77.85±0.09
	120	19.05±0.15	78.23±0.28	15.52±0.15	77.46±0.25	18.49±0.28	77.63±0.12
	180	18.98±0.14	78.08±0.12	16.40±0.20	76.07±0.38	18.36±0.15	78.28±0.58
Komb-3 ⁷	PE	18.39±0.19	73.63±0.00	15.52±0.15	70.82±0.47	16.44±0.15	71.27±0.14
	60	18.28±0.16	73.40±0.34	15.80±0.26	71.93±0.12	17.80±0.20	72.47±0.33
	120	18.24±0.22	72.91±0.54	14.81±0.09	68.65±0.49	17.00±0.23	71.98±0.10
	180	18.26±0.22	73.22±0.12	14.75±0.20	68.36±0.22	17.59±0.17	73.11±0.12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²NP: Normal paketleme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketleme, ⁴PE: Pastörize edilmemiş, ⁵Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

L^* değerindeki düşüş normal paketlenmiş makarnalarda, MAP uygulanmış olanlara göre daha fazla olmuştur. L^* değerindeki düşüş makarnaların depolanması sırasında oluşan nişasta retrogradasyonuna bağlı matlaşma ve koyulaşmadan kaynaklanıyor olabilir.

Majzoobi ve ark. (2011), yassı ekmeklerin depolama koşullarını ve raf ömürlerini inceledikleri çalışmalarında depolama süresince ekmeklerin L^* değerlerinde azalma olduğunu ve bunun nişasta retrogradasyonundan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

De Camargo Andrade-Molina ve ark. (2013), aktif paketlemenin yaş makarna örnekleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kontrol örneğinin L^* değerinin 40 günlük depolama sonucunda 64.5'den 61.6'ya düştüğünü belirlemişlerdir.

Yapılan bir çalışmada yaş noodle örneklerinin L^* renk değerlerinin depolamayla azaldığı rapor edilmiştir (Khouryeh ve ark., 2006).

Depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinin L^* olarak L^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyine önemli bulunmuş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	5400.78	77870.06**	2266.24	91692.75**	3895.24	44026.4**	3041.65	33917.48**	14079.73	114232.3**
Pastörizasyon süresi (B)	3	66.51	958.97**	0.05	2.09ns	0.04	0.40ns	0.01	0.09ns	0.49	4.00*
AXB	9	7.93	38.13**	0.90	12.11**	4.50	16.96**	4.31	16.02**	9.92	26.84**
Depolama (C)	2	203.80	4407.74**	9.19	558.03**	596.38	10119.6**	585.29	9789.90**	71.62	871.67**
AXC	6	16.62	119.82**	1.91	38.58**	133.20	753.27**	123.37	687.86**	155.89	632.39**
BXC	6	10.46	75.38**	0.91	18.46**	2.17	12.29**	2.44	13.62**	1.51	6.11**
AXBXC	18	7.32	17.59**	2.42	16.31**	22.89	43.13**	21.31	39.62**	29.83	40.34**
Hata	48	1.11		0.40		1.42		1.43		1.97	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.44. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	7095.31	49264.28**	1517.47	32943.69**	55.03	657.77**	43.18	442.68**	15865.19	49272.68**
Pastörizasyon süresi (B)	3	0.002	0.01ns	0.02	0.27ns	0.005	0.06ns	0.03	0.32ns	0.82	2.55ns
AXB	9	4.84	11.20**	0.40	2.89**	4.83	19.23**	4.29	14.67**	10.02	10.38**
Depolama (C)	2	257.93	2686.32**	0.99	32.39**	101.28	1815.68**	95.76	1472.45**	3.66	17.03**
AXC	6	28.80	99.95**	0.67	7.31**	13.99	83.61**	12.72	65.21**	85.56	132.87**
BXC	6	1.85	6.42**	0.81	8.76**	2.00	11.95**	1.83	9.40**	14.01	21.76**
AXBXC	18	10.73	12.41**	1.04	3.75**	8.20	16.34**	7.67	13.09**	17.02	8.81**
Hata	48	2.30		0.74		0.34		1.56		5.15	

** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.45. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	24	64.51 ^a	-2.73 ^d	34.76 ^a	34.87 ^a	94.59 ^a
Komb-1 ²	24	48.88 ^b	7.97 ^c	22.58 ^c	23.95 ^c	70.51 ^b
Komb-2 ³	24	47.77 ^c	8.54 ^b	23.18 ^b	24.71 ^b	69.72 ^c
Komb-3 ⁴	24	45.58 ^d	8.88 ^a	17.32 ^d	19.49 ^d	62.48 ^d
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	24	52.75 ^a	5.63 ^a	24.49 ^a	25.76 ^a	74.45 ^a
60	24	52.11 ^b	5.65 ^a	24.46 ^a	25.76 ^a	74.27 ^b
120	24	51.37 ^c	5.68 ^a	24.45 ^a	25.74 ^a	74.32 ^b
180	24	50.52 ^d	5.69 ^a	24.4 ^a	25.75 ^a	74.28 ^b
Depolama (gün)						
0	32	53.13 ^a	5.89 ^a	27.25 ^a	28.46 ^a	75.55 ^a
7 NP ⁶	32	49.69 ^c	5.23 ^b	21.20 ^c	22.49 ^c	73.65 ^c
7 MAP ⁷	32	52.24 ^b	5.88 ^a	24.93 ^b	26.30 ^b	73.78 ^b

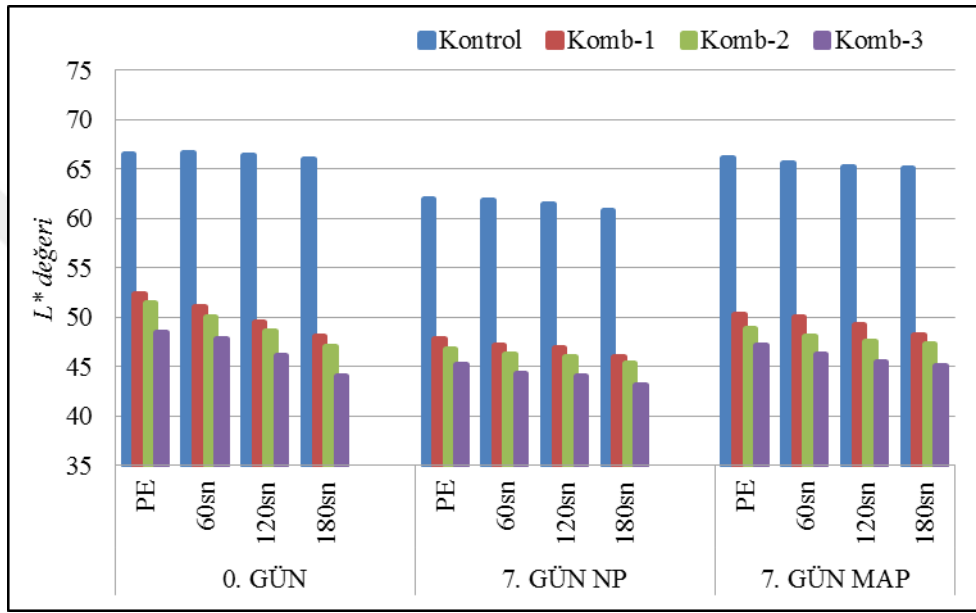
¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş, ⁶NP: Normal paketleme, ⁷MAP: Modifiye atmosferde paketleme

Çizelge 4.46. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	24	72.11 ^a	-4.94 ^d	18.14 ^a	18.80 ^a	105.34 ^a
Komb-1 ²	24	55.04 ^b	3.17 ^c	17.52 ^b	17.81 ^b	79.73 ^b
Komb-2 ³	24	53.33 ^c	3.80 ^b	17.46 ^b	17.87 ^b	77.73 ^c
Komb-3 ⁴	24	49.84 ^d	5.24 ^a	16.07 ^c	16.91 ^c	71.81 ^d
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	24	57.59 ^a	1.80 ^a	17.29 ^a	17.84 ^a	83.70 ^a
60	24	57.58 ^a	1.81 ^a	17.29 ^a	17.82 ^a	83.76 ^a
120	24	57.58 ^a	1.82 ^a	17.31 ^a	17.86 ^a	83.51 ^b
180	24	57.57 ^a	1.82 ^a	17.30 ^a	17.86 ^a	83.64 ^{ab}
Depolama (gün)						
0	32	59.15 ^a	1.88 ^a	18.39 ^a	18.91 ^a	83.91 ^a
7 NP ⁶	32	55.32 ^c	1.67 ^b	15.92 ^c	16.51 ^c	83.60 ^b
7 MAP ⁷	32	58.27 ^b	1.90 ^a	17.57 ^b	18.12 ^b	83.44 ^b

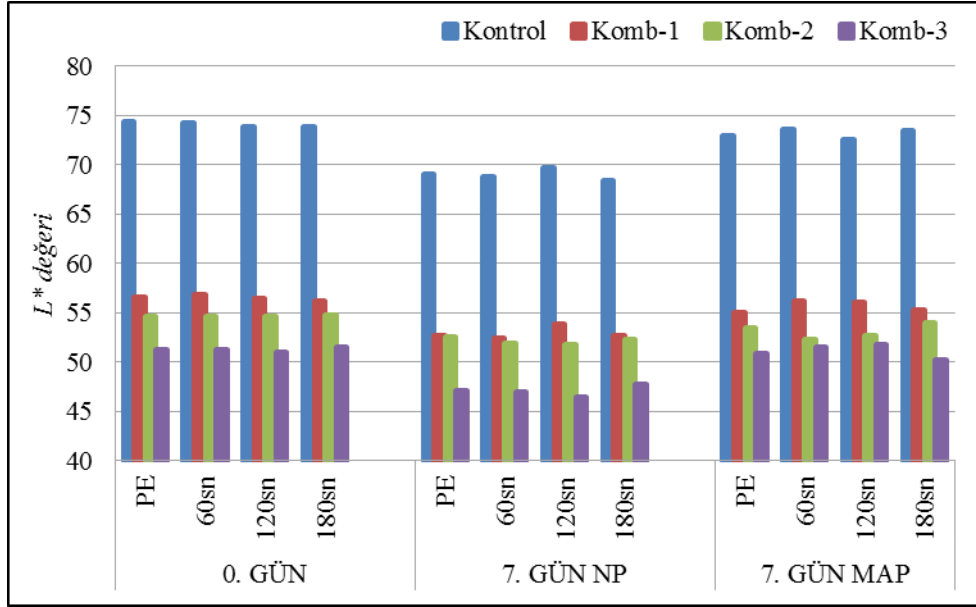
¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş, ⁶NP: Normal paketleme, ⁷MAP: Modifiye atmosferde paketleme

Kontrol örneğinin L^* değeri tüm pastörizasyon süreleri göz önünde bulundurularak depolama başlangıcında, normal paketleme ve MAP uygulamasında katkılı örneklerle göre daha yüksek olmuştur. En düşük değer ise pastörizasyon sürelerinin tümünde kombinasyon-3 örneğinde görülmüştür. Depolamanın 7. gününde normal paketlenmiş yaş makarna örneklerinin L^* değerleri tüm pastörizasyon sürelerinde depolama başlangıcına ve modifiye atmosfer kullanımına kıyasla daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.28. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çığ olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış pişirilmiş yaş makarna örneklerinin L^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyine önemli bulunmuştur. İnteraksiyona ait grafik Şekil 4.29’da görülmektedir. Depolama başlangıcında ve 7. gün sonunda hem normal paketlenmiş hem de MAP uygulanmış kontrol örneği tüm pastörizasyon sürelerinde kombinasyonlara kıyasla daha yüksek L^* değerine sahip olmuştur. Depolamanın 7. gününde normal paketlenmiş yaş makarna örneklerinin L^* değerleri pastörizasyon sürelerinin her biri için MAP uygulananlara göre daha düşük bulunmuştur.



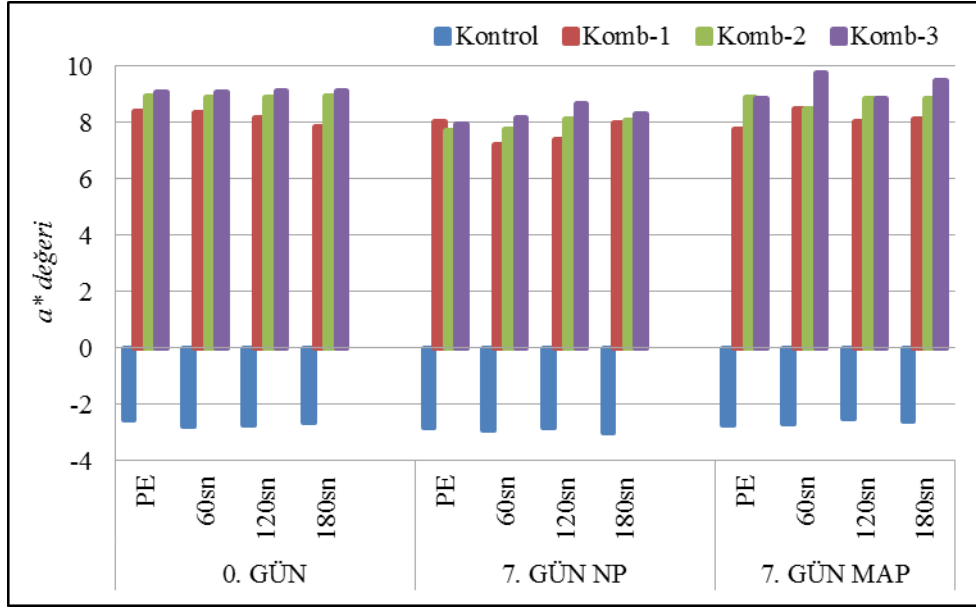
Şekil 4.29. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

a^* (kırmızılık) değeri: Hem çiğ hem de pişmiş makarna örneklerinde kombinasyon-3 en yüksek kırmızılık değerinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46). Kombinasyon-3 içinde yer alan nar çekirdeğinin yüksek kırmızılık değeri, son ürün makarnaya da yansımıştır.

Çiğ makarna örneklerinde 180 sn pastörizasyon uygulaması kontrol örnekten daha kırmızı makarna yüzeyinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.45). Pişmiş makarna örneklerinde pastörizasyon süresinin makarna a^* değeri üzerindeki etkisi ortadan kalkmıştır (Çizelge 4.46).

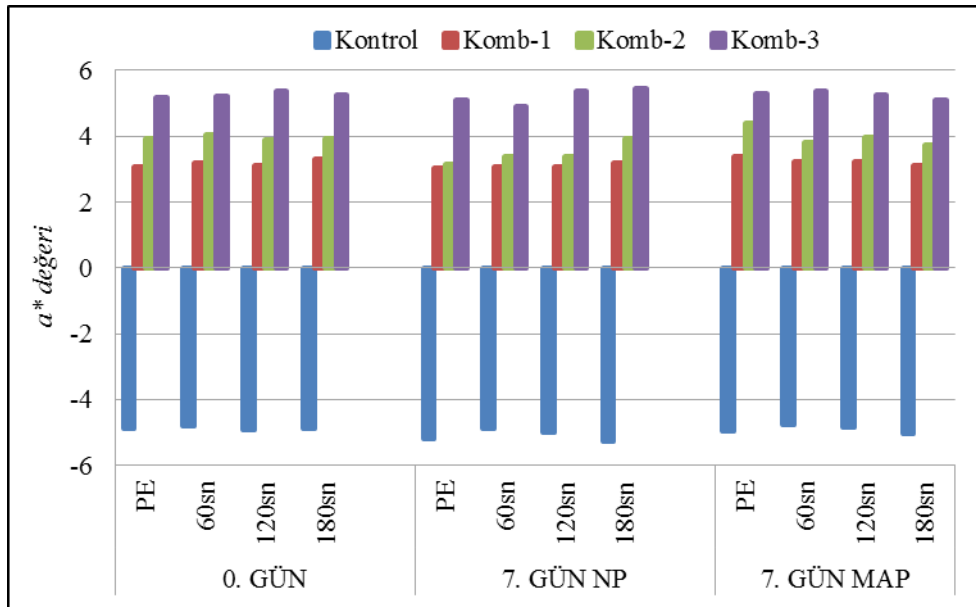
Sonuçlar depolama faktörü açısından değerlendirildiğinde, hem çiğ hem de pişmiş makarna örneklerinde, 7 gün normal koşullarda paketlenmiş makarnaların a^* değeri, hem hiç depolanmamış hem de 7 gün modifiye atmosfer koşullarında depolanmış örneklerden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

Depolamanın ilk haftasında çiğ yaş makarna örneklerinin a^* değerlerinin “katılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.30’da verilmiştir. Hem normal paketlenmiş hem de MAP uygulanmış kontrol örneğinin a^* değerleri tüm pastörizasyon sürelerinde kombine örneklerden düşük olmuştur. Depolamanın 7. gününde normal paketlenmiş yaş makarna örneklerinin her pastörizasyon süresinde a^* değerlerinin MAP uygulananlara kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.30. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

PSYM örneklerinin pişirilmiş olarak depolamanın ilk haftasında a^* değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonundan önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.31’de görülmektedir. Depolamanın bu bölümünde farklı sürelerde pastörize edilmiş kombine örneklerin her biri kontrol örneğine göre daha yüksek a^* değerine sahip olmuştur. Sırasıyla kombinasyon-3, kombinasyon-2 ve kombinasyon-1 yüksek a^* değerleri vermiştir.



Şekil 4.31. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

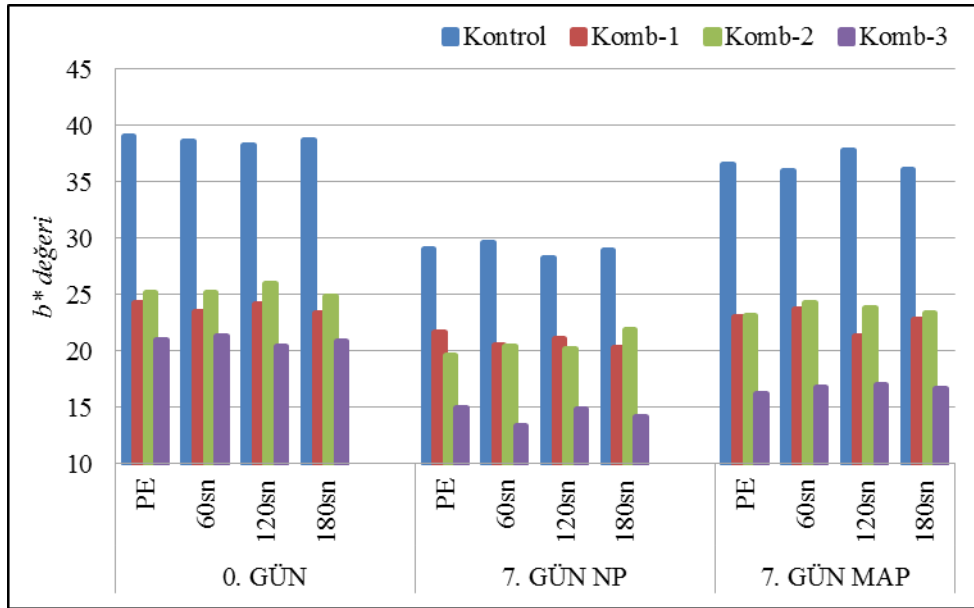
b^* (sarılık) değeri: Çiğ makarna örneklerine ait ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre, makarna formülasyonunda kullanılan tüm kombinasyonlar b^* değerinin kontrol makarna örneğine göre azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.45). Aynı sonuç pişirilmiş makarnalarda da belirlenmiştir (Çizelge 4.46). Kombinasyonlarda % 15 lif + % 5 antioksidan kaynağının kullanılması, makarna formülasyonunda irmiğin % 20 oranında seyrelmesine neden olduğundan, b^* değerindeki bu düşüş beklenen bir sonuçtur.

Çiğ ve pişmiş makarna örneklerine uygulanan pastörizasyon süresi, makarnanın b^* değeri üzerinde bir değişikliğe neden olmamıştır (Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44).

Depolama faktörü hem çiğ hem de pişmiş makarnaların b^* değeri üzerinde etkili olmuş olup, depolama ile b^* değerinde düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş normal koşullarda paketlenmiş makarnalarda, MAP uygulanmış makarnalara göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

Khouryeh ve ark. (2006), yaş noodle örneklerinin depolama ile b^* değerinin azaldığını, çiğ ve pişirilmiş örneklerde bu durumun gözlendiğini belirlemiştir. Depolama ile b^* değerindeki azalma pastörizasyon sonrası hala aktif halde bulunabilen lipoksigenaz aktivitesi ile sarı renk pigmentlerinin parçalanmasından kaynaklanıyor olabilir. MAP uygulaması ile depolama muhtemelen lipoksigenaz aktivitesini sınırlandırarak depolama boyunca karetenoid pigmentlerin parçalanmasını kısmen engellediğinden, normal paketlenmiş örneklere göre b^* değerindeki düşüş daha sınırlı kalmış olabilir.

Depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde “*katkılama x pastörizasyon süresi x depolama*” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.32’de verilmiştir. Farklı sürelerde pastörizasyon işlemi uygulanmış kontrol örneği hem normal paketlenmiş hem de MAP uygulanmış halde kombine örneklere göre daha yüksek b^* değerine sahip olmuştur. 7. gün sonunda MAP uygulanmış tüm yaş makarna örneklerinde normal paketleme uygulanmış olanlara kıyasla daha yüksek b^* değeri tespit edilmiştir. Katkılı örnekler içerisinde kombinasyon-3 depolama başlangıcında kombinasyon-1 ve 2’ye yakın b^* değerleri verirken 7 günlük normal paketleme ya da MAP uygulaması sonunda diğer 2 kombinasyondan uzaklaşmıştır.



Şekil 4.32. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

SI ve hue değerleri: Çiğ ve pişirilmiş makarnaların SI ve hue değerleri, makarna formülasyonunda kombinasyonlara yer verilmesiyle birlikte düşüş göstermiştir. L^* ve b^* değerlerinde olduğu gibi, en düşük SI ve hue değerleri de kombinasyon-3 kullanımı ile elde edilmiştir (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

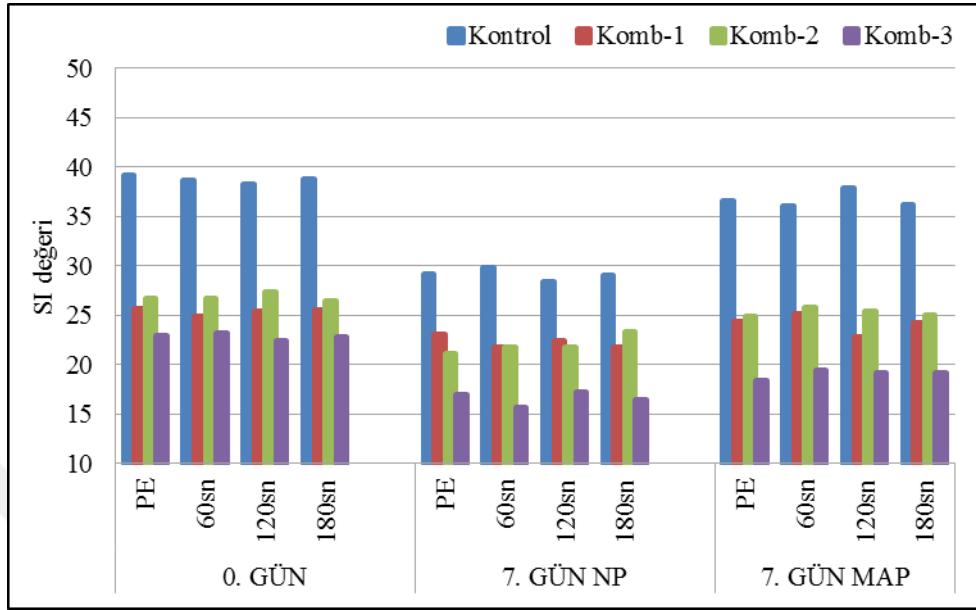
Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından incelendiğinde, hem çiğ hem de pişmiş makarnalarda, SI değerinde pastörizasyon süresine bağlı bir değişim gözlenmiştir (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

Sonuçlar depolama faktörü açısından incelendiğinde ise, depolamanın çiğ ve pişirilmiş makarnalarda SI ve hue değerini düşürdüğü, bu düşüşlerin çiğ makarnalarda daha belirgin olarak gözlemlendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46).

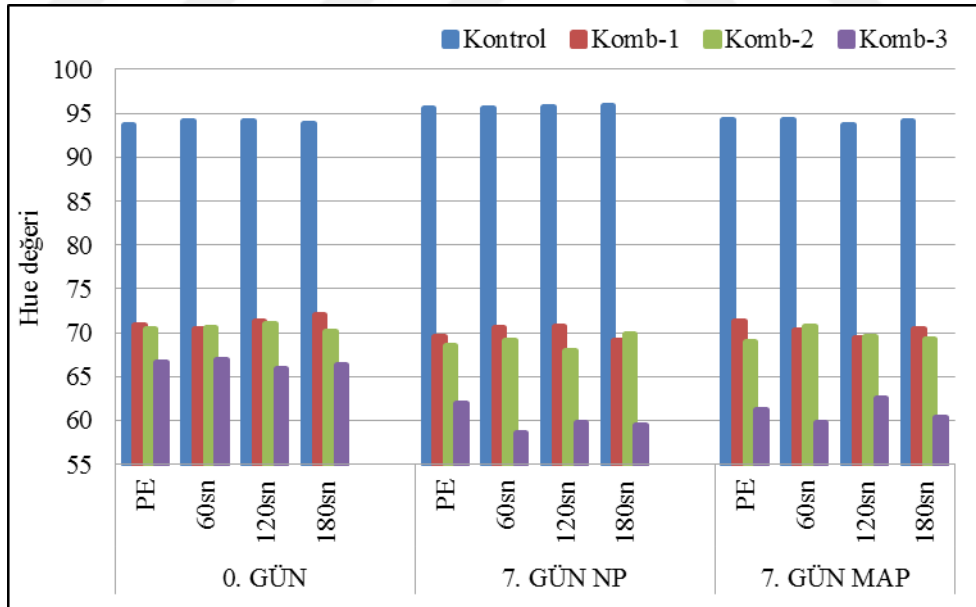
Yaş makaran örneklerinin ilk hafta depolama sonuçlarına göre, çiğ örneklerin SI ve hue değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur. İnteraksiyonlara ait grafikler Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de verilmiştir. Depolama başlangıcında ve 7. gün sonunda hem normal paketlenmiş hem de MAP uygulanmış kontrol örnekleri kombinasyonlara göre daha yüksek SI ve hue değerlerine sahip olmuştur.

7 günlük depolama sırasında yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve hue değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonundan önemli

düzeyde ($p < 0.01$) etkilenmiştir. İnteraksiyonlara ait grafikler Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da gösterilmiştir.



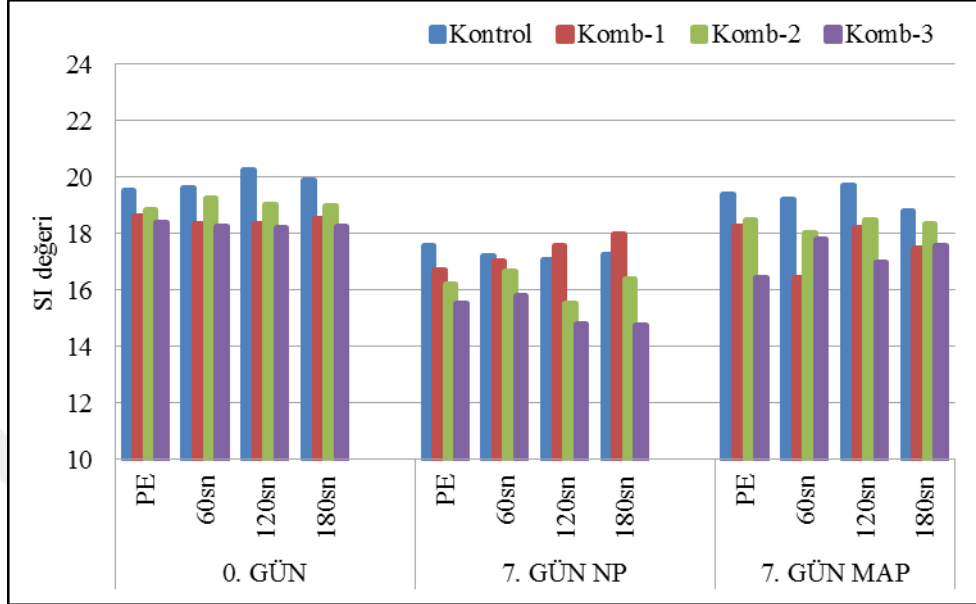
Şekil 4.33. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)



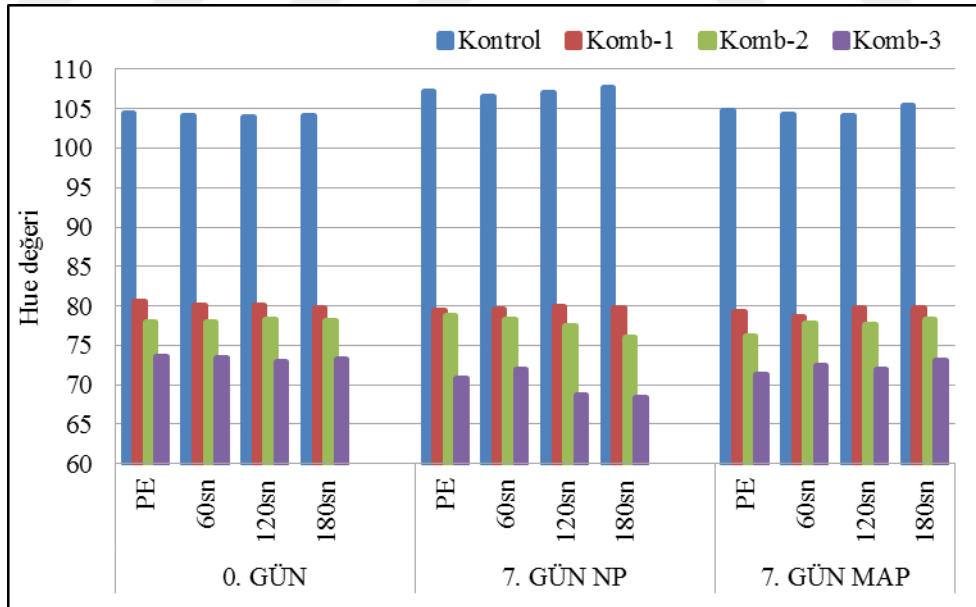
Şekil 4.34. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Normal paketlenme uygulanmış ve farklı sürelerde pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinin SI değerleri depolama başlangıcına ve MAP uygulamasına kıyasla daha

düşük olmuştur. Örnekler hue değerleri bakımından incelendiğinde ise depolamanın her aşamasında farklı sürelerde pastörizasyon uygulanmış kontrol örneğinin kombinasyonlara göre daha yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.35. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)



Şekil 4.36. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

4.4.1.2. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerleri

Yaş makarna örneklerinin depolamanın ilk haftasına ait pişirme testi ve sıklık değerleri Çizelge 4.47’de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Pişirme ve sıklık değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.49’da özetlenmiştir. Makarna örneklerinin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen kuru madde miktarı ve sıklık değerleri üzerinde katkılama faktörü $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48). Pastörizasyon süresi faktörü ise suya geçen kuru madde miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.48).

Ağırlık ve hacim artışı: Antioksidan ve besinsel lif kaynakları kullanılarak hazırlanan kombinasyonların makarna formülasyonunda toplam % 20 oranında kullanılması hem ağırlık hem de hacim artışını kontrol makarna örneğine göre düşürmüştür. Hacim artışındaki en büyük düşüş % 5 nar çekirdeği + % 15 yulaf lifi içeren kombinasyon-3 ile elde edilmiştir. Farklı antioksidan ve besinsel lif kaynakları ile bunların kombinasyonlarının makarnaların ağırlık ve hacim artışı değerlerine olan etkileri daha önceki iki bölümde detaylı olarak tartışılmıştır.

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörü açısından değerlendirildiğinde, daha önceki kısımda elde edilen sonuçlara paralel, farklı pastörizasyon süresi uygulamalarının makarnaların ağırlık ve hacim artışı değerlerini istatistiki olarak değiştirmedeği görülmektedir (Çizelge 4.49). Makarnaların hacim artışı değerlerinde pastörizasyon işlemi ile deskriptif bir artış gözlenmiştir. Pastörizasyonun nişasta özellikleri üzerinde yaptığı modifikasyon, bu durumun oluşmasında etkili olmuş olabilir.

Sonuçlar depolama faktörü açısından değerlendirildiğinde ise 7 günlük depolama süresinde normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış örneklerin ağırlık ve hacim artışı değerlerinin depolamanın başlangıcı olan 0. gündeki değerlerden istatistiki olarak farksız olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.49).

Khouryeh ve ark. (2006), yaş noodle örneklerinin bazı kalite parametreleri ile duyuşal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında noodle örneklerini 30 gün süre ile depolamışlardır. Çalışma sonunda, yaş noodle örneklerinin su absorpsiyon değerlerinin ilk analiz günü olan 15. günde, depolamanın başlangıcına göre önemli bir değişiklik göstermediğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.47. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları¹

Katkılamaya	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün				7. gün (NP ²)				7. gün (MAP ³)			
		Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ⁴ (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE ⁵	101.30±1.63	145.09±2.08	3.15±0.04	72.07±1.51	99.95±2.46	145.00±1.95	3.22±0.06	70.26±2.66	102.9±1.77	146.67±1.48	3.26±0.07	72.13±2.18
	60	100.95±0.86	149.38±3.71	3.10±0.16	72.62±3.37	100.65±0.79	148.75±2.83	3.23±0.20	70.82±1.20	104.45±1.99	147.32±1.90	3.12±0.03	70.74±1.03
	120	100.35±1.58	142.71±2.11	3.01±0.18	73.17±2.76	98.35±1.97	142.92±1.88	3.15±0.06	70.41±1.67	98.55±0.98	143.67±2.09	3.09±0.08	70.03±1.68
	180	101.25±1.32	144.00±0.96	3.05±0.24	71.81±3.21	97.45±2.25	146.31±1.56	3.11±0.13	72.82±3.27	99.90±1.23	149.11±2.64	3.10±0.16	71.09±2.01
Komb-1 ⁶	PE	93.95±2.94	130.80±1.33	4.78±0.08	81.34±2.50	97.50±1.82	128.82±2.77	4.94±0.16	80.96±1.54	94.05±1.15	129.38±1.07	4.86±0.06	80.79±1.77
	60	94.50±4.71	133.71±2.29	4.75±0.08	83.57±1.29	92.45±2.12	129.38±3.03	4.85±0.07	81.07±2.26	93.35±2.06	132.00±1.57	4.82±0.10	81.56±2.80
	120	95.65±1.29	131.58±2.21	4.73±0.04	82.57±4.06	91.35±1.15	131.89±2.16	4.96±0.04	80.00±1.61	92.86±1.16	132.33±2.29	4.76±0.07	80.09±2.09
	180	95.55±3.63	129.33±3.54	4.69±0.04	80.88±3.18	95.80±1.09	133.21±1.09	4.72±0.18	81.94±3.10	94.80±2.35	130.93±1.13	4.77±0.08	82.17±1.84
Komb-2 ⁷	PE	94.22±2.67	132.50±1.77	4.91±0.11	84.16±1.82	91.65±1.03	136.25±2.06	4.96±0.08	84.55±2.70	95.22±0.93	133.00±2.01	4.98±0.10	84.23±2.32
	60	93.75±2.26	135.00±3.18	4.81±0.14	85.67±3.21	90.00±1.80	131.43±2.91	4.72±0.13	83.42±1.94	94.85±2.01	132.89±1.22	4.76±0.06	84.08±3.06
	120	95.50±1.64	137.50±1.97	4.85±0.14	83.67±1.15	95.60±1.17	136.25±1.75	4.75±0.06	83.05±2.67	94.45±0.95	136.67±3.14	4.72±0.03	83.08±2.72
	180	92.00±1.57	131.50±6.25	4.72±0.10	84.22±3.03	92.65±3.13	133.33±3.32	4.70±0.11	83.18±1.90	93.10±2.31	134.65±1.92	4.57±0.08	83.68±1.57
Komb-3 ⁸	PE	93.20±2.73	129.83±3.42	4.69±0.07	84.87±1.13	91.25±1.03	127.86±4.09	4.71±0.11	83.81±1.91	92.80±1.26	129.38±2.00	4.63±0.04	83.89±2.22
	60	94.05±1.23	130.00±1.26	4.49±0.12	85.10±1.34	95.05±1.87	129.32±3.52	4.60±0.13	82.29±3.44	96.08±2.22	132.92±3.32	4.52±0.08	84.28±1.95
	120	91.50±1.02	125.50±0.88	4.51±0.27	85.79±2.11	97.65±1.22	132.50±1.46	4.53±0.07	83.63±2.53	90.26±1.02	128.96±1.17	4.47±0.07	84.19±1.15
	180	92.75±0.95	128.93±1.54	4.53±0.17	85.17±2.55	90.30±1.46	126.25±2.52	4.58±0.10	83.41±1.78	94.45±3.42	128.75±1.29	4.41±0.21	83.76±1.92

¹Sonuçlar iki tekrerrürün ortalamasıdır. ²NP: Normal paketlenme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketlenme, ⁴SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ⁵PE: Pastörize edilmemiş, ⁶Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁸Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.48. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGKM ²		Sıklık	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	840.66	73.28**	4043.99	223.36**	45.99	1068.92**	2564.55	156.39**
Pastörizasyon süresi (B)	3	11.47	1.00ns	32.39	1.73ns	0.41	9.54**	2.87	0.17ns
AXB	9	98.64	2.87**	155.56	2.86**	0.09	0.68ns	10.61	0.22ns
Depolama (C)	2	15.62	2.04ns	8.95	0.74ns	0.07	2.51ns	31.10	2.84ns
AXC	6	32.22	1.40ns	9.24	0.26ns	0.09	1.08ns	3.53	0.11ns
BXC	6	44.33	1.93ns	47.01	1.30ns	0.02	0.24ns	15.35	0.47ns
AXBXC	18	125.49	1.82ns	126.87	1.17ns	0.09	0.34ns	16.92	0.17ns
Hata	48	183.54		289.68		0.69		262.38	

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz ²SGKM: Suya geçen kuru madde

Çizelge 4.49. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Katkılama					
Kontrol	24	100.50 ^a	145.91 ^a	3.13 ^c	71.50 ^c
Komb-1 ³	24	94.32 ^b	131.11 ^c	4.80 ^a	81.41 ^b
Komb-2 ⁴	24	93.58 ^b	134.25 ^b	4.79 ^a	83.92 ^a
Komb-3 ⁵	24	93.29 ^b	129.18 ^d	4.56 ^b	84.18 ^a
Pastörizasyon süresi (sn)					
PE ⁶	24	95.67 ^a	134.55 ^a	4.42 ^a	80.26 ^a
60	24	95.85 ^a	136.01 ^a	4.31 ^b	80.43 ^a
120	24	95.17 ^a	135.21 ^a	4.29 ^b	79.97 ^a
180	24	95.00 ^a	134.69 ^a	4.25 ^b	80.34 ^a
Depolama (gün)					
0	32	95.65 ^a	134.84 ^a	4.29 ^a	81.04 ^a
7 NP ⁷	32	94.85 ^a	134.97 ^a	4.34 ^a	79.99 ^a
7 MAP ⁸	32	95.75 ^a	135.54 ^a	4.30 ^a	79.73 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş, ⁷NP: Normal paketleme, ⁸MAP: Modifiye atmosferde paketleme

Suya geçen kuru madde miktarı: Makarna örneklerinin suya geçen kuru madde miktarı değerleri formülasyonlarında antioksidan+besinsel lif kombinasyonlarına yer verilmesi ile artmıştır. En yüksek artışlar kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 ilavesi ile gerçekleşmiştir. % 5 nar çekirdeği + % 15 yulaf lifinden oluşan kombinasyon-3'ün kullanımı ise suya geçen kuru madde miktarını diğer kombinasyonlara göre düşürmüştür. Burada nar çekirdeğinin daha önce de belirtilen antioksidan özelliği etkili olmuş olabilir. Antioksidan bileşiklerin nişasta çevresinde proteinler ile kompleks oluşturduğu ve pişme sırasında bunları tutarak fazla şişmelerini ve amiloz difüzyonunu kısıtladıkları Marinelli ve ark. (2015) tarafından rapor edilmiştir.

Pastörizasyon süresi ve depolama faktörleri suya geçen kuru madde miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ancak pastörizasyon süresindeki artış, makarnada suya geçen kuru madde miktarı üzerinde deskriptif bir azalmaya neden olmuş, bu daha önce belirtildiği gibi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.48).

Sıklık: Makarna formülasyonunda irmik ile yer değiştirme prensibine göre kullanılan antioksidan+lif kombinasyonlarının tamamı kontrol makarnadan daha yüksek sıklık değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Kombinasyon-2 ve kombinasyon-3 sıklık değerini daha fazla artırmıştır. Kontrol örneği % 100 irmikten üretilirken, kombinasyonlarda toplam % 20 oranında antioksidan+lif kaynağı kullanılmaktadır. Kombinasyon ilavesi ile hazırlanan örneklerde glutenin seyrelmesi daha sıkı yapının oluşmasına neden olmuş olabilir. Pastörizasyon süresi ve depolama faktörleri sıklık değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.48).

Yaş noodle örneklerinin tekstürel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, depolamanın ilk analiz günü olan 15. günde sıklık değerlerinin başlangıca göre azaldığı fakat bu azalışın istatistiksel açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir (Khouryieh ve ark., 2006).

4.4.1.3. Depolama ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları

Depolamanın ilk haftasında yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları Çizelge 4.50'de, pişirme işlemi sonrasında antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları Çizelge 4.51'de verilmiştir. Çiğ yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.52'de, pişirilmiş örneklerin aynı değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.53'de gösterilmiştir. Çiğ yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.54'de özetlenmiştir. Yaş makarna örneklerinin pişirildikten sonraki antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri ortalamalarının karşılaştırılma sonuçları ise Çizelge 4.55'de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katklama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün (NP ²)			7. gün (MAP ³)		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ⁴ (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ⁵	15.59±0.54	0.47±0.03	205.70±6.34	11.97±0.38	0.41±0.06	204.59±8.67	13.67±0.28	0.44±0.04	201.55±7.21
	60	14.52±0.55	0.46±0.07	202.61±7.77	11.27±0.27	0.39±0.07	201.79±7.50	14.08±0.51	0.42±0.08	199.43±5.85
	120	15.63±0.78	0.45±0.06	199.37±9.39	10.43±0.42	0.38±0.06	198.26±6.75	13.27±0.34	0.43±0.04	195.06±8.50
	180	16.22±0.82	0.47±0.16	195.39±9.33	10.89±0.57	0.39±0.08	196.47±8.63	13.18±0.76	0.44±0.06	194.85±8.71
Komb-1 ⁶	PE	48.41±1.03	0.77±0.06	799.43±8.95	39.76±0.82	0.66±0.10	798.17±9.53	45.97±0.78	0.71±0.10	797.80±6.01
	60	49.15±0.55	0.75±0.06	791.84±11.60	40.94±1.00	0.68±0.08	789.57±7.71	45.57±0.64	0.70±0.07	788.97±10.37
	120	48.19±0.75	0.78±0.08	783.67±13.44	39.78±0.68	0.65±0.06	781.61±3.46	47.21±0.44	0.71±0.08	779.15±8.05
	180	47.67±0.45	0.77±0.04	765.42±15.13	39.66±0.92	0.67±0.08	766.17±9.23	46.90±0.89	0.70±0.06	763.49±6.90
Komb-2 ⁷	PE	45.11±0.74	0.71±0.11	748.12±9.15	38.76±0.76	0.60±0.11	745.29±12.97	42.92±0.86	0.65±0.06	746.48±6.53
	60	44.68±0.44	0.72±0.08	744.39±10.04	37.59±0.88	0.59±0.06	743.19±6.62	42.97±0.65	0.64±0.11	742.87±10.86
	120	44.81±1.07	0.69±0.07	735.06±9.77	38.75±0.91	0.58±0.08	733.19±8.10	41.96±0.79	0.65±0.06	732.59±5.49
	180	46.10±2.11	0.71±0.10	719.31±10.93	39.04±0.45	0.61±0.10	716.80±13.94	42.55±0.74	0.64±0.07	715.97±8.90
Komb-3 ⁸	PE	50.01±1.17	0.85±0.07	733.76±9.43	43.27±0.64	0.70±0.04	732.91±10.21	47.21±0.57	0.77±0.08	732.59±9.05
	60	51.78±1.22	0.86±0.11	726.55±11.78	40.00±0.79	0.71±0.11	727.91±8.80	47.68±1.77	0.76±0.10	725.43±11.75
	120	49.96±0.54	0.83±0.04	719.02±13.55	41.53±0.95	0.72±0.08	715.49±13.53	46.91±1.03	0.75±0.06	717.98±12.47
	180	50.74±0.69	0.84±0.07	704.13±12.35	41.79±0.85	0.71±0.10	703.51±8.30	48.03±0.71	0.78±0.07	701.86±10.76

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²NP: Normal paketleme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketleme, ⁴TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ⁵PE: Pastörize edilmemiş, ⁶Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁸Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.51. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün (NP ²)			7. gün (MAP ³)		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ⁴ (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ⁵	13.99±0.44	0.43±0.03	198.09±8.53	10.32±0.79	0.38±0.07	198.23±8.44	12.24±0.21	0.42±0.07	197.56±5.85
	60	13.30±0.58	0.46±0.04	196.49±6.18	11.57±0.21	0.35±0.08	195.86±10.14	12.91±0.37	0.41±0.06	195.42±6.55
	120	14.11±0.79	0.42±0.03	193.75±7.34	10.49±0.52	0.36±0.11	193.22±6.83	11.76±0.40	0.41±0.03	192.56±7.38
	180	14.06±0.54	0.45±0.06	190.33±6.93	11.09±0.48	0.37±0.07	189.97±8.91	12.55±0.48	0.43±0.06	189.57±9.33
Komb-1⁶	PE	40.64±0.98	0.66±0.10	767.45±8.90	34.26±0.96	0.55±0.08	766.49±12.37	34.67±0.66	0.60±0.11	765.94±12.69
	60	39.37±1.97	0.67±0.03	759.34±8.03	33.27±0.72	0.54±0.14	757.01±10.01	35.40±0.81	0.62±0.07	757.76±9.33
	120	40.48±1.37	0.65±0.06	749.58±9.77	32.89±0.81	0.55±0.07	748.92±8.02	36.66±0.98	0.63±0.08	749.12±11.02
	180	39.41±0.68	0.64±0.06	739.85±10.41	33.59±0.99	0.53±0.08	739.22±10.55	35.20±0.76	0.61±0.13	738.64±9.45
Komb-2⁷	PE	38.11±1.03	0.61±0.06	721.19±11.67	31.79±1.32	0.50±0.08	719.64±12.77	34.08±0.95	0.55±0.10	720.58±8.82
	60	38.19±1.91	0.61±0.06	712.89±11.78	33.59±0.65	0.49±0.11	711.59±12.30	33.97±1.19	0.54±0.11	710.69±13.05
	120	39.59±1.60	0.60±0.07	704.31±11.07	33.27±0.83	0.51±0.08	702.79±9.79	33.76±0.78	0.56±0.07	703.86±9.48
	180	37.48±0.54	0.62±0.10	693.56±12.53	32.91±1.12	0.50±0.10	690.55±12.22	34.29±0.71	0.55±0.08	691.59±8.44
Komb-3⁸	PE	42.41±0.88	0.73±0.04	705.88±9.38	35.67±0.81	0.62±0.08	700.59±7.52	37.61±0.83	0.68±0.06	704.68±11.24
	60	40.56±0.54	0.73±0.08	696.85±9.07	35.01±0.64	0.63±0.11	696.72±10.25	35.19±0.95	0.67±0.11	695.11±7.82
	120	41.22±1.22	0.72±0.11	688.54±8.77	34.79±0.57	0.61±0.10	685.78±12.06	37.64±0.62	0.67±0.13	686.83±8.03
	180	42.19±1.00	0.74±0.08	676.81±10.38	35.42±0.99	0.61±0.11	679.53±7.44	36.23±1.00	0.66±0.08	674.59±11.55

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²NP: Normal paketlenme, ³MAP: Modifiye atmosferde paketlenme, ⁴TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ⁵PE: Pastörize edilmemiş, ⁶Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁷Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁸Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.52. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	17705.27	8565.85**	1.62	84.46**	5434754.4	19236.7**
Pastörizasyon süresi (B)	3	2.18	1.05ns	0.001	0.08ns	8693.4	30.78**
AXB	9	4.89	0.79ns	0.001	0.02ns	1387.2	1.64ns
Depolama (C)	2	827.28	600.34**	0.18	13.85**	88.9	0.47ns
AXC	6	62.67	15.16**	0.009	0.25ns	17.4	0.03ns
BXC	6	4.20	1.02ns	0.0007	0.02ns	9.0	0.02ns
AXBXC	18	26.18	2.11*	0.005	0.05ns	32.8	0.02ns
Hata	48	33.07		0.31		4519.6	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.53. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	10497.84	4199.96**	0.91	41.54**	4970277.4	17312.93**
Pastörizasyon süresi (B)	3	1.78	0.71ns	0.0001	0.006ns	6818.2	23.75**
AXB	9	12.30	1.64ns	0.003	0.05ns	951.4	1.10ns
Depolama (C)	2	481.53	288.97**	0.17	11.56**	32.2	0.17ns
AXC	6	41.39	8.28**	0.006	0.14ns	5.9	0.01ns
BXC	6	6.13	1.23ns	0.002	0.05ns	12.2	0.02ns
AXBXC	18	15.65	1.04ns	0.003	0.02ns	49.2	0.03ns
Hata	48	39.99		0.35		4593.4	

** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 4.54. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	24	13.39 ^d	0.43 ^d	199.59 ^d
Komb-1 ³	24	44.93 ^b	0.71 ^b	783.78 ^a
Komb-2 ⁴	24	42.10 ^c	0.65 ^c	735.27 ^b
Komb-3 ⁵	24	46.58 ^a	0.77 ^a	720.10 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	24	36.89 ^a	0.65 ^a	620.53 ^a
60	24	36.69 ^a	0.64 ^a	615.38 ^a
120	24	36.54 ^a	0.64 ^a	607.54 ^b
180	24	36.90 ^a	0.64 ^a	595.28 ^c
Depolama (gün)				
0	32	39.91 ^a	0.70 ^a	610.86 ^a
7 NP ⁷	32	32.84 ^c	0.59 ^c	609.68 ^a
7 MAP ⁸	32	37.51 ^b	0.64 ^b	608.50 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş, ⁷NP: Normal paketleme ⁸MAP: Modifiye atmosferde paketleme

Çizelge 4.55. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan Aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	24	12.37 ^d	0.41 ^d	194.25 ^d
Komb-1 ³	24	36.32 ^b	0.60 ^b	753.28 ^a
Komb-2 ⁴	24	35.09 ^c	0.55 ^c	706.94 ^b
Komb-3 ⁵	24	37.83 ^a	0.67 ^a	690.99 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	24	30.48 ^a	0.56 ^a	597.19 ^a
60	24	30.19 ^a	0.56 ^a	590.48 ^b
120	24	30.56 ^a	0.56 ^a	583.27 ^c
180	24	30.37 ^a	0.56 ^a	574.52 ^d
Depolama (gün)				
0	32	33.44 ^a	0.61 ^a	587.18 ^a
7 NP ⁷	32	28.12 ^c	0.51 ^c	586.01 ^a
7 MAP ⁸	32	29.64 ^b	0.56 ^b	585.91 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş, ⁷NP: Normal paketleme ⁸MAP: Modifiye atmosferde paketleme

Çiğ ve pişmiş makarna örneklerinde katkılama faktörü; antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı üzerinde p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53).

Pastörizasyon süresi faktörü çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde önemli (p<0.01) bulunurken, depolama faktörü çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları üzerinde p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53).

Antioksidan aktivite: Hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde tüm kombinasyonlar kontrol örnekten daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55). Kombinasyonlar içinde de sırasıyla kombinasyon-3, kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 yüksek antioksidan aktiviteye sahip makarnaların elde edilmesini sağlamıştır.

Pastörizasyon süresine bağlı olarak çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinde istatistiki bir değişim gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53). Yapılan bir araştırmada, 90 °C'de 180 sn süreyle pastörizasyon işlemi uygulamasının makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Marinelli ve ark., 2015).

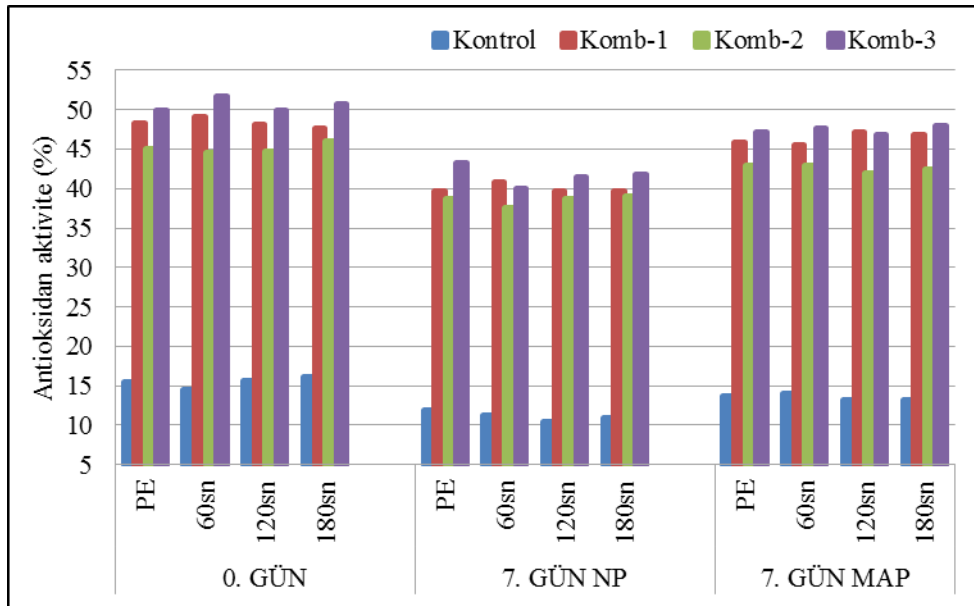
Antioksidan aktivite değerleri depolama faktörü açısından değerlendirildiğinde; hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örnekleri için en düşük antioksidan aktivite değerleri 7 gün normal paketlenmiş örneklerde belirlenmiş, bunu sırasıyla artan

değerlerde MAP uygulanmış makarna örnekleri ile, henüz depolamanın başlangıcında olan makarna örnekleri izlemiştir.

Depolama ile antioksidan aktivitenin azaldığı, MAP uygulaması ile normal paketlemeye göre bu azalışın kısmen düşürüldüğü görülmüştür (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55). MAP uygulamaları ile paket içerisindeki oksijen kısmen veya tamamen uzaklaştırılmakta, böylece antioksidan bileşiklerin stabilitesi bir süre daha korunabilmektedir.

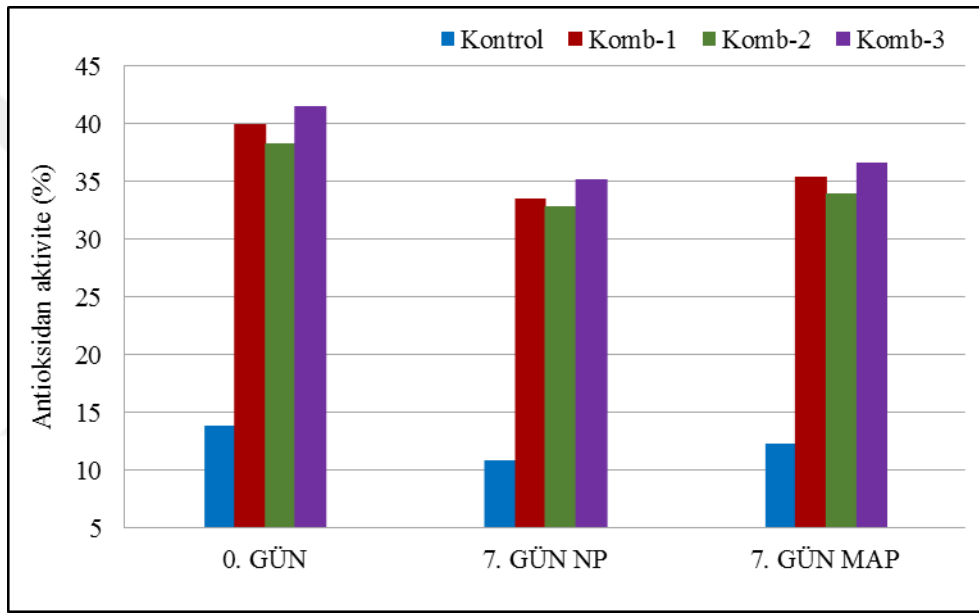
Oliveira ve ark. (2015), pastörize edilmiş çilek püresinin depolanması üzerine yaptıkları araştırmada, buzdolabı şartlarında depolama ile ortamda oksijenin bulunmadığı MAP uygulamasının antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin daha yüksek bir stabiliteye sahip olmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivitesi değerleri “*katılama x pastörizasyon süresi x depolama*” interaksiyonundan $p < 0.05$ düzeyinde önemli etkilenmiştir (Şekil 4.37). 7 günlük depolama sürecinde her iki paketleme şeklinde de kontrol örneği tüm pastörizasyon sürelerinde kombinasyonlara kıyasla daha düşük antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. Ayrıca MAP uygulaması ile kontrol ve kombine örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin tüm pastörizasyon sürelerinde normal paketlenenlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.37. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili “*katılama x pastörizasyon süresi x depolama*” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Normal ve modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivitesi değerleri “*katkılama x depolama*” interaksyonundan önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilenmiştir. Bu interaksyona ait grafik Şekil 4.38’de verilmiştir. Depolamanın 7. gününde hem normal paketleme hem de MAP uygulaması ile daha düşük antioksidan aktivite değerleri görülmekle birlikte MAP uygulanmış örneklerin tümünde antioksidan aktivite normal paketlenenlere kıyasla daha yüksek olmuştur. Kontrol örneği her iki paketleme şeklinde de kombine örneklerle göre daha düşük antioksidan aktivite değerini verirken, 7 günlük depolama süresince hem normal paketlenmiş hem de MAP uygulanmış kombinasyon-3 örneği, kombinasyon-1 ve kombinasyon-2’den yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmuştur.



Şekil 4.38. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili “*katkılama x depolama*” interaksyonu

Toplam fenolik madde: Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde toplam fenolik madde değerleri katkılama açısından değerlendirildiğinde, antioksidan aktivite değerlerine paralel bir gidişin gerçekleştiği görülmektedir. Kombinasyon-3 ilavesi ile hazırlanan örnekler en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerini vermiş, bunu kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 içeren örnekler takip etmiştir (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55).

Sonuçlar pastörizasyon süresi açısından değerlendirildiğinde, antioksidan aktivite değerlerinde olduğu gibi, pastörizasyon süresinin toplam fenolik madde miktarı

değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Bu durum hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde aynı şekilde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55)

7 günlük depolama süresinin sonunda, hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerleri kombinasyon-3'de belirlenmiştir. 7 günlük depolama sonunda hem normal paketleme hem de MAP uygulaması ile toplam fenolik madde miktarında azalma gerçekleşmiştir. Antioksidan aktivite değerlerinde olduğu gibi MAP uygulamasının, depolama sonundaki toplam fenolik madde miktarındaki düşüşü, normal paketlemeye göre azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55). MAP tekniği ile oksidasyona sebep olan oksijenin paket ortamından uzaklaştırılmasının antioksidan özellik gösteren çeşitli aktif bileşiklerin korunmasında etkili olduğu bildirilmektedir (Pradas-Baena ve ark., 2015)

Fitik asit: Sonuçlar katkılama açısından değerlendirildiğinde, farklı kombinasyonlarla hazırlanan makarna örneklerinin fitik asit miktarının irmikten hazırlanan kontrol örneğine göre yüksek olduğu görülmektedir.

Pastörizasyon süresinin çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin fitik asit miktarları üzerindeki etkisi önemli bulunmuş olup, 120 sn ve üzerindeki pastörizasyon süresinin fitik asit miktarında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.55). Bu durum PÖYM örneklerinin fitik asit analizi sonuçlarında da belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

7 günlük depolama süresi sonunda hem çiğ hem de pişirilmiş makarnaların fitik asit miktarı değerlerinde istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Kısa depolama süresi yaş makarnaların fitik asitin miktarını değiştirmemiştir (Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53).

Literatürde, depolama sürecinde fitik asitte meydana gelen değişimler genellikle tahıl taneleri üzerinde yapılan çalışmalarda yer almış olup bu çalışmalarda sıcaklık ve nemin fitat miktarında azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir (Ockendan ve ark., 1997). Moscoso ve ark. (1984), fasulye örneklerini iki farklı sıcaklıkta 9 ay süreyle depolamış ve fitik asit içeriklerindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 32 °C'de depolanan örneklerin fitat fosforu içeriğinde azalma gözlemlenirken, 2 °C'de depolanan örneklerin fitat fosforu içeriklerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. Yapılan bu çalışmada depolama işleminin buzdolabı koşullarında yapılması ve şartların depolama süresince sabit olması sebebiyle fitat fosforu miktarında önemli bir değişiklik olmamış olabileceği düşünülmektedir.

Genel bir değerlendirme ile çiğ örnekler, pişirilmiş örnekler ile karşılaştırıldığında, pişirme işlemi ile makarna örneklerinde antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerinin tamamının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.54 ve Çizelge 4.55).

4.4.2. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin analiz sonuçları

4.4.2.1. Depolama sürecinde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin renk değerleri

Renk ölçümleri yine çiğ ve pişirilmiş örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 21 günlük depolamada elde edilen sonuçlar istatistik analizleri ile verilmiştir. Daha önce de ifade edildiği gibi sadece 28-52 gün arasındaki sonuçlar çizelgeler halinde özetlenmiştir. Çiğ makarnalara ait renk ölçümü sonuçları Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57’de, pişirilmiş makarnalara ait renk ölçüm sonuçları ise Çizelge 4.58 ve Çizelge 4.59’da verilmiştir. Çiğ örneklerin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.60’da, pişirilmiş makarna örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.61’de özetlenmiştir. Çiğ yaş makarna örneklerinin renk değeri ortalamalarının karşılaştırılması sonuçları Çizelge 4.62’de özetlenmiştir. Makarna örneklerinin pişirildikten sonraki renk değerleri ortalamalarının karşılaştırılması sonuçları ise Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Depolamanın 28-52 günü arasındaki makarna renk ölçüm değerleri ise Çizelge 4.64 ve Çizelge 4.67 arasında verilmiştir.

Katkılama faktörünün etkisi, çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61). Pastörizasyon süresi faktörünün etkisi ise çiğ makarnaların L^* ve hue değerleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde, pişirilmiş makarnaların hue değeri üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolama süresi faktörünün etkisi ise hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , b^* , SI ve hue değerleri üzerinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61).

L^* (parlaklık) değeri: 7 günlük depolama süresinde olduğu gibi hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde formülasyonda kombinasyon-3’e yer verilmesi en düşük L^* değerinin elde edilmesine neden olmuştur (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).

Çizelge 4.56. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	66.49±0.18	-2.57±0.09	39.12±0.14	66.21±0.13	-2.72±0.10	36.53±0.16
	60	66.74±0.26	-2.77±0.04	38.60±0.14	65.67±0.20	-2.69±0.04	35.97±0.23
	120	66.36±0.16	-2.75±0.02	38.25±0.23	65.24±0.17	-2.49±0.03	37.88±0.20
	180	66.08±0.07	-2.63±0.04	38.75±0.28	65.08±0.11	-2.59±0.07	36.09±0.13
Komb-1 ³	PE	52.34±0.14	8.41±0.14	24.28±0.11	50.26±0.10	7.76±0.08	23.06±0.13
	60	51.08±0.13	8.37±0.06	23.50±0.16	50.00±0.14	8.51±0.06	23.75±0.16
	120	49.49±0.10	8.17±0.11	24.14±0.24	49.28±0.16	8.04±0.11	21.39±0.23
	180	48.03±0.13	7.86±0.10	23.34±0.16	48.28±0.12	8.12±0.04	22.80±0.17
Komb-2 ⁴	PE	51.41±0.17	8.95±0.08	25.19±0.13	48.89±0.18	8.89±0.11	23.21±0.11
	60	50.07±0.11	8.89±0.07	25.26±0.14	48.12±0.10	8.49±0.08	24.32±0.27
	120	48.57±0.13	8.93±0.07	25.95±0.10	47.57±0.13	8.84±0.07	23.83±0.13
	180	47.03±0.11	8.95±0.04	24.90±0.13	47.29±0.14	8.85±0.06	23.38±0.11
Komb-3 ⁵	PE	48.43±0.13	9.10±0.11	21.01±0.07	47.19±0.27	8.88±0.06	16.19±0.14
	60	47.82±0.14	9.08±0.14	21.35±0.28	46.24±0.13	9.75±0.10	16.77±0.11
	120	46.15±0.10	9.14±0.03	20.46±0.17	45.43±0.20	8.86±0.08	17.05±0.16
	180	44.04±0.12	9.12±0.08	20.89±0.11	45.04±0.11	9.52±0.09	16.70±0.17

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.56. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14.gün			21. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	66.14±0.17	-2.52±0.04	34.93±0.10	65.10±0.10	-2.58±0.07	34.59±0.10
	60	65.08±0.11	-2.61±0.03	34.72±0.14	64.99±0.27	-2.67±0.07	33.86±0.08
	120	65.39±0.16	-2.58±0.10	33.52±0.11	63.52±0.11	-2.49±0.10	32.94±0.21
	180	61.09±0.25	-2.67±0.06	33.24±0.07	62.26±0.16	-2.60±0.04	33.14±0.11
Komb-1 ³	PE	48.16±0.14	7.90±0.11	21.29±0.11	49.12±0.16	8.34±0.03	20.44±0.14
	60	49.95±0.20	7.96±0.09	20.61±0.25	48.30±0.14	8.42±0.06	20.26±0.11
	120	98.47±0.11	8.29±0.08	22.39±0.07	47.85±0.18	8.54±0.07	20.79±0.16
	180	48.38±0.08	8.51±0.13	23.24±0.17	47.10±0.23	7.59±0.11	21.82±0.14
Komb-2 ⁴	PE	47.20±0.20	9.07±0.09	21.88±0.11	47.32±0.17	8.64±0.10	20.49±0.13
	60	48.09±0.13	8.45±0.07	22.09±0.16	46.89±0.10	8.06±0.08	20.57±0.11
	120	47.62±0.16	8.94±0.10	21.38±0.21	46.21±0.18	9.10±0.07	21.19±0.16
	180	48.09±0.14	8.73±0.06	21.17±0.13	46.03±0.14	8.98±0.14	20.74±0.21
Komb-3 ⁵	PE	45.67±0.17	9.02±0.11	14.23±0.08	45.21±0.17	9.56±0.10	13.36±0.13
	60	44.21±0.25	9.15±0.14	14.71±0.11	44.09±0.14	9.33±0.07	13.04±0.14
	120	44.12±0.13	8.57±0.11	15.39±0.16	43.35±0.16	8.84±0.14	13.57±0.10
	180	43.55±0.11	9.45±0.08	15.17±0.17	42.75±0.18	8.59±0.04	13.29±0.13

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.57. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün		7. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	39.20±0.13	93.75±0.15	36.63±0.16	94.26±0.14
	60	38.70±0.14	94.10±0.05	36.07±0.23	94.28±0.04
	120	38.35±0.23	94.12±0.00	37.96±0.20	93.72±0.06
	180	38.84±0.28	93.88±0.09	36.18±0.12	94.10±0.13
Komb-1 ³	PE	25.70±0.15	70.90±0.22	24.33±0.10	71.41±0.27
	60	24.95±0.13	70.40±0.24	25.23±0.13	70.29±0.24
	120	25.49±0.19	71.30±0.41	22.85±0.25	69.40±0.06
	180	25.58±0.12	72.10±0.32	24.20±0.17	70.40±0.04
Komb-2 ⁴	PE	26.73±0.09	70.44±0.26	24.85±0.07	69.04±0.34
	60	26.78±0.16	70.61±0.04	25.76±0.28	70.76±0.02
	120	27.44±0.07	71.01±0.21	25.42±0.14	69.65±0.05
	180	26.46±0.13	70.23±0.01	25.00±0.09	69.27±0.21
Komb-3 ⁵	PE	22.90±0.11	66.58±0.06	18.46±0.15	61.26±0.05
	60	23.20±0.32	66.58±0.19	19.40±0.15	59.83±0.10
	120	22.41±0.14	66.96±0.05	19.21±0.18	62.54±0.01
	180	22.79±0.14	65.93±0.24	19.22±0.19	60.32±0.03

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.57. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve Hue değerleri (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14. gün		21. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	35.02±0.05	94.13±0.08	34.69±0.09	94.27±0.13
	60	34.82±0.14	94.30±0.03	33.97±0.08	94.51±0.13
	120	33.62±0.11	94.40±0.18	33.03±0.20	94.32±0.20
	180	33.35±0.07	94.59±0.11	33.24±0.12	94.49±0.06
Komb-1 ³	PE	22.70±0.06	69.64±0.36	22.08±0.12	67.80±0.21
	60	22.09±0.20	68.89±0.45	21.94±0.13	67.43±0.02
	120	23.88±0.09	69.68±0.13	22.48±0.12	67.67±0.32
	180	24.75±0.12	69.89±0.41	23.10±0.10	70.82±0.44
Komb-2 ⁴	PE	23.68±0.07	67.49±0.32	22.24±0.08	67.14±0.36
	60	23.65±0.12	69.06±0.30	22.09±0.07	68.60±0.31
	120	23.17±0.23	67.30±0.06	23.06±0.17	66.76±0.01
	180	22.90±0.10	67.59±0.25	22.60±0.25	66.59±0.12
Komb-3 ⁵	PE	16.85±0.13	57.63±0.17	16.43±0.05	54.41±0.54
	60	17.32±0.17	58.12±0.20	16.03±0.07	54.42±0.50
	120	17.62±0.08	60.89±0.57	16.20±0.01	56.92±0.61
	180	17.87±0.10	58.07±0.49	15.82±0.08	57.12±0.38

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.58. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	74.38±0.16	-4.87±0.10	18.92±0.18	72.95±0.23	-4.95±0.10	18.76±0.24
	60	74.24±0.35	-4.79±0.05	19.05±0.16	73.69±0.37	-4.75±0.06	18.61±0.16
	120	73.90±0.18	-4.92±0.25	19.64±0.18	72.61±0.21	-4.84±0.08	19.13±0.11
	180	73.85±0.17	-4.89±0.18	19.30±0.24	73.56±0.11	-5.02±0.10	18.14±0.13
Komb-1 ³	PE	56.64±0.22	3.06±0.12	18.37±0.14	55.04±0.17	3.40±0.11	17.95±0.10
	60	56.91±0.21	3.18±0.07	18.09±0.13	56.18±0.23	3.23±0.13	16.15±0.17
	120	56.47±0.15	3.13±0.09	18.07±0.17	56.02±0.28	3.23±0.09	17.93±0.14
	180	56.25±0.13	3.31±0.16	18.23±0.16	55.36±0.35	3.12±0.10	17.23±0.16
Komb-2 ⁴	PE	54.70±0.25	3.95±0.09	18.45±0.20	53.42±0.21	4.42±0.16	17.97±0.17
	60	54.64±0.16	4.04±0.20	18.86±0.16	52.37±0.38	3.80±0.07	17.65±0.20
	120	54.62±0.24	3.89±0.12	18.65±0.13	52.66±0.17	3.96±0.10	18.06±0.27
	180	54.79±0.28	3.92±0.07	18.57±0.13	54.05±0.25	3.73±0.21	17.98±0.11
Komb-3 ⁵	PE	51.30±0.17	5.18±0.05	17.64±0.18	50.94±0.14	5.28±0.08	15.57±0.13
	60	51.30±0.17	5.22±0.06	17.52±0.18	51.49±0.17	5.36±0.16	16.97±0.16
	120	50.99±0.27	5.36±0.23	17.43±0.16	51.73±0.23	5.26±0.10	16.17±0.21
	180	51.47±0.14	5.27±0.10	17.48±0.20	50.27±0.16	5.11±0.08	16.83±0.16

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.58. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14.gün			21. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	72.48±0.16	-4.88±0.11	18.49±0.18	72.39±0.25	-4.71±0.07	17.15±0.18
	60	73.18±0.28	-4.94±0.10	17.83±0.23	71.54±0.14	-4.73±0.11	18.41±0.23
	120	72.73±0.24	-4.88±0.03	17.95±0.17	72.52±0.23	-4.90±0.08	17.18±0.11
	180	73.58±0.11	-4.75±0.08	17.94±0.13	71.91±0.21	-4.89±0.07	17.29±0.16
Komb-1 ³	PE	54.68±0.16	2.97±0.13	16.16±0.07	53.10±0.21	3.02±0.14	15.06±0.13
	60	53.82±0.27	3.59±0.11	16.07±0.14	52.49±0.10	3.47±0.10	15.41±0.07
	120	53.11±0.21	3.11±0.07	16.14±0.21	52.98±0.18	3.26±0.11	16.14±0.13
	180	54.25±0.11	3.37±0.08	16.11±0.17	52.41±0.17	3.04±0.10	16.03±0.21
Komb-2 ⁴	PE	52.34±0.28	4.38±0.13	15.11±0.27	52.09±0.18	3.71±0.17	15.79±0.13
	60	53.23±0.11	3.42±0.16	16.30±0.16	51.46±0.17	3.66±0.08	16.22±0.25
	120	53.02±0.68	3.89±0.07	16.51±0.19	51.89±0.16	4.12±0.11	16.31±0.16
	180	52.80±0.23	4.25±0.16	16.30±0.22	51.94±0.21	4.35±0.13	15.87±0.20
Komb-3 ⁵	PE	49.15±0.17	4.94±0.13	15.32±0.23	48.53±0.16	5.50±0.17	15.29±0.16
	60	50.26±0.21	5.23±0.13	15.12±0.17	47.69±0.17	5.23±0.06	13.86±0.18
	120	50.66±0.13	5.53±0.10	14.38±0.16	48.23±0.21	5.18±0.11	12.55±0.21
	180	49.90±0.18	5.05±0.06	14.64±0.20	47.91±0.13	5.03±0.14	14.06±0.18

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.59. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün		7. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	19.54±0.20	104.44±0.15	19.40±0.26	104.78±0.10
	60	19.64±0.14	104.12±0.26	19.21±0.14	104.32±0.28
	120	20.25±0.11	104.05±0.81	19.73±0.13	104.20±0.16
	180	19.91±0.19	104.20±0.66	18.82±0.10	105.47±0.39
Komb-1 ³	PE	18.62±0.16	80.55±0.28	18.27±0.12	79.28±0.29
	60	18.37±0.11	80.03±0.29	16.47±0.19	78.69±0.32
	120	18.34±0.18	80.18±0.18	18.22±0.15	79.80±0.20
	180	18.53±0.18	79.70±0.41	17.51±0.17	79.73±0.22
Komb-2 ⁴	PE	18.87±0.18	77.91±0.38	18.51±0.20	76.18±0.34
	60	19.29±0.20	77.91±0.48	18.05±0.21	77.85±0.09
	120	19.05±0.15	78.23±0.28	18.49±0.28	77.63±0.12
	180	18.98±0.14	78.08±0.12	18.36±0.15	78.28±0.58
Komb-3 ⁵	PE	18.39±0.19	73.63±0.00	16.44±0.15	71.27±0.14
	60	18.28±0.16	73.40±0.34	17.80±0.20	72.47±0.33
	120	18.24±0.22	72.91±0.54	17.00±0.23	71.98±0.10
	180	18.26±0.22	73.22±0.12	17.59±0.17	73.11±0.12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.59. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve Hue değerleri (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14. gün		21. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	19.12±0.15	104.79±0.47	17.79±0.20	105.36±0.06
	60	18.50±0.19	105.49±0.48	19.01±0.25	104.41±0.16
	120	18.60±0.16	105.21±0.22	17.87±0.13	105.92±0.16
	180	18.56±0.14	104.83±0.15	17.97±0.17	105.79±0.08
Komb-1 ³	PE	16.43±0.04	79.59±0.48	15.36±0.15	78.66±0.42
	60	16.47±0.11	77.41±0.49	15.80±0.09	77.31±0.29
	120	16.44±0.22	79.09±0.10	16.47±0.10	78.58±0.47
	180	16.46±0.19	78.18±0.17	16.32±0.19	79.26±0.48
Komb-2 ⁴	PE	15.73±0.22	73.83±0.72	16.22±0.16	76.78±0.48
	60	16.66±0.18	78.15±0.41	16.63±0.27	77.29±0.09
	120	16.96±0.20	76.74±0.09	16.82±0.18	75.82±0.24
	180	16.84±0.25	75.38±0.32	16.46±0.16	74.30±0.35
Komb-3 ⁵	PE	16.10±0.20	72.13±0.18	16.25±0.20	70.22±0.38
	60	16.00±0.20	70.92±0.23	14.81±0.19	69.33±0.05
	120	15.41±0.18	68.97±0.14	13.58±0.24	67.57±0.10
	180	15.49±0.21	70.97±0.04	14.93±0.22	70.32±0.27

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.60. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	7757.33	103963.9**	3088.36	137950.2**	6358.80	89158.37**	4955.19	75195.8**	20261.63	107419.7**
Pastörizasyon süresi (B)	3	88.19	1181.99**	0.01	0.58ns	0.04	0.50ns	0.02	0.36ns	2.78	14.75**
AXB	9	5.82	26.02**	2.58	38.41**	11.51	53.79**	9.42	47.63**	32.55	57.52**
Depolama süresi (C)	3	113.78	1524.86**	0.03	1.47ns	485.74	6810.65**	426.20	6467.59**	293.05	1553.64**
AXC	9	5.10	22.77**	0.49	7.37**	52.76	246.58**	39.53	199.96**	294.92	521.19**
BXC	9	12.00	53.58**	1.62	24.07**	2.09	9.86**	2.41	12.17**	9.27	16.37**
AXBXC	27	39.76	59.21**	3.72	18.47**	25.13	39.15**	24.89	41.96**	29.68	17.48**
Hata	64		1.59		0.48		1.52		1.41		4.02

** p<0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.61. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	10375.84	67872.32**	2008.86	47566.4**	117.26	1279.32**	105.59	1040.47**	21225.27	62735.7**
Pastörizasyon süresi (B)	3	0.01	0.07ns	0.01	0.28ns	0.005	0.05ns	0.02	0.20ns	1.18	3.48*
AXB	9	3.11	6.79**	1.20	9.48**	6.98	25.39**	5.63	18.49**	30.38	29.94**
Depolama süresi (C)	3	152.20	995.58**	0.007	0.18ns	136.25	1486.57**	127.62	1257.60**	51.50	152.21**
AXC	9	18.68	40.73**	0.09	0.75ns	10.87	39.53**	9.54	31.33**	63.36	62.42**
BXC	9	4.82	10.51**	0.51	4.05**	1.76	6.42**	1.60	5.24**	11.06	10.90**
AXBXC	27	13.13	9.54**	2.45	6.46**	16.00	19.40**	15.41	16.88**	32.80	10.77**
Hata	64		3.26		0.90		1.96		2.16		7.22

** p<0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü

Çizelge 4.62. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	32	65.09 ^a	-2.62 ^d	35.76 ^a	35.85 ^a	94.20 ^a
Komb-1 ²	32	49.13 ^b	8.17 ^c	22.38 ^c	23.83 ^c	69.88 ^b
Komb-2 ³	32	47.90 ^c	8.80 ^b	22.85 ^b	24.49 ^b	68.85 ^c
Komb-3 ⁴	32	45.21 ^d	9.12 ^a	16.45 ^d	18.86 ^d	60.46 ^d
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	32	52.82 ^a	5.88 ^a	24.36 ^a	25.78 ^a	73.13 ^c
60	32	52.33 ^b	5.86 ^a	24.34 ^a	25.75 ^a	73.28 ^b
120	32	51.54 ^c	5.87 ^a	24.38 ^a	25.76 ^a	73.47 ^a
180	32	50.63 ^d	5.86 ^a	24.35 ^a	25.74 ^a	73.49 ^a
Depolama süresi (gün)						
0	32	53.13 ^a	5.89 ^a	27.25 ^a	28.47 ^a	75.55 ^a
7	32	52.24 ^b	5.88 ^a	24.93 ^b	26.30 ^b	73.78 ^b
14	32	51.33 ^c	5.85 ^a	23.12 ^c	24.58 ^c	72.60 ^c
21	32	50.63 ^d	5.85 ^a	22.13 ^d	23.69 ^d	71.45 ^d

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş

Çizelge 4.63. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Katkılama						
Kontrol	32	73.09 ^a	-4.86 ^d	18.36 ^a	18.99 ^a	104.84 ^a
Komb-1 ²	32	54.73 ^b	3.22 ^c	16.82 ^c	17.13 ^c	79.13 ^b
Komb-2 ³	32	53.13 ^c	3.97 ^b	17.16 ^b	17.62 ^b	76.92 ^c
Komb-3 ⁴	32	50.11 ^d	5.23 ^a	15.68 ^d	16.53 ^d	71.40 ^d
Pastörizasyon süresi (sn)						
PE ⁵	32	57.76 ^a	1.90 ^a	17.00 ^a	17.56 ^a	83.09 ^{ab}
60	32	57.78 ^a	1.89 ^a	17.01 ^a	17.56 ^a	83.07 ^{ab}
120	32	57.76 ^a	1.90 ^a	17.02 ^a	17.59 ^a	82.93 ^b
180	32	57.77 ^a	1.88 ^a	17.00 ^a	17.56 ^a	83.20 ^a
Depolama süresi (gün)						
0	32	59.15 ^a	1.88 ^a	18.39 ^a	18.91 ^a	83.91 ^a
7	32	58.27 ^b	1.90 ^a	17.57 ^b	18.12 ^b	83.44 ^b
14	32	57.45 ^c	1.89 ^a	16.27 ^c	16.86 ^c	82.61 ^c
21	32	56.19 ^d	1.90 ^a	15.79 ^d	16.39 ^d	82.33 ^d

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁵PE: Pastörize edilmemiş

Sonuçlar pastörizasyon süresi faktörüne göre değerlendirildiğinde, yine 7 günlük depolanmış örneklerde elde edilen sonuçlara benzer şekilde, artan pastörizasyon süresi çığ makarnaların L^* değerinin azalmasına neden olmuş (Çizelge 4.62), pişirilmiş makarna örneklerinde ise pastörizasyonun L^* renk değeri üzerindeki etkisi ortadan kalkmıştır.

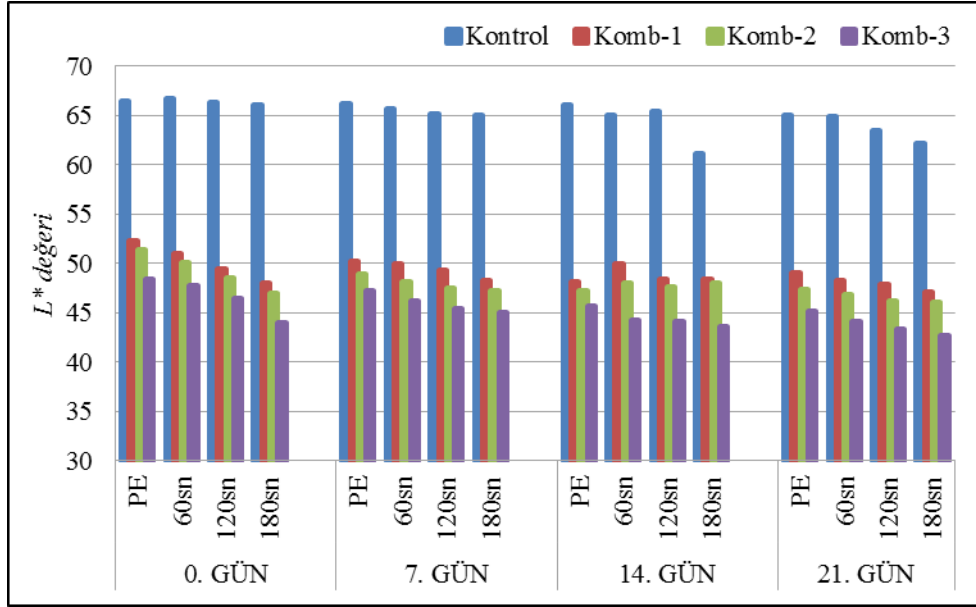
21 günlük depolama süresi boyunca hem çığ hem de pişirilmiş makarna örneklerinin L^* değerinde düşüş olmuştur (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).

Daha önce ifade edildiği gibi L^* değerindeki azalmanın nişasta retrogradasyonuna bağlı koyulaşma ve matlaşmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Khouryeh ve ark. (2006), yaş noodle örneklerinin renk değerlerini depolama boyunca takip etmişler ve çığ örneklerde L^* değerinin 30 günlük depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda L^* değeri ile birlikte b^* değerine de azalma gözlenmiştir. Pişirilmiş noodle örneklerinde de L^* değerinde azalma olmuş, fakat istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

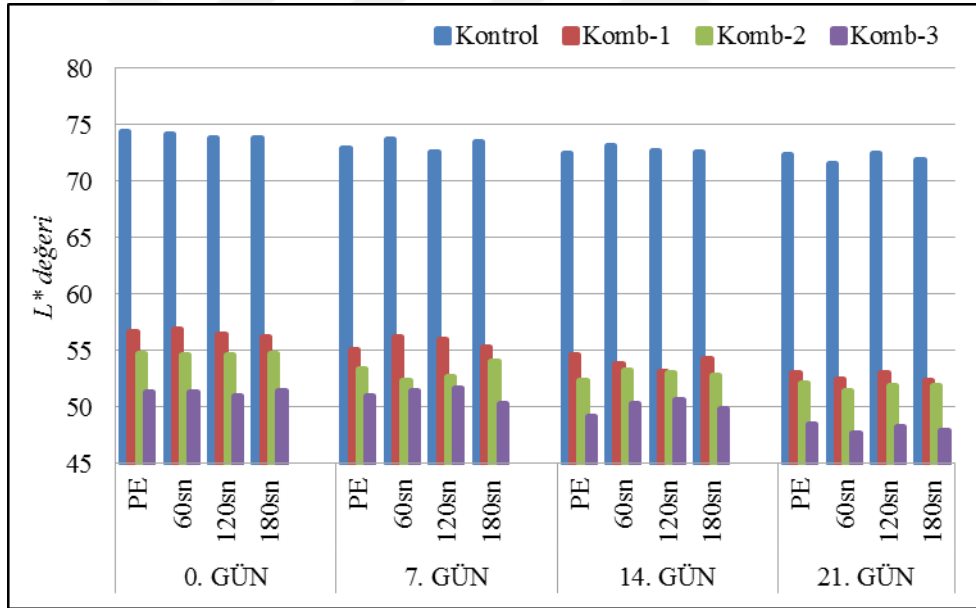
21 günlük depolama süresince yaş makarna örneklerinin çığ olarak L^* değerleri “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilenmiş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.39’da görülmektedir. Depolama süresince kontrol örneği pastörizasyon sürelerinin tümünde kombine örneklerle göre daha yüksek L^* değerine sahip olmuştur. Genel olarak kontrol ve kombine örneklerin tümünde depolama süresi boyunca L^* değerinde pastörizasyon süresine bağlı olarak azalma gözlenmiştir.

Yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak L^* değerleri depolama süresince “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilenmiştir. İnteraksiyon grafiği Şekil 4.40’da verilmiştir. 21 günlük süreçte yaş makarna örneklerinin tümünün L^* değerinde azalma gözlenmiştir. Kombine örneklerin L^* değerleri tüm depolama boyunca kontrol örneğine kıyasla düşük olmuş, en düşük değerler tüm pastörizasyon sürelerinde kombinasyon-3 örneğinde tespit edilmiştir.

a^* (kırmızılık) değeri: Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında hem çığ hem de pişmiş makarna örneklerinde kombinasyon ilaveli olarak hazırlananlar daha yüksek kırmızılık değerinin elde edilmesini sağlamıştır (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).



Şekil 4.39. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

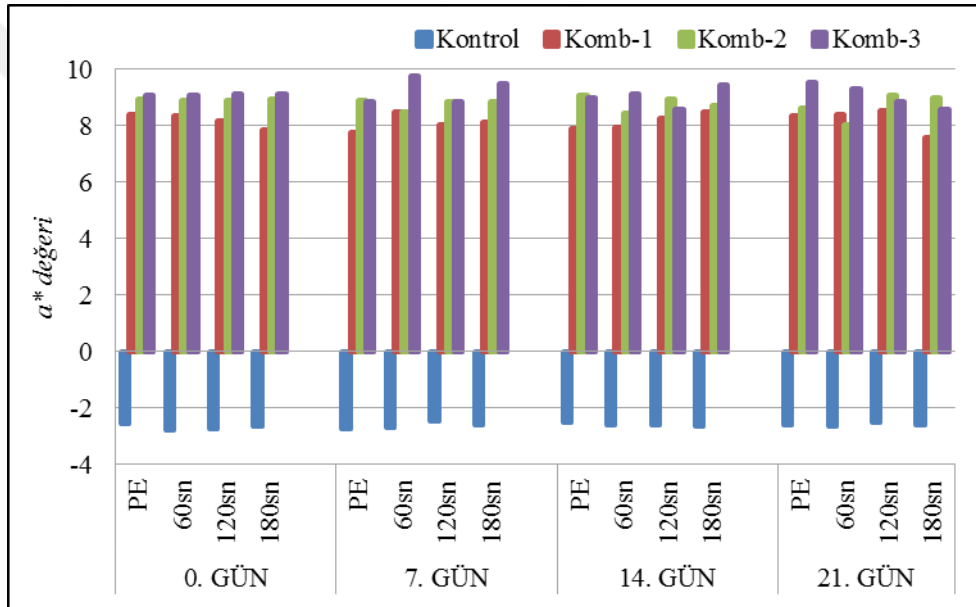


Şekil 4.40. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak L^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

7 günlük depolamada olduğu gibi, hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde pastörizasyon süresinin makarna a^* değeri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 4.63).

Sonuçlar depolama faktörü açısından değerlendirildiğinde, hem çiğ hem de pişmiş makarna örneklerinde a^* değeri depolama boyunca istatistiki olarak bir değişim göstermemiştir (Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61).

Depolama süresince yaş makarna örneklerinin çiğ olarak a^* değerleri üzerinde “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.41’de verilmiştir. Kontrol örneği depolama boyunca pastörizasyon sürelerinin tümünde kombine örneklere kıyasla daha düşük a^* değerine sahip olmuştur. Kontrol ve kombine örneklerin a^* değerlerinde depolama süresine ve katkılamaya göre farklılık gözlenmekte ise de pastörizasyon süresine bağlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

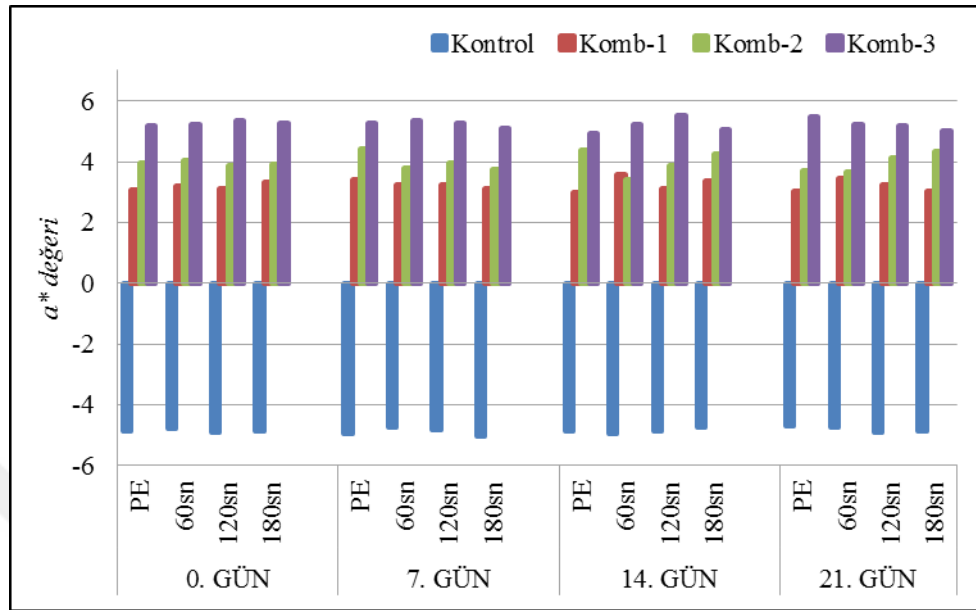


Şekil 4.41. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Depolama boyunca yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak a^* değerleri “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilenmiş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.42’de verilmiştir. Kontrol ve kombine örneklerin a^* değerlerinde genel olarak depolama ve pastörizasyon sürelerine bağlı olarak değişiklik gözlenmemekle birlikte kontrol örneğinde değerler tüm kombine örneklere kıyasla düşük bulunmuştur.

b^* (sarılık) değeri: Ortalamaların karşılaştırılması sonuçlarına göre çiğ ve pişmiş makarna örneklerinde makarna üretiminde kullanılan tüm kombinasyonlar b^*

değerinin kontrol makarna örneğine göre azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).



Şekil 4.42. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak a^* değerleri üzerinde etkili “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

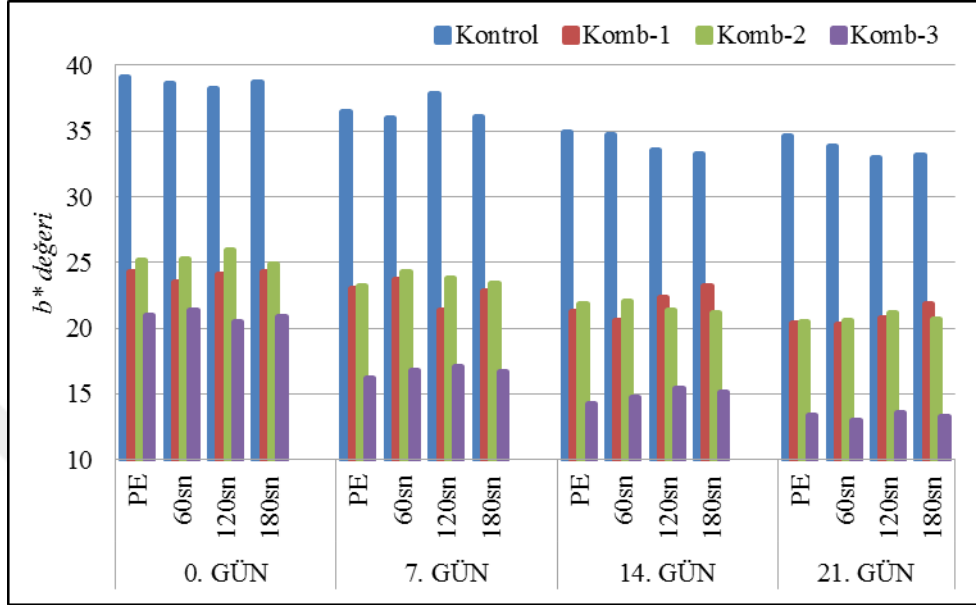
Bu sonuçlar 7 günlük depolama sonuçlarında da gözlenmiştir (Çizelge 4.45). Daha önce de ifade edildiği gibi b^* değerindeki bu düşüş katkılama ile makarna formülasyonundaki irmik oranının seyrelmesine bağlı beklenen bir sonuçtur.

Sonuçlar pastörizasyon süresi bakımından değerlendirildiğinde, çiğ ve pişmiş makarna örneklerine uygulanan pastörizasyon süresi, çiğ ve pişirilmiş makarnaların b^* değeri üzerinde istatistiki bir değişikliğe neden olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61).

Sonuçlar depolama süresi bakımından değerlendirildiğinde, 21 günlük depolama süresi boyunca makarnaların b^* değerinde düşüş gözlenmiştir (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63). Daha önceki kısımda da ifade edildiği gibi, depolama süresi boyunca muhtemelen lipoksigenaz enziminin aktivitesi, sarı renk pigmentlerini parçalayarak sarılık değerinin azalmasına neden olmuş olabilir.

Yaş makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değerlerinin depolama süresince “katkılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiş olup interaksiyon grafiği Şekil 4.43’de gösterilmiştir. Kombine örnekler depolama boyunca tüm pastörizasyon sürelerinde kontrol örneğine

kıyasla daha düşük b^* değerine sahip olmuş, en düşük değer kombinasyon-3 örneğinde görülmüştür. Farklı sürelerde pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinde genel olarak ilerleyen depolama günlerine bağlı olarak b^* değerinde azalma gözlenmiştir.



Şekil 4.43. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak b^* değerleri üzerinde etkili “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

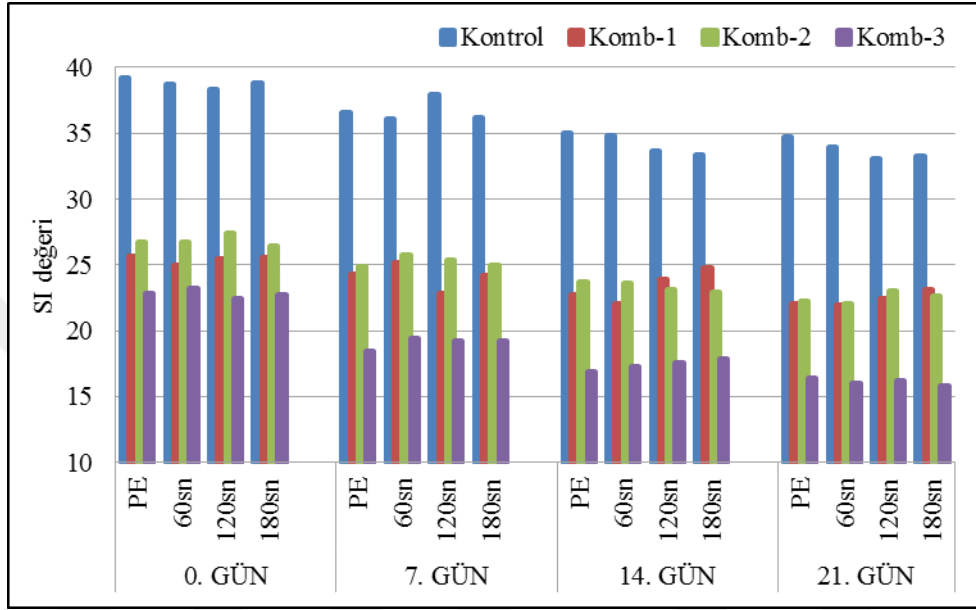
SI ve hue değerleri: Çiğ ve pişirilmiş makarnaların SI ve hue değerleri, makarna formülasyonunda kombinasyonlara yer verilmesiyle birlikte düşüş göstermiştir. % 5 nar çekirdeği + % 15 yulaf içeren kombinasyon-3 kullanımı en düşük SI ve hue değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).

Pastörizasyon süresi faktörü açısından sonuçlar incelendiğinde, hem çiğ hem de pişmiş makarnaların SI değeri pastörizasyon süresinden etkilenmemiştir. En yüksek pastörizasyon süresi (180 sn) çiğ makarna örneklerinin hue değerinde artmaya neden olmuştur (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).

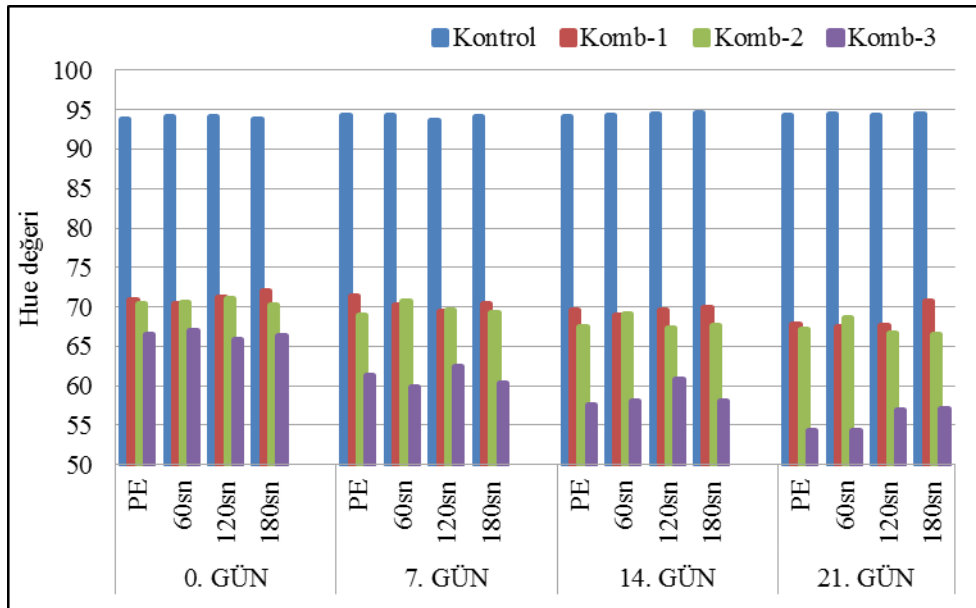
Sonuçlar depolama faktörü açısından incelendiğinde; yukarıda 7 günlük depolama bölümünde anlatıldığı gibi depolama süresinin çiğ ve pişirilmiş makarnalarda SI ve hue değerini düşürdüğü ve 21 günlük depolama sonunda en düşük değerlerin elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63).

Pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve hue değerlerinde depolama süresince “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur. İnteraksiyon grafikleri Şekil 4.44 ve Şekil 4.45’de

verilmiştir. Kontrol örneğinin hem SI hem de hue değerleri depolama süresince pastörizasyon sürelerinin tamamında kombine örneklere kıyasla daha yüksek olmuştur. Kombinasyon-3 örneği ise kontrolün aksine her aşamada en düşük SI ve hue değerine sahip olmuştur. Depolamaya bağlı olarak hue değerinde değişim çok belirgin gözlenmezken kombinasyon-3 örneğindeki düşüş çok belirgin olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.44. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI değerleri üzerinde etkili “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)



Şekil 4.45. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak Hue değerleri üzerinde etkili “katılama x pastörizasyon süresi x depolama süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

28-56. günler arası depolama: Depolamanın 28. gününden, depolamanın son günü olan 56. güne kadar yaş makarna örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.64 ve Çizelge 4.67 arasında özetlenmiştir. Depolama süresi boyunca mikrobiyal kalitesi belirlenen sınırları aşan yaş makarna örnekleri, depolama sürecinin dışında bırakılmıştır. Pastörizasyon işlemi ve katkılama, örneklerin mikrobiyal kalitesi üzerinde etkili olmuştur.

Kontrol örneğinde depolamanın 28. gününde sadece 180 sn pastörize edilmiş olanlar depolama sürecinde sağlam kalmış, pastörize edilmemiş, 60 ve 120 sn pastörize edilmiş olanların tüketilemeyecek duruma gelmelerinden dolayı, bu örnekler 28. günden sonra depolama sürecinden çıkarılmışlardır. 180 sn pastörize edilmiş çiğ kontrol örneğinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 61.20, -2.51 ve 31.96 olarak belirlenmiş olup, L^* ve b^* değerleri bir önceki depolama periyodu olan 21. güne göre azalma göstermiştir. Bu örneğin 28. günden sonra depolamadan çıkarılmasına karar verilmiş olup diğer depolama günleri için L^* , a^* ve b^* değerleri çizelgede (Çizelge 4.64) gösterilmemiştir.

Kombinasyonların her üçünde de pastörize edilmemiş ve 60 sn pastörize edilen örneklerin bozulmalarından dolayı 28. günde depolanmalarına son verilmiştir. Aynı şekilde 49. günde de 120 sn pastörize edilen örnekler mikrobiyolojik sınırları aştığı için desenden çıkarılmışlardır. 28. günden sonra da depolanmaya devam eden çiğ ve pişmiş tüm kombine örneklerin L^* ve b^* değerlerinde azalma, a^* değerlerinde ise artma olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın son günü olan 56. güne kadar sadece 180 sn pastörizasyon uygulanmış kombine örnekler kalabilmiştir. Depolamanın ilk gününde 180 sn pastörize edilmiş çiğ kombinasyon-1, 2 ve 3'ün L^* değerleri sırasıyla 48.03, 47.03 ve 44.04 olurken depolamanın son gününde 44.77, 43.59 ve 33.89 olmuştur. Aynı örneklerin a^* değerlerinde değişme sırasıyla 7.86-8.60, 8.95-9.56 ve 9.12-9.59 olurken b^* değerlerinde 23.34-19.28, 24.90-18.56, 20.89-8.89 olarak belirlenmiştir.

28. günden itibaren depolanan örneklerin L^* ve b^* değerlerindeki azalma daha önce bahsedildiği gibi 7 günlük depolama sonuçlarında (Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46) ve depolamanın 21 günlük bölümünde (Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63) de gözlenmiştir.

Çizelge 4.64. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün			35. gün			42. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	61.20±0.17	-2.51±0.06	31.96±0.18	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	47.86±0.25	8.45±0.14	20.69±0.10	45.99±0.06	7.14±0.13	19.24±0.13	45.94±0.11	8.12±0.10	20.29±0.11
	180	46.02±0.23	8.93±0.17	20.47±0.17	45.66±0.11	8.56±0.10	19.76±0.18	44.96±0.18	8.12±0.11	19.38±0.07
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	46.75±0.14	8.40±0.09	20.01±0.14	45.10±0.23	8.52±0.10	18.46±0.21	44.51±0.16	8.92±0.11	18.35±0.10
	180	45.06±0.20	8.24±0.07	20.21±0.17	44.06±0.17	8.94±0.04	19.25±0.13	44.21±0.14	9.20±0.10	18.66±0.21
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	42.58±0.13	8.96±0.16	12.53±0.16	42.05±0.21	8.99±0.16	11.12±0.16	37.81±0.21	8.92±0.13	10.11±0.24
	180	42.16±0.21	8.23±0.09	13.23±0.17	40.72±0.24	9.51±0.04	10.47±0.21	36.46±0.18	9.14±0.09	9.49±0.10

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, "-" ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.64. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak renk analizi sonuçları(devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün			56. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	45.29±0.10	8.05±0.10	20.49±0.13	44.77±0.14	8.60±0.13	19.28±0.16
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	43.70±0.20	8.79±0.07	18.77±0.13	43.59±0.14	9.56±0.11	18.56±0.17
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	36.08±0.21	8.19±0.07	9.12±0.14	33.89±0.13	9.59±0.11	8.89±0.20

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır, "-" ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.65. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün		35. gün		42. gün	
		SI	Hue	SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	32.06±0.19	94.49±0.08	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	22.35±0.15	67.79±0.24	20.52±0.16	69.64±0.21	21.86±0.14	68.19±0.13
	180	22.33±0.09	66.43±0.57	21.53±0.21	66.58±0.05	21.02±0.10	67.27±0.21
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	21.70±0.16	67.23±0.07	20.33±0.23	65.22±0.00	20.40±0.13	64.09±0.15
	180	21.83±0.18	67.82±0.00	21.22±0.13	65.09±0.04	20.80±0.23	63.76±0.01
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	15.40±0.22	54.43±0.13	14.30±0.02	51.05±0.88	13.48±0.10	48.57±1.08
	180	15.58±0.19	58.12±0.05	14.14±0.13	47.75±0.70	13.17±0.13	46.08±0.03

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.65. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak SI ve Hue değerleri (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon Süresi (sn)	49. gün		56. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	22.01±0.15	68.55±0.12	21.11±0.19	65.96±0.14
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	20.73±0.15	94.91±0.03	20.88±0.20	62.75±0.06
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	12.26±0.15	48.07±0.20	13.08±0.22	42.83±0.30

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, SI: Doygunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.66. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün			35. gün			42. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	71.76±0.18	-4.97±0.08	16.57±0.21	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	50.07±0.12	3.71±0.12	13.73±0.13	50.76±0.18	3.02±0.11	13.76±0.30	50.76±0.17	3.21±0.11	12.57±0.13
	180	52.57±0.17	2.56±0.11	14.94±0.08	50.14±0.21	3.07±0.11	14.56±0.21	51.83±0.23	3.03±0.08	14.49±0.07
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	51.52±0.27	4.19±0.11	15.27±0.13	49.91±0.16	3.71±0.14	13.22±0.20	48.99±0.18	4.16±0.13	14.64±0.13
	180	51.43±0.18	4.44±0.17	14.66±0.17	50.17±0.10	3.80±0.13	13.48±0.10	48.92±0.27	4.45±0.09	12.23±0.16
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	47.13±0.20	4.98±0.08	13.66±0.20	44.12±0.16	4.59±0.16	11.33±0.23	43.18±0.21	5.14±0.10	10.92±0.24
	180	46.19±0.11	5.34±0.11	11.58±0.14	44.18±0.24	5.86±0.10	11.87±0.11	42.55±0.13	5.43±0.13	11.54±0.11

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri,

²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.66. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak renk analizi sonuçları (devam)¹

Katılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün			56. gün		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	50.03±0.16	3.61±0.13	12.51±0.16	49.53±0.23	3.28±0.07	12.40±0.20
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	48.52±0.23	3.99±0.06	12.53±0.13	47.95±0.24	3.79±0.08	12.12±0.24
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	41.94±0.17	5.66±0.17	9.76±0.17	40.57±0.11	5.22±0.10	9.05±0.15

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.67. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve Hue değerleri¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün		35. gün		42. gün	
		SI	Hue	SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	17.30±0.18	106.70±0.47	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	14.22±0.15	74.87±0.32	14.09±0.27	77.61±0.71	12.97±0.15	75.69±0.31
	180	15.16±0.06	80.28±0.48	14.88±0.18	78.09±0.59	14.80±0.05	78.19±0.38
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	15.83±0.15	74.65±0.26	13.73±0.23	74.33±0.34	15.22±0.16	74.14±0.33
	180	15.31±0.22	73.16±0.43	14.01±0.13	74.26±0.39	13.02±0.18	69.99±0.16
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	14.54±0.22	69.97±0.05	12.22±0.27	67.95±0.28	12.07±0.26	64.79±0.06
	180	12.75±0.18	65.25±0.20	13.24±0.15	63.73±0.17	12.75±0.16	64.80±0.30

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, SI: Doymunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.67. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak SI ve Hue değerleri (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün		56. gün	
		SI	Hue	SI	Hue
Kontrol	PE ²	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	-	-	-	-
Komb-1 ³	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	13.02±0.11	73.90±0.73	12.83±0.21	75.18±0.08
Komb-2 ⁴	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	13.15±0.14	72.34±0.07	12.70±0.25	72.63±0.03
Komb-3 ⁵	PE	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
	120	-	-	-	-
	180	11.28±0.06	59.89±1.18	10.45±0.18	60.03±0.05

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. "-" ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir, SI: Doymunluk indeksi, Hue: Renk özü, ²PE: Pastörize edilmemiş, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

4.4.2.2. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerleri

21 günlük depolama sırasında makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık değerleri Çizelge 4.68'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.69'da, ortalamaların karşılaştırılması ise Çizelge 4.70'de özetlenmiştir.

Makarna örneklerinin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen kuru madde miktarı ve sıklık değerleri üzerinde katkılama faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pastörizasyon süresi faktörü ise suya geçen kuru madde miktarı üzerinde ($p<0.01$), depolama süresi de ağırlık artışı ve sıklık üzerinde $p<0.01$, suya geçen kuru madde miktarı üzerinde $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.69).

Depolamanın 28-52 günleri arasındaki makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık değerleri Çizelge 4.71'de verilmiştir.

Ağırlık ve hacim artışı: 7 günlük depolama sonuçlarında da belirlendiği gibi formülasyonda kombinasyona yer verilmesi hem ağırlık hem de hacim artışını, kontrol makarna örneğine göre düşürmüştür. Katkılama faktörünün makarna örneklerinin ağırlık artışı ve hacim artışı değerleri üzerine etkisi PÖYM örneklerinin pişirme testi sonuçlarının incelendiği kısımda ayrıntılı şekilde tartışılmıştır.

Sonuçlar pastörizasyon süresi ve depolama faktörleri açısından değerlendirildiğinde, ağırlık ve hacim artışı değerlerinde istatistiki bir değişimin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.69). Ancak depolama süresindeki artışa bağlı olarak ağırlık ve hacim artışı değerlerinde deskriptif artış belirlenmiştir. Depolama ile ağırlık artışında meydana gelen bu artış, depolama ile zayıflayan gluten ağlarının su alımını kolaylaştırmasından kaynaklanmış olabilir (Manthey ve ark., 2008). Aynı sonuçlar kısa süreli depolamada da belirlenmiştir.

Suya geçen kuru madde miktarı: Makarna örneklerinin suya geçen kuru madde miktarı katkılama, pastörizasyon süresi ve depolama süresi faktörlerinden etkilenmiştir. Katkılama faktörüne göre, formülasyonlarda kullanılan kombinasyonlar suya geçen kuru madde miktarını artırmıştır. Kombinasyon-3 diğer iki kombinasyona göre daha düşük suya geçen kuru madde miktarı değeri vermiştir. Bu durumda nar çekirdeğinin antioksidan aktivite değerinin yüksek olmasının etkili olabileceği düşünülmekte olup bu durum daha önceki bölümlerde izah edilmiştir.

Çizelge 4.68. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün				7. gün			
		Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE ³	101.30±1.63	145.09±2.08	3.15±0.04	72.07±1.51	102.9±1.77	146.67±1.48	3.26±0.07	72.13±2.18
	60	100.95±0.86	149.38±3.71	3.10±0.16	72.62±3.37	104.45±1.99	147.32±1.90	3.12±0.03	70.74±1.03
	120	100.35±1.58	142.71±2.11	3.01±0.18	73.17±2.76	98.55±0.98	143.67±2.09	3.09±0.08	70.03±1.68
	180	101.25±1.32	144.00±0.96	3.05±0.24	71.81±3.21	99.90±1.23	149.11±2.64	3.10±0.16	71.09±2.01
Komb-1 ⁴	PE	93.95±2.94	130.80±1.33	4.78±0.08	81.34±2.50	94.05±1.15	129.38±1.07	4.86±0.06	80.79±1.77
	60	94.50±4.71	133.71±2.29	4.75±0.08	83.57±1.29	93.35±2.06	132.00±1.57	4.82±0.10	81.56±2.80
	120	95.65±1.29	131.58±2.21	4.73±0.04	82.57±4.06	92.86±1.16	132.33±229	4.76±0.07	80.09±2.09
	180	95.55±3.63	129.33±3.54	4.69±0.04	80.88±3.18	94.80±2.35	130.93±1.13	4.77±0.08	82.17±1.84
Komb-2 ⁵	PE	94.22±2.67	132.50±1.77	4.91±0.11	84.16±1.82	95.22±0.93	133.00±2.01	4.98±0.10	84.23±2.32
	60	93.75±2.26	135.00±3.18	4.81±0.14	85.67±3.21	94.85±2.01	132.89±1.22	4.76±0.06	84.08±3.06
	120	95.50±1.64	137.50±1.97	4.85±0.14	83.67±1.15	94.45±0.95	136.67±3.14	4.72±0.03	83.08±2.72
	180	92.00±1.57	131.50±6.25	4.72±0.10	84.22±3.03	93.10±2.31	134.65±1.92	4.57±0.08	83.68±1.57
Komb-3 ⁶	PE	93.20±2.73	129.83±3.42	4.69±0.07	84.87±1.13	92.80±1.26	129.38±2.00	4.63±0.04	83.89±2.22
	60	94.05±1.23	130.00±1.26	4.49±0.12	85.10±1.34	96.08±2.22	132.92±3.32	4.52±0.08	84.28±1.95
	120	91.50±1.02	125.50±0.88	4.51±0.27	85.79±2.11	90.26±1.02	128.96±1.17	4.47±0.07	84.19±1.15
	180	92.75±0.95	128.93±1.54	4.53±0.17	85.17±2.55	94.45±3.42	128.75±1.29	4.41±0.21	83.76±1.92

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.68. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları(devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14.gün				21. gün			
		Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE³	100.60±1.00	149.58±2.06	3.16±0.07	71.30±1.54	101.33±1.05	151.10±1.56	3.21±0.08	70.59±1.94
	60	102.60±1.90	145.32±1.03	3.21±0.11	69.94±1.98	103.74±3.30	141.22±3.44	3.11±0.11	69.47±2.76
	120	105.30±2.19	148.33±1.43	3.12±0.04	70.70±2.02	104.29±2.35	148.25±1.09	3.18±0.04	69.76±3.04
	180	101.82±1.12	144.25±1.26	3.16±0.07	69.11±3.35	101.89±1.91	144.36±5.33	3.13±0.11	68.72±2.16
Komb-1⁴	PE	95.30±1.67	125.31±0.61	4.76±0.03	80.06±2.97	95.21±1.57	134.76±1.03	4.83±0.08	79.24±3.28
	60	93.82±0.68	133.66±1.74	4.75±0.07	80.30±1.75	93.66±1.70	130.00±2.15	4.81±0.11	81.90±2.32
	120	94.30±1.91	132.64±1.02	4.86±0.16	81.12±1.39	94.12±0.65	129.86±4.23	4.79±0.10	80.76±1.29
	180	95.27±1.98	133.47±1.06	4.79±0.14	80.01±2.35	93.29±1.98	132.00±4.10	4.73±0.07	79.39±2.94
Komb-2⁵	PE	94.53±0.82	135.26±0.96	4.85±0.17	84.17±2.02	98.83±1.13	137.15±0.91	4.95±0.11	81.76±2.05
	60	91.85±1.16	133.69±0.62	4.89±0.08	81.75±1.30	93.66±1.51	134.23±2.21	4.87±0.16	81.57±2.79
	120	95.40±1.70	132.59±1.13	4.94±0.06	82.27±1.75	93.49±0.89	131.29±7.24	4.83±0.11	82.96±1.97
	180	93.05±2.06	134.38±1.22	4.80±0.13	83.39±1.98	94.23±1.74	135.62±6.92	4.86±0.08	81.26±2.52
Komb-3⁶	PE	94.15±2.67	126.03±1.26	4.72±0.16	81.55±2.70	92.87±1.05	127.66±1.84	4.73±0.17	80.67±1.12
	60	93.66±1.60	129.28±2.72	4.67±0.08	83.33±1.81	93.12±1.09	129.79±4.37	4.64±0.07	81.53±2.31
	120	93.11±1.34	128.96±0.74	4.60±0.21	82.55±2.22	94.68±1.12	130.98±1.50	4.62±0.10	81.29±2.12
	180	93.35±1.92	130.21±0.42	4.55±0.17	82.19±2.16	93.89±2.52	131.96±0.52	4.70±0.11	81.76±1.92

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.69. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGKM ²		Sıklık	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	1559.90	147.04**	5529.03	276.37**	62.44	1491.86**	3373.76	213.91**
Pastörizasyon süresi (B)	3	2.18	0.21ns	5.49	0.27ns	0.24	5.84**	4.94	0.31ns
AXB	9	53.60	1.68ns	83.10	1.38ns	0.07	0.52ns	17.29	0.37ns
Depolama (C)	3	7.16	0.67ns	12.85	0.64ns	0.15	3.67*	138.41	8.78**
AXC	9	24.07	0.76ns	18.74	0.31ns	0.11	0.88ns	13.66	0.29ns
BXC	9	54.26	1.70ns	140.39	2.34*	0.10	0.82ns	14.04	0.30ns
AXBXC	27	75.09	0.79ns	356.87	1.98*	0.12	0.31ns	26.77	0.19ns
Hata	64	226.31		426.80		0.89		336.47	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı

Çizelge 4.70. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)
Katkılama					
Kontrol	32	101.95 ^a	146.27 ^a	3.14 ^c	70.83 ^c
Komb-1 ³	32	94.36 ^b	131.36 ^c	4.78 ^a	80.98 ^b
Komb-2 ⁴	32	94.07 ^{bc}	134.25 ^b	4.83 ^a	83.24 ^a
Komb-3 ⁵	32	93.37 ^c	129.32 ^d	4.59 ^b	83.25 ^a
Pastörizasyon süresi (sn)					
PE ⁶	32	95.97 ^a	135.22 ^a	4.40 ^a	79.55 ^a
60	32	96.13 ^a	135.65 ^a	4.33 ^b	79.84 ^a
120	32	95.86 ^a	135.11 ^a	4.32 ^b	79.63 ^a
180	32	95.78 ^a	135.22 ^a	4.29 ^b	79.29 ^a
Depolama süresi (gün)					
0	32	95.65 ^a	134.84 ^a	4.30 ^b	81.04 ^a
7	32	95.75 ^a	135.54 ^a	4.30 ^b	79.99 ^{ab}
14	32	96.13 ^a	135.19 ^a	4.36 ^a	78.98 ^{bc}
21	32	96.21 ^a	135.64 ^a	4.37 ^a	78.29 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

Pastörizasyon uygulaması suya geçen kuru madde miktarını azaltmış ancak pastörizasyon süresinin 60 sn den 180 sn ye yükselmesi suya geçen kuru madde miktarında istatistiki bir değişime neden olmamıştır. 21 günlük depolama sürecinin sonunda suya geçen kuru madde miktarında artış görülmüştür. Kısa süreli (7 gün) depolamada gözlenmeyen bu durum, uzun süreli depolamada 14. günden itibaren suya geçen kuru madde miktarında artış olarak karşımıza çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada, yaş makarna örneklerinin pişme kayıplarının depolama boyunca arttığı ve bu durumdan amilaz ve endoksinaz gibi enzimlerin sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Manthey ve ark., 2008).

Sıklık: Makarna formülasyonunda kombinasyon-2 ve kombinasyon-3 kullanılması kontrol örneğine göre sıklık değerini kombinasyon-1'e göre daha fazla artırmıştır. Pastörizasyon süresi faktörü sıklık değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.69). Depolama süresince, 14. günden itibaren makarnaların sıklık değerinde azalma olmuştur. Bu duruma depolama sırasında gluten yapısında meydana gelen zayıflama sebep olmuş olabilir.

Dziki ve Laskowski (2005), spagetti tipi makarnanın pişme kalitesini inceledikleri çalışmalarında, depolama süresine bağlı olarak pişirilmiş makarna örneklerinin sıklık değerlerinde azalma olduğunu belirlemişlerdir.

28-56. günler arası depolama: Depolamanın 28. gününden, depolamanın son günü olan 56. güne kadar yaş makarna örneklerinin pişme özellikleri ve sıklık değerleri Çizelge 4.71’de özetlenmiştir. Kontrol örneği mikrobiyal gelişme sebebiyle 28 günden sonra tamamen pişirme ve sıklık analizlerinden çıkarılmıştır. Depolamanın 28. gününden itibaren bozulmadan desende kalmaya devam eden örneklerin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen madde miktarları ve sıklık değerleri ilk 21 günde bulunan sonuçlar ile paralel bir gidişat göstermiştir. Kombinasyonların tümünde ağırlık artışı, hacim artışı ve suya geçen madde miktarı depolamanın ilk gününden son güne kadar bir miktar artış gösterirken sıklık değerleri ise azalma eğiliminde olmuştur.

Pınarlı ve ark. (2004), buğday ruşeymi ilavesi ile zenginleştirdikleri makarnaların bazı özellikleri üzerine depolamanın etkisini inceledikleri çalışmalarında depolamanın; makarnanın ağırlık artışı, hacim artışı ve pişme kaybı üzerine istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

Kaur ve ark. (2012), makarna formülasyonunu zenginleştirmek için bazı tahıl kepeklerini kullandıkları ve makarnanın fonksiyonel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında depolama süresince makarnanın pişirme özelliklerinde önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir.

Manthey ve ark. (2008), yaş makarna formülasyonuna keten tohumu unu ilave etmişler ve 7 haftalık depolama süresince örneklerin pişirme özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yaş makarna örneklerinin sıklık değerlerinin, ilk hafta daha çok olmak üzere depolama süresince azalma gösterdiği bildirilmiştir. Depolama sırasında gluten yapısında meydana gelen bir miktar kaybın sıklık değerindeki azalma ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir.

Çizelge 4.71. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün				35.gün				42. gün			
		Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	103.27±1.75	145.18±1.37	3.20±0.08	68.20±3.24	-	-	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	93.34±1.91	134.31±1.58	4.91±0.08	80.76±1.16	93.28±1.63	131.96±1.95	4.87±0.11	80.94±1.13	95.55±1.92	133.24±1.17	4.77±0.13	76.94±1.27
	180	93.65±1.75	130.00±1.02	4.88±0.10	80.39±2.70	94.55±1.54	134.21±1.30	4.88±0.23	79.36±1.50	92.65±1.34	131.96±1.33	4.64±0.07	77.91±1.84
Komb-2 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	93.86±1.88	132.99±1.24	4.87±0.11	81.60±1.15	92.79±2.31	132.50±1.09	4.88±0.08	80.31±1.78	94.25±2.49	134.89±1.98	4.87±0.07	79.64±2.53
	180	95.65±2.14	136.24±1.10	4.76±0.06	80.44±2.87	94.22±1.53	134.56±0.98	4.80±0.11	80.70±3.92	92.95±1.78	137.26±1.84	4.86±0.17	79.03±2.45
Komb-3 ⁶	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	93.25±1.09	130.00±1.54	4.73±0.11	79.96±2.22	93.89±0.83	129.86±1.95	4.81±0.08	78.56±1.77	94.75±2.28	129.98±1.15	4.66±0.18	80.24±2.15
	180	93.94±1.99	129.04±1.44	4.62±0.06	79.38±2.90	94.04±1.14	131.66±1.17	4.70±0.11	79.22±1.90	95.15±2.21	125.96±1.73	4.63±0.08	78.64±1.84

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.71. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirme ve sıklık analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün				56.gün			
		Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM ² (%)	Sıklık (g)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGKM (%)	Sıklık (g)
Kontrol	PE ³	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	92.65±1.36	131.64±1.37	4.88±0.13	78.03±2.56	96.35±1.73	13197±1.73	4.69±0.08	77.88±1.54
Komb-2 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	95.55±2.53	138.52±1.02	4.86±0.07	80.27±1.71	95.19±1.50	134.26±1.05	4.91±0.21	80.04±2.69
Komb-3 ⁶	PE	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	93.22±1.78	132.56±1.80	4.71±0.13	79.03±2.81	94.41±1.06	132.25±1.36	4.62±0.25	79.21±2.73

¹Sonuçlar iki tekrerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²SGKM: Suya geçen kuru madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

4.4.2.3. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları

Sekiz hafta boyunca depolanan örneklerin 21 günlük depolama sonunda elde edilen değerleri istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Buna göre çiğ makarna örneklerine ait; antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı sonuçları Çizelge 4.72'de, pişirme işlemi ardından örneklerin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı sonuçları ise Çizelge 4.73'de verilmiştir. Çiğ örneklerin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.74'de, pişirilmiş örneklerin aynı değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.75'de gösterilmiştir. Çiğ yaş makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.76'da özetlenmiş, makarna örneklerinin pişirildikten sonraki antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı ortalamalarının karşılaştırılma sonuçları ise Çizelge 4.77'de verilmiştir.

Çiğ ve pişmiş makarna örneklerinde katkılama faktörü antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75). Pastörizasyon süresi faktörü çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde fitik asit miktarı üzerinde önemli ($p<0.01$) bulunurken, depolama faktörü çiğ makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları üzerinde $p<0.01$ düzeyinde, pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite ($p<0.01$) ve toplam fenolik madde miktarları ($p<0.05$) üzerinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75).

Depolamanın 28. ve 52. günü arasındaki makarna antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri ise Çizelge 4.78 ve Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Antioksidan aktivite: 7 gün depolanmış örneklerde olduğu gibi 21 günlük depolama sonunda da hem çiğ hemde pişirilmiş makarna örneklerinde tüm kombinasyonlar, kontrol örneğinden daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip bulunmuştur (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77). Kombinasyonlar içinde de sırasıyla kombinasyon-3, kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 yüksek antioksidan aktiviteye sahip makarnaların elde edilmesini sağlamıştır. Kombinasyon-3 de bulunan nar çekirdeği ve yulaf lifinin yüksek antioksidan aktiviteleri son üründe de en yüksek antioksidan aktivite değerinin elde edilmesini sağlamıştır.

Çizelge 4.72. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	15.59±0.54	0.47±0.03	205.70±6.34	13.67±0.28	0.44±0.04	201.55±7.21
	60	14.52±0.55	0.46±0.07	202.61±7.77	14.08±0.51	0.42±0.08	199.43±5.85
	120	15.63±0.78	0.45±0.06	199.37±9.39	13.27±0.34	0.43±0.04	195.06±8.50
	180	16.22±0.82	0.47±0.16	195.39±9.33	13.18±0.76	0.44±0.06	194.85±8.71
Komb-1 ⁴	PE	48.41±1.03	0.77±0.06	799.43±8.95	45.97±0.78	0.71±0.10	797.80±6.01
	60	49.15±0.55	0.75±0.06	791.84±11.60	45.57±0.64	0.70±0.07	788.97±10.37
	120	48.19±0.75	0.78±0.08	783.67±13.44	47.21±0.44	0.71±0.08	779.15±8.05
	180	47.67±0.45	0.77±0.04	765.42±15.13	46.90±0.89	0.70±0.06	763.49±6.90
Komb-2 ⁵	PE	45.11±0.74	0.71±0.11	748.12±9.15	42.92±0.86	0.65±0.06	746.48±6.53
	60	44.68±0.44	0.72±0.08	744.39±10.04	42.97±0.65	0.64±0.11	742.87±10.86
	120	44.81±1.07	0.69±0.07	735.06±9.77	41.96±0.79	0.65±0.06	732.59±5.49
	180	46.10±2.11	0.71±0.10	719.31±10.93	42.55±0.74	0.64±0.07	715.97±8.90
Komb-3 ⁶	PE	50.01±1.17	0.85±0.07	733.76±9.43	47.21±0.57	0.77±0.08	732.59±9.05
	60	51.78±1.22	0.86±0.11	726.55±11.78	47.68±1.77	0.76±0.10	725.43±11.75
	120	49.96±0.54	0.83±0.04	719.02±13.55	46.91±1.03	0.75±0.06	717.98±12.47
	180	50.74±0.69	0.84±0.07	704.13±12.35	48.03±0.71	0.78±0.07	701.86±10.76

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.72. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14.gün			21. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE³	13.24±0.31	0.43±0.06	200.64±6.65	12.66±0.44	0.42±0.03	200.01±8.00
	60	13.67±0.66	0.42±0.04	199.02±6.24	12.97±0.57	0.41±0.08	198.56±6.36
	120	12.94±0.34	0.42±0.08	194.15±8.19	12.58±0.40	0.42±0.06	193.59±8.46
	180	13.04±0.45	0.41±0.07	192.89±10.99	13.07±0.69	0.41±0.10	191.98±9.60
Komb-1⁴	PE	46.58±0.75	0.70±0.11	797.12±8.49	46.22±1.00	0.70±0.08	796.16±11.33
	60	46.27±0.81	0.70±0.08	785.07±10.62	46.34±0.68	0.68±0.06	784.79±10.79
	120	45.98±0.89	0.69±0.08	778.97±13.94	46.20±0.75	0.69±0.08	778.43±11.71
	180	46.76±1.05	0.70±0.10	762.96±10.65	45.72±0.42	0.70±0.11	762.10±8.65
Komb-2⁵	PE	42.88±0.92	0.64±0.06	745.95±8.24	42.46±0.61	0.64±0.07	745.24±8.13
	60	42.57±0.41	0.63±0.04	741.59±10.37	41.53±0.75	0.63±0.08	740.89±9.50
	120	51.67±0.66	0.64±0.07	731.89±8.49	42.10±0.98	0.62±0.11	730.79±11.46
	180	42.73±0.76	0.63±0.08	713.94±10.97	41.27±0.95	0.63±0.10	713.06±6.46
Komb-3⁶	PE	46.97±0.62	0.75±0.07	731.17±12.70	46.31±0.99	0.75±0.10	730.59±12.20
	60	47.55±0.81	0.77±0.08	725.28±9.48	46.72±1.13	0.74±0.11	723.98±13.62
	120	47.67±0.95	0.76±0.17	716.54±11.17	45.94±0.66	0.75±0.11	715.81±10.10
	180	47.85±0.78	0.76±0.11	700.76±7.51	46.43±0.74	0.73±0.07	700.06±8.36

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.73. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	13.99±0.44	0.43±0.03	198.09±8.53	12.24±0.21	0.42±0.07	197.56±5.85
	60	13.30±0.58	0.46±0.04	196.49±6.18	12.91±0.37	0.41±0.06	195.42±6.55
	120	14.11±0.79	0.42±0.03	193.75±7.34	11.76±0.40	0.41±0.03	192.56±7.38
	180	14.06±0.54	0.45±0.06	190.33±6.93	12.55±0.48	0.43±0.06	189.57±9.33
Komb-1 ⁴	PE	40.64±0.98	0.66±0.10	767.45±8.90	34.67±0.66	0.60±0.11	765.94±12.69
	60	39.37±1.97	0.67±0.03	759.34±8.03	35.40±0.81	0.62±0.07	757.76±9.33
	120	40.48±1.37	0.65±0.06	749.58±9.77	36.66±0.98	0.63±0.08	749.12±11.02
	180	39.41±0.68	0.64±0.06	739.85±10.41	35.20±0.76	0.61±0.13	738.64±9.45
Komb-2 ⁵	PE	38.11±1.03	0.61±0.06	721.19±11.67	34.08±0.95	0.55±0.10	720.58±8.82
	60	38.19±1.91	0.61±0.06	712.89±11.78	33.97±1.19	0.54±0.11	710.69±13.05
	120	39.59±1.60	0.60±0.07	704.31±11.07	33.76±0.78	0.56±0.07	703.86±9.48
	180	37.48±0.54	0.62±0.10	693.56±12.53	34.29±0.71	0.55±0.08	691.59±8.44
Komb-3 ⁶	PE	42.41±0.88	0.73±0.04	705.88±9.38	37.61±0.83	0.68±0.06	704.68±11.24
	60	40.56±0.54	0.73±0.08	696.85±9.07	35.19±0.95	0.67±0.11	695.11±7.82
	120	41.22±1.22	0.72±0.11	688.54±8.77	37.64±0.62	0.67±0.13	686.83±8.03
	180	42.19±1.00	0.74±0.08	676.81±10.38	36.23±1.00	0.66±0.08	674.59±11.55

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.73. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	14.gün			21. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	12.34±0.20	0.41±0.07	195.42±5.33	11.97±0.57	0.41±0.08	194.79±7.91
	60	12.07±0.51	0.42±0.08	193.23±6.45	12.76±0.25	0.41±0.06	191.76±4.41
	120	12.17±0.78	0.40±0.11	191.46±5.40	11.74±0.79	0.40±0.13	190.88±8.81
	180	11.60±0.72	0.41±0.07	189.24±8.91	11.89±0.49	0.40±0.04	188.76±9.09
Komb-1 ⁴	PE	34.52±0.71	0.61±0.06	765.10±10.20	34.27±0.93	0.60±0.08	763.94±13.04
	60	35.09±1.03	0.58±0.13	755.49±9.64	34.18±0.96	0.59±0.07	752.49±9.69
	120	34.74±0.66	0.60±0.11	748.67±10.48	35.11±1.15	0.60±0.11	784.13±11.31
	180	34.56±0.89	0.60±0.06	736.94±10.03	35.02±1.10	0.61±0.08	735.88±8.29
Komb-2 ⁵	PE	33.86±0.93	0.55±0.10	718.57±8.40	33.54±0.95	0.52±0.08	717.66±10.06
	60	33.15±0.62	0.52±0.06	708.82±12.11	33.19±0.95	0.54±0.11	707.22±9.73
	120	33.76±0.51	0.55±0.08	701.94±9.45	32.27±0.83	0.55±0.10	700.57±8.41
	180	34.51±0.78	0.54±0.11	690.46±12.40	32.68±1.05	0.52±0.13	689.76±13.45
Komb-3 ⁶	PE	36.74±1.00	0.66±0.08	702.68±10.07	35.97±0.71	0.65±0.06	700.86±9.67
	60	36.20±0.88	0.67±0.11	693.79±9.43	35.64±0.76	0.62±0.14	692.01±10.47
	120	35.97±0.68	0.64±0.14	685.45±8.78	35.09±1.05	0.63±0.10	684.68±13.38
	180	36.41±0.74	0.65±0.10	673.94±11.60	36.11±0.91	0.65±0.08	672.43±7.20

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.74. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	25271.3	12756.4**	2.17	103.46**	7260665.0	24825.17**
Pastörizasyon süresi (B)	3	2.21	1.11ns	0.001	0.05ns	12005.7	41.05**
AXB	9	4.75	0.80ns	0.001	0.02ns	1950.9	2.22*
Depolama (C)	3	182.38	92.06**	0.11	5.39**	328.1	1.12ns
AXC	9	10.08	1.70ns	0.008	0.13ns	9.9	0.01ns
BXC	9	1.49	0.25ns	0.001	0.02ns	4.5	0.005ns
AXBXC	27	18.13	1.02ns	0.004	0.03ns	40.4	0.02ns
Hata	64	42.26		0.45		6239.4	

¹* p< 0.05 düzeyinde önemli ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik kuru madde miktarı

Çizelge 4.75. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Antioksidan aktivite		TFM ²		Fitik asit	
		KT	F	KT	F	KT	F
Katkılama (A)	3	13486.21	5688.05**	1.15	49.40**	6627331.2	23664.9**
Pastörizasyon süresi (B)	3	2.46	1.04ns	0.0003	0.01ns	9101.3	32.50**
AXB	9	8.35	1.17ns	0.003	0.04ns	1469.2	1.75ns
Depolama (C)	3	435.34	183.61**	0.08	3.53*	282.7	1.01ns
AXC	9	54.67	7.69**	0.009	0.13ns	5.0	0.006ns
BXC	9	5.38	0.76ns	0.002	0.03ns	18.2	0.02ns
AXBXC	27	20.34	0.95ns	0.007	0.04ns	14.8	0.006ns
Hata	64	50.58		0.50		5974.4	

¹** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz, ²TFM: Toplam fenolik kuru madde miktarı

Pastörizasyon süresine bağlı olarak çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinde istatistiki bir değişim gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75).

Antioksidan aktivite değerleri depolama faktörü açısından değerlendirildiğinde; depolama süresindeki artışa bağlı olarak, hem yaş hem de pişmiş makarnaların antioksidan aktivite değerinin düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77).

Depolama sırasında antioksidan aktivite değerlerindeki azalma depolamanın ilk hafta analizlerinde de tespit edilmiştir. Depolama süresince görülen bu kaybın yüksek antioksidan aktiviteye sahip bazı fenolik bileşiklerin parçalanmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir (Karaca, 2011).

Çizelge 4.76. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	32	13.77 ^d	0.43 ^d	197.80 ^d
Komb-1 ³	32	46.82 ^b	0.72 ^b	782.21 ^a
Komb-2 ⁴	32	43.02 ^c	0.65 ^c	734.26 ^b
Komb-3 ⁵	32	47.99 ^a	0.78 ^a	719.09 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	32	37.89 ^a	0.65 ^a	619.52 ^a
60	32	38.00 ^a	0.64 ^a	613.83 ^b
120	32	37.69 ^a	0.64 ^a	606.38 ^c
180	32	38.02 ^a	0.65 ^a	593.64 ^d
Depolama süresi (gün)				
0	32	39.91 ^a	0.70 ^a	610.86 ^a
7	32	37.51 ^b	0.64 ^b	608.50 ^a
14	32	37.40 ^b	0.63 ^b	607.37 ^a
21	32	36.78 ^c	0.62 ^b	606.63 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

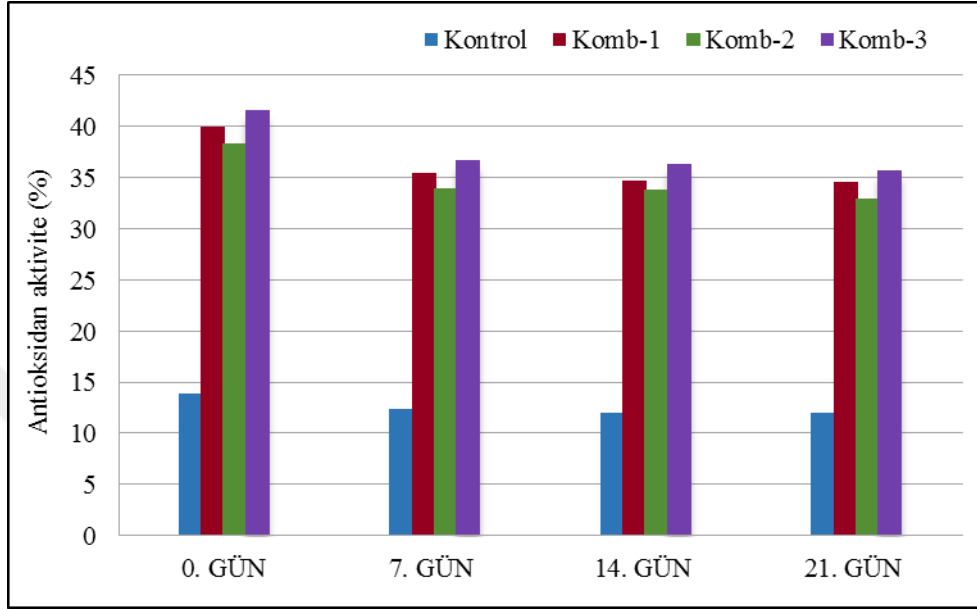
Çizelge 4.77. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması¹

Faktör	n	Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Katkılama				
Kontrol	32	12.59 ^d	0.42 ^d	193.08 ^d
Komb-1 ³	32	36.21 ^b	0.62 ^b	752.15 ^a
Komb-2 ⁴	32	34.78 ^c	0.56 ^c	705.85 ^b
Komb-3 ⁵	32	37.57 ^a	0.67 ^a	689.70 ^c
Pastörizasyon süresi (sn)				
PE ⁶	32	30.44 ^a	0.57 ^a	596.27 ^a
60	32	30.07 ^a	0.57 ^a	588.71 ^b
120	32	30.38 ^a	0.56 ^a	582.52 ^c
180	32	30.26 ^a	0.57 ^a	573.27 ^d
Depolama süresi (gün)				
0	32	33.44 ^a	0.61 ^a	587.18 ^a
7	32	29.64 ^b	0.56 ^b	585.91 ^a
14	32	29.23 ^{bc}	0.55 ^b	584.45 ^a
21	32	28.84 ^c	0.54 ^b	583.24 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği, ⁶PE: Pastörize edilmemiş

Yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivitesi değerlerinin depolama süresince “*katkılama x depolama süresi*” interaksyonundan p<0.01

düzeyinde etkilendiği belirlenmiş olup interaksiyona ait grafik Şekil 4.46’da verilmiştir. Örneklerin tümünde depolamaya bağlı olarak antioksidan aktivite değerlerinde azalma gözlenmiştir. Bu azalma kombine örneklerde kontrol örneği ile karşılaştırıldığında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Tüm kombinasyonlarda depolamaya bağlı olarak antioksidan aktivite değişimi benzer seyir izlemiştir.



Şekil 4.46. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili “katılama x depolama süresi” interaksyonu

Toplam fenolik madde: Çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinde toplam fenolik madde miktarı değerleri katılama açısından değerlendirildiğinde, kombinasyon-3 ilavesi ile hazırlanan örnekler en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerini vermiş, bunu kombinasyon-1 ve kombinasyon-2 içeren örnekler takip etmiştir (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77).

Sonuçlar pastörizasyon süresi açısından değerlendirildiğinde, antioksidan aktivite değerlerinde olduğu gibi, pastörizasyon süresinin toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Bu durum, hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde aynı şekilde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75). Antioksidan aktivite değerleri ile toplam fenolik madde miktarındaki benzerlik beklenen bir sonuçtur. Çeşitli çalışmalarda yüksek antioksidan aktivite değerlerinin yüksek toplam fenolik madde miktarından kaynaklandığı bildirilmekte ve iki değer arasındaki yüksek korelasyon vurgulanmaktadır (Dudonné ve ark., 2009; Anwar ve Przybylski, 2012; Clarke ve ark., 2013)

Marinelli ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada 90 °C'de 180 sn süreyle pastörizasyon işlemi uygulamasının makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlemiştir

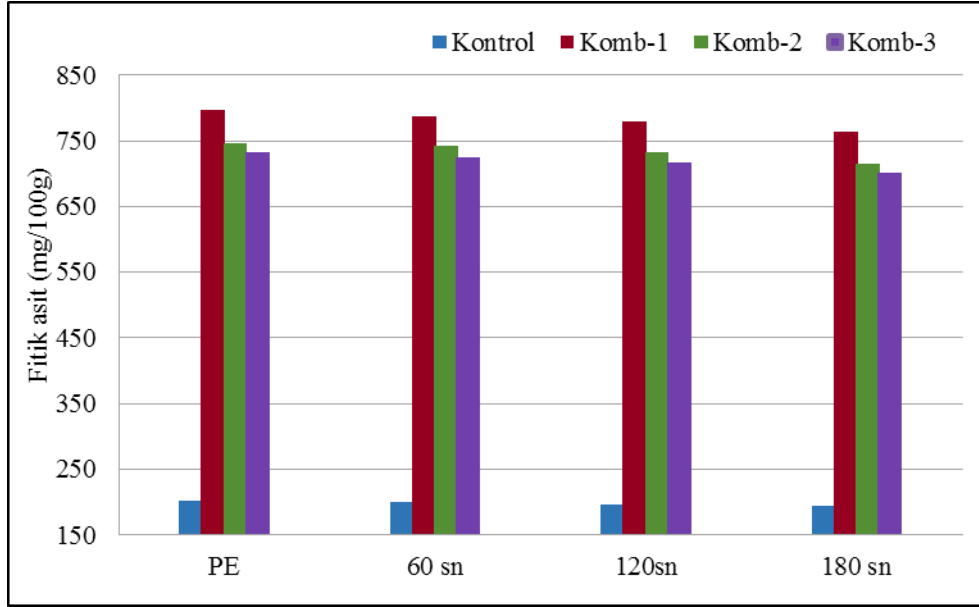
Depolama ile, hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinde toplam fenolik madde miktarı değerlerinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77). 7. ve 21. günler arasındaki değerler istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Fenolik madde miktarındaki azalma ilk hafta içinde hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Depolama süresince toplam fenolik madde miktarlarında belirlenen azalmanın, hidrolizasyon ve kondensasyon gibi nedenlerle fenolik maddelerin yapılarının değişmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Cemeroğlu, 2009).

Fitik asit: Farklı kombinasyonlarla hazırlanan makarna örneklerinin fitik asit miktarının irmikten hazırlanan kontrol örneğine göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77). Artan pastörizasyon süresi hem çiğ hem de pişirilmiş makarna örneklerinin fitik asit miktarında önemli azalmaya neden olmaktadır (Çizelge 4.76 ve Çizelge 4.77). 21 günlük depolama süresi ise hem çiğ hem de pişirilmiş makarnaların fitik asit miktarı değerlerinde istatistiki olarak bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75).

Herken ve ark. (2007), yürüttükleri bir çalışmada, makarna örneklerini bürülce unu ile zenginleştirmiş ve bu örneklerin fitik asit miktarlarını, antioksidan aktivite değerlerini ve organoleptik özelliklerini depolama süresince incelemiştir. Çalışma sonucunda, makarna örneklerinin fitik asit miktarları üzerinde depolama işleminin istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada depolama ile birlikte örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir.

21 günlük depolamada, çiğ yaş makarna örneklerinin fitik asit içeriklerinin “*katkılama x pastörizasyon süresi*” interaksyonundan $p < 0.05$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir. İnteraksiyon grafiği Şekil 4.47’de gösterilmiştir. Artan pastörizasyon sürelerine bağlı olarak tüm yaş makarna örneklerinin fitik asit içeriklerinde azalma gözlenirken kontrol örneğinin tüm pastörizasyon sürelerinde kombine örneklere kıyasla daha düşük fitik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kombinasyon-2 ve kombinasyon-3 makarna örnekleri birbirine oldukça yakın ve pastörizasyon süresine bağlı olarak da benzer gidiş sergilemiştir.



Şekil 4.47. Depolamanın 21 günlük bölümünde modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak fitik asit değerleri üzerinde etkili “katılama x pastörizasyon süresi” interaksiyonu (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

28-56. günler arası depolama: Depolamanın 28. gününden, depolamanın son günü olan 56. güne kadar yaş makarna örneklerinin çiğ ve pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit değerleri sırasıyla Çizelge 4.78 ve Çizelge 4.79’da verilmiştir. Depolamanın ilk 21 gününden sonra mikrobiyal bozulmaya uğrayan örneklerin depolanmasına son verilmiştir. İlgili olarak, her hafta mikrobiyal sınırların üzerine çıkan örnekler depolama düzeninden çıkarılmıştır. Sadece irmik kullanılarak hazırlanan kontrol örneğinin 180 sn pastörize edilmesi, 28 güne kadar bir raf ömrü sağlamış olup bu örneğin çiğ olarak depolama başlangıcında antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 16.22 ve 0.47 olurken, bu değerler depolamanın son günü olan 28. günde 11.98 ve 0.41 olmuştur. Pişirilmiş örneklerde bu değerlerin bir miktar daha düşük olduğu belirlenmiştir. Pastörizasyon işlemine tabi tutulmamış ve 60 sn pastörize edilmiş kombine örnekler de depolamanın 28. gününe kadar bozulmadan kalabilmişken, 120 sn pastörizasyon ile örneklerin raf ömürleri 49. güne kadar uzamıştır. 180 sn pastörizasyon işlemi, kombine örneklerin bozulmadan depolama süresinin sonuna kadar kalmalarını sağlamıştır. Böylece bu örneklerin; antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit içerikleri, depolama süresinin 56. güne kadar takip edilebilmiştir. Depolama sürecinin bu kısmında takip edilebilen örneklerin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarlarındaki değişimler depolamanın daha önceki kısımlarında tartışılmıştır.

Çizelge 4.78. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün			35.gün			42. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	11.98±0.69	0.41±0.06	191.38±8.08	-	-	-	-	-	-
Komb-1 ⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	45.78±0.49	0.68±0.11	778.13±9.96	45.91±0.79	0.70±0.08	776.79±7.75	45.34±0.95	0.68±0.08	775.52±12.20
	180	45.82±1.06	0.68±0.07	761.89±10.75	45.20±0.93	0.68±0.08	761.10±8.81	44.97±0.59	0.67±0.11	460.59±6.46
Komb-2 ⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	42.17±0.72	0.60±0.11	730.23±10.78	41.99±1.06	0.64±0.07	729.58±7.45	41.96±1.19	0.60±0.08	728.29±8.20
	180	42.66±0.69	0.62±0.06	712.88±8.13	42.31±0.71	0.61±0.14	711.97±8.24	41.07±0.74	0.63±0.13	710.49±8.70
Komb-3 ⁶	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	46.21±0.93	0.72±0.11	715.00±8.57	46.82±0.96	0.75±0.07	714.26±10.47	45.79±0.91	0.72±0.08	713.76±11.74
	180	46.16±0.85	0.75±0.06	699.79±10.20	45.77±0.69	0.72±0.11	698.46±9.31	45.91±0.88	0.71±0.11	698.12±10.90

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.78. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin çiğ olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün			56.gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE³	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
Komb-1⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	45.28±0.88	0.67±0.08	759.73±10.24	44.77±0.62	0.68±0.07	759.16±12.12
Komb-2⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	40.57±0.59	0.60±0.06	709.77±11.71	41.03±0.98	0.59±0.06	709.11±10.89
Komb-3⁶	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	45.30±0.91	0.68±0.07	697.86±10.48	45.61±0.89	0.70±0.08	697.98±11.13

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.79. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	28. gün			35.gün			42. gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	12.57±0.25	0.40±0.08	186.99±7.00	-	-	-	-	-	-
Komb-1⁴	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	34.94±0.81	0.56±0.08	746.87±9.39	33.19±0.78	0.59±0.08	744.88±11.57	32.91±1.07	0.57±0.11	744.21±8.73
	180	34.66±0.68	0.59±0.11	733.64±11.17	33.67±0.83	0.57±0.10	733.10±10.30	32.76±0.71	0.56±0.14	732.59±10.42
Komb-2⁵	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	32.16±1.07	0.51±0.11	699.97±8.08	32.79±0.51	0.52±0.13	697.54±6.79	31.67±0.91	0.52±0.07	695.86±9.39
	180	33.08±0.92	0.53±0.08	687.81±9.26	32.08±0.72	0.51±0.10	685.79±8.16	32.08±0.79	0.50±0.11	684.29±12.20
Komb-3⁶	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	34.93±1.05	0.62±0.14	683.72±12.28	35.27±0.91	0.63±0.06	682.76±10.28	33.77±1.17	0.62±0.08	681.76±13.01
	180	34.97±0.89	0.60±0.11	671.39±11.89	35.02±1.00	0.60±0.10	670.55±10.88	33.83±0.64	0.61±0.10	669.43±10.11

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.79. Depolamanın 28 ve 56. günleri arasında modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin pişirilmiş olarak antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit analizi sonuçları (devam)¹

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	49. gün			56.gün		
		Antioksidan aktivite (%)	TFM ² (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/g)	Fitik asit (mg/100g)
Kontrol	PE ³	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
Komb-1⁴	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	32.73±0.57	0.58±0.07	731.98±9.67	32.58±1.00	0.57±0.10	730.54±11.19
Komb-2⁵	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	31.09±1.09	0.48±0.08	683.49±11.10	31.34±0.74	0.47±0.10	682.99±10.51
Komb-3⁶	PE	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-
	180	33.80±0.65	0.59±0.11	669.16±12.78	33.13±0.85	0.58±0.10	668.28±11.87

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. “-” ile belirtilen örnekler 28. günden önce tüketilemeyecek hale gelmiştir. ²TFM: Toplam fenolik madde miktarı, ³PE: Pastörize edilmemiş,

⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

4.4.3. Depolama sürecinde yaş makarna örneklerinin mikrobiyal analiz sonuçları

Yaş makarna örnekleri depolama başlangıcında hem normal atmosfer koşullarında hem de MAP uygulaması ile paketlenmiş ve depolama süresince mikrobiyal kaliteleri takip edilmiştir. Depolamanın ilk haftasından sonra normal atmosfer koşullarında paketlenmiş yaş makarna örneklerinin mikrobiyolojik açıdan tüketilemeyecek hale geldiği belirlenmiş ve bu örneklerin depolanmasına son verilmiştir. Çizelge 4.80’de depolamanın ilk haftasında normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinde mezofilik ve psikrofilik bakteriler ile maya/küf gelişimi durumu özetlenmiştir. Depolamanın ilerleyen aşamalarında sadece MAP uygulanmış yaş makarna örnekleri yer almaktadır. Bu örneklerdeki mezofilik bakteri gelişimi Çizelge 4.81’de, psikrofilik bakteri gelişimi Çizelge 4.82’de ve maya/küf gelişimi Çizelge 4.83’de özetlenmiştir.

Çalışmada, yaş makarna örneklerinde mezofilik ve psikrofilik bakterilerin gelişimi için mikrobiyal kalite (bozulma) sınırı 10^6 kob/g olarak belirlenirken, maya/küf gelişimi için 10^3 kob/g, koliform analizi için ise 10^4 kob/g mikrobiyal kalite sınırı olarak değerlendirilmiştir. Mezofilik, psikrofilik ve koliform mikroorganizmalar için Del Nobile ve ark. (2009), Costa ve ark. (2010) ve Manthey ve ark. (2008) de aynı sınırı belirlemiştir. Scioscia ve ark. (2016), maya/küf gelişimi için mikrobiyal kalite sınırının 10^3 - 10^2 kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Depolama sürecinde makarna örneklerinin mikrobiyal olarak bozulmalarının, örneklere uygulanan pastörizasyon süreleri ile formülasyonlarında yer alan bileşenlerden etkilendiği belirlenmiştir. Antioksidan ve besinsel lif kaynaklarının birlikte kullanılması ile hazırlanan kombinasyonların, kontrole kıyasla mikrobiyal bozulmaya daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinde, özellikle depolamanın 21. gününden itibaren mikrobiyal gelişme hızlanmıştır. Kombine örneklerdeki bozulma ise bundan daha sonraki aşamalarda başlamıştır.

Pastörizasyon işleminin etkisi, mikrobiyolojik analizler ile açık bir şekilde ortaya konmuştur. Pastörizasyon işleminin uygulanmadığı örneklerin tümü depolamanın 21. gününde belirlenen sınırların üzerine çıkarken, artan pastörizasyon süresi ile belirgin bir iyileşme gözlenmiştir. Mezofilik ve psikrofilik mikroorganizmaların gelişimi açısından değerlendirme yapıldığında kombinasyonların 3’ü de depolamanın 56. gününe kadar belirlenen sınırların altında kalmışlardır.

Çizelge 4.80. Depolamanın ilk haftasında normal ve modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0. gün			7. gün (NP ¹)			7. gün (MAP ²)		
		Mezofilik	Psikrofilik	Maya/Küf	Mezofilik	Psikrofilik	Maya/Küf	Mezofilik	Psikrofilik	Maya/Küf
Kontrol	PE ³	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁴	-	-	-
	60	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁴	-	-	-
	120	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	180	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
Komb-1 ⁴	PE	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	60	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	120	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	180	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
Komb-2 ⁵	PE	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	60	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	120	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	180	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
Komb-3 ⁶	PE	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	60	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	120	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-
	180	-	-	-	>10 ⁶	-	>10 ⁴	-	-	-

¹NP: Normal paketleme, ²MAP: Modifiye atmosferde paketleme, ³PE: Pastörize edilmemiş, ⁴Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ⁵Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁶Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.81. Depolama süresince modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinde mezofilik bakteri gelişimi

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	35.gün	42.gün	49.gün	56.gün
Kontrol	PE ¹	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	180	-	-	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
Komb-1 ²	PE	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴
Komb-2 ³	PE	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴
Komb-3 ⁴	PE	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	<10 ⁴

¹PE: Pastörize edilmemiş, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.82. Depolama süresince modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinde psikrofilik bakteri gelişimi

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	35.gün	42.gün	49.gün	56.gün
Kontrol	PE ¹	-	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
Komb-1²	PE	-	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
Komb-2³	PE	-	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
Komb-3⁴	PE	-	-	-	<10 ⁴	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	60	-	-	-	-	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶	>10 ⁶
	120	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴

¹PE: Pastörize edilmemiş, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Çizelge 4.83. Depolama süresince modifiye atmosferde paketlenmiş yaş makarna örneklerinde maya/küf gelişimi

Katkılama	Pastörizasyon süresi (sn)	0.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	35.gün	42.gün	49.gün	56.gün
Kontrol	PE ¹	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	60	-	-	-	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	120	-	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
Komb-1²	PE	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	60	-	-	-	-	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	120	-	-	-	-	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	<10 ²	<10 ²	<10 ²
Komb-2³	PE	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	60	-	-	-	-	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	120	-	-	-	-	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	<10 ²	<10 ²	<10 ²
Komb-3⁴	PE	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	60	-	-	-	-	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁴
	120	-	-	-	-	-	-	<10 ²	>10 ⁴	>10 ⁴
	180	-	-	-	-	-	-	<10 ²	<10 ²	<10 ²

¹PE: Pastörize edilmemiş, ²Komb-1: %15 yulaf lifi + %5 keten tohumu, ³Komb-2: %15 arpa lifi + %5 keten tohumu, ⁴Komb-3: %15 yulaf lifi + %5 nar çekirdeği

Maya/küf gelişiminde ise depolama sonuna kadar kalan örnekler 180 sn pastörize edilmiş olanlardır. Kontrol örneğinin pastörizasyon işlemine rağmen daha erken aşamalarda bozulduğu görülmüştür. (Çizelge 4.83).

Pastörizasyon işlemi ile formülasyonda yer alan antioksidan kaynakların sinerjistik etki yaptığı düşünülmektedir. Manthey ve ark. (2008), yaş makarna örneklerinin raf ömürlerine keten tohumu ilavesinin ve paketlemenin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kontrol makarnasının 2 haftadan sonra sınır değerleri aştığını, fakat %15 oranında keten tohumu ilave edilen yaş makarnaların 6 haftaya kadar dayandığını belirtmişlerdir. Bu durumda keten tohumunun bakteriyostatik ve fungistatik özelliklerinin etkili olduğu bildirilmiştir.

Del Nobile ve ark. (2009), doğal bileşiklerin amarant kaynaklı yaş makarnanın mikrobiyal kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında makarna formülasyonuna ekledikleri çitosan'ın antimikrobiyal özelliği ile zararlı mikroorganizmaların gelişimini yavaşlattığını belirtmişlerdir.

Literatürde yaş makarnanın raf ömrü ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda pastörizasyon uygulanıp uygulanmamasına, kullanılan antimikrobiyal maddelere ve paketleme tekniğine bağlı olarak birbirinden farklı raf ömürleri belirtilmektedir. Manthey ve ark. (2008), yaş makarna örneklerini normal atmosfer koşullarında, vakum altında ve nitrojen gazı ile paketlenmişlerdir. Farklı paketleme tekniklerinin aerobik ve anaerobik mikroorganizmaların gelişimi üzerinde benzer etkileri olduğunu belirlerken, vakum paketleme işlemi ile maya/küf sayısının daha az olduğu bildirilmiştir.

Lucera ve ark. (2014), antimikrobiyal bileşikler, antimikrobiyal hava filtresi ve modifiye atmosferde paketleme işlemlerinin yaş makarnanın raf ömrü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, normal şartlarda paketlenen örneklerin mikrobiyal yüklerinin hızlı bir şekilde arttığını, sadece hava filtresi kullanılan örneklerin 17 güne kadar dayandığını, antimikrobiyal madde, hava filtresi ve modifiye atmosferde paketlemenin birlikte kullanıldığı örneklerin ise 50 güne kadar uzayan bir raf ömrüne sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada modifiye atmosferde paketlenen örneklerde mezofilik ve psikrofilik bakteri gelişiminin depolama süresince arttığı da bildirilmiştir.

Sanguinetti ve ark. (2016), yaş makarnanın raf ömrünün uzatılması üzerine yürüttükleri çalışmalarında pastörizasyon işleminin mikrobiyal yükü azaltıcı etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Depolama sırasında pastörizasyonun ve soğukta bekletmenin

etkisi ile toplam bakteri sayısında bir azalma olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kontrol örneğinde depolamanın 14. gününden sonra küf oluşumu tespit etmişler, modifiye atmosferde paketlenmiş örneklerde ise 42 gün süresince küf oluşumu gözlemlenmemiştir.

Sanguinetti ve ark. (2015), yaptıkları başka bir çalışmada ise yaş makarna örneklerini 91 °C' de 9 dk süreyle pastörize etmişler, pastörizasyon işleminin toplam bakteri sayısında azalma sağladığını belirlemişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada depolamanın 14. gününden sonra tüm örneklerin toplam bakteri sayılarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

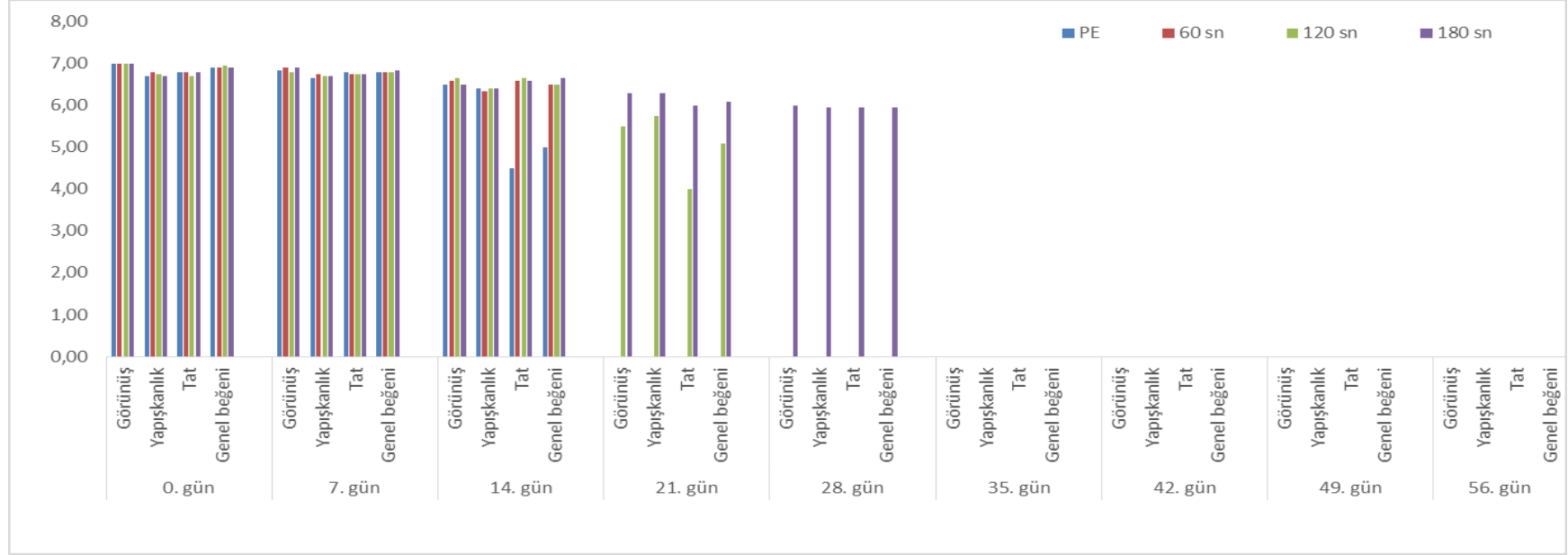
Bu çalışmada depolama süresince yaş makarna örneklerinde koliform bakteri gelişimi gözlenmemiştir. Lucera ve ark. (2014), yaş makarna örneklerinin mikrobiyolojik kalitelerini depolama süresince takip ettikleri çalışmalarında koliform bakteri gelişimine rastlamamışlardır.

4.4.4. Depolama süresince yaş makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları

Depolama süresince yaş makarna örneklerinin duyu özellikleri Şekil 4.48, Şekil 4.49, Şekil 4.50 ve Şekil 4.51'de gösterilmiştir. Ayrıca bu aşamadaki duyu analiz sonuçları Çizelge 4.84, Çizelge 4.85, Çizelge 4.86 ve Çizelge 4.87'de verilmiştir. Örneklerin mikrobiyal açıdan tüketilemeyecek noktaya geldiğinde tabii olarak duyu analizleri de sonlandırılmış olup her örnek ayrı bir grafik ile gösterilmiştir. Normal paketlenmiş örnekler mikrobiyolojik açıdan depolamanın ilk haftasında tüketilemeyecek hale geldikleri için bu örnekler ile ilgili bir duyu değerlendirme yapılmamıştır.

Kontrol örneğinin 14. günden sonra mikrobiyal kalitesinde azalma gözlenmiş olup, pastörize olmamış ve 60 sn pastörize edilen örnekler tamamen tüketilemeyecek hale gelmiştir. İlk 7 günlük süreçte pastörize edilen ya da edilmeyen tüm kontrol örneklerinin görünüş, yapışkanlık, tat ve genel beğeni puanları yüksekken 14. günde pastörize olmamış kontrol örneğinin tat ve genel beğeni puanlarında azalma olmuştur.

Bu aşamada mikrobiyal gelişimin belirlenen sınırların altında olmasına rağmen ürünün duyu özelliklerine etki etmeye başladığı düşünülmektedir. Depolamanın 28. gününden sonra tüm kontrol örnekleri duyu analiz düzeninden çıkarılmıştır.

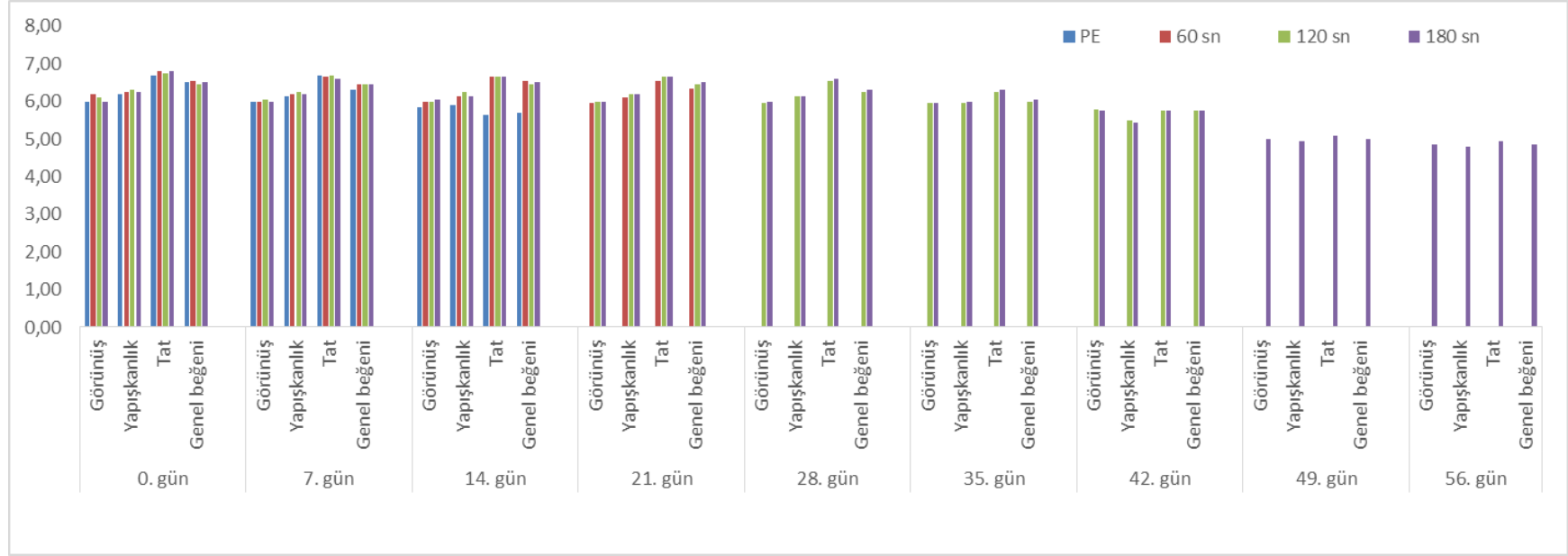


Şekil 4.48. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kontrol örneğinin duysal değerlendirilmesi (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Çizelge 4.84. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kontrol örneğinin duyuusal değerlendirilmesi

		0. gün				7. gün				14. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE ¹	7.00	6.70	6.80	6.90	6.85	6.65	6.80	6.80	6.50	6.40	4.50	5.00
	60	7.00	6.80	6.80	6.90	6.90	6.75	6.75	6.80	6.60	6.35	6.60	6.50
	120	7.00	6.75	6.70	6.95	6.80	6.70	6.75	6.80	6.65	6.40	6.65	6.50
	180	7.00	6.70	6.80	6.90	6.90	6.70	6.75	6.85	6.50	6.40	6.60	6.65
		21. gün				28. gün				35. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	5.50	5.75	4.00	5.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	6.30	6.30	6.00	6.10	6.0	5.95	5.95	5.95	-	-	-	-
		42. gün				49. gün				56. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹PE: Pastörize edilmemiş

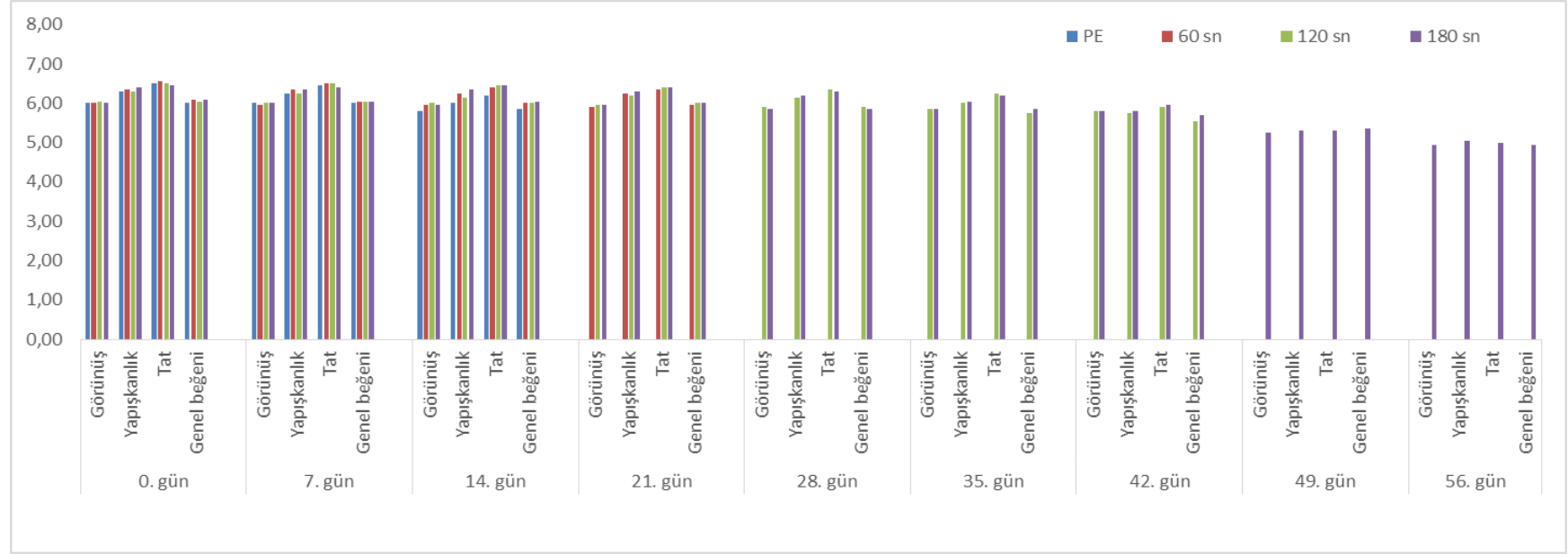


Şekil 4.49. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kombinasyon-1 örneğinin duysal değerlendirilmesi (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Çizelge 4.85. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kombinasyon-1 örneğinin duyuusal değerlendirilmesi

		0. gün				7. gün				14. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE ¹	6.00	6.20	6.70	6.50	6.00	6.15	6.70	6.30	5.85	5.90	5.65	5.70
	60	6.20	6.24	6.80	6.55	6.00	6.20	6.65	6.45	6.00	6.15	6.65	6.55
	120	6.10	6.30	6.75	6.45	6.05	6.25	6.70	6.45	6.00	6.25	6.65	6.45
	180	6.00	6.25	6.80	6.50	6.00	6.20	6.60	6.45	6.05	6.15	6.65	6.50
		21. gün				28. gün				35. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	5.95	6.10	6.55	6.35	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	6.00	6.20	6.65	6.45	5.95	6.15	6.55	6.25	5.95	5.95	6.25	6.00
	180	6.00	6.18	6.65	6.50	6.00	6.15	6.60	6.30	5.95	6.00	6.30	6.05
		42. gün				49. gün				56. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	5.80	5.50	5.75	5.75	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	5.75	5.45	5.75	5.75	5.00	4.95	5.10	5.00	4.85	4.80	4.95	4.85

¹PE: Pastörize edilmemiş

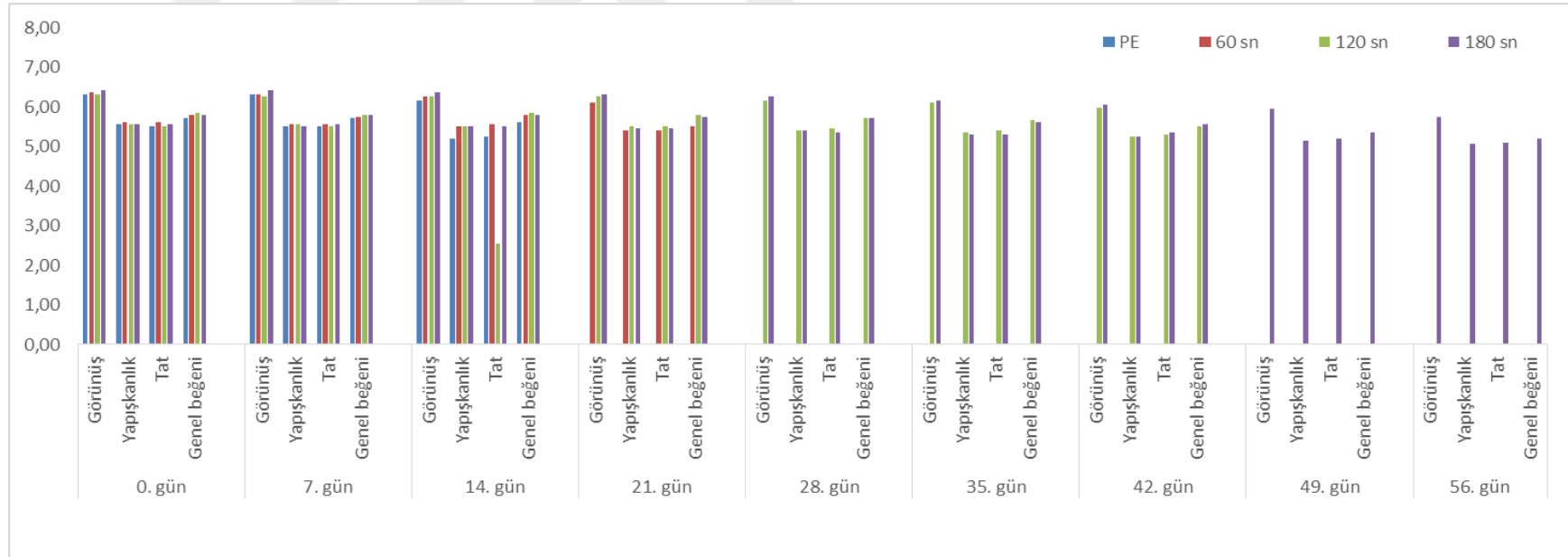


Ŗekil 4.50. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiŖ kombinasyon-2 örneğinin duysal değerlendirilmesi (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiŖ, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Çizelge 4.86. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kombinasyon-2 örneğinin duyusal değerlendirilmesi

		0. gün				7. gün				14. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE ¹	6.00	6.30	6.50	6.00	6.00	6.25	6.45	6.00	5.80	6.00	6.20	5.85
	60	6.00	6.35	6.55	6.10	5.95	6.35	6.50	6.05	5.95	6.25	6.40	6.00
	120	6.05	6.30	6.50	6.05	6.00	6.25	6.50	6.05	6.00	6.15	6.45	6.00
	180	6.00	6.40	6.45	6.10	6.00	6.35	6.40	6.05	5.95	6.35	6.45	6.05
		21. gün				28. gün				35. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	5.90	6.25	6.35	5.95	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	5.95	6.20	6.40	6.00	5.90	6.15	6.35	5.90	5.85	6.00	6.25	5.75
	180	5.95	6.30	6.40	6.00	5.85	6.20	6.30	5.85	5.85	6.05	6.20	5.85
		42. gün				49. gün				56. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	5.80	5.75	5.90	5.55	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	5.80	5.80	5.95	5.70	5.25	5.30	5.30	5.35	4.95	5.05	5.00	4.95

¹PE: Pastörize edilmemiş



Şekil 4.51. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kombinasyon-3 örneğinin duysal değerlendirilmesi (Pastörizasyon süreleri; PE: Pastörize edilmemiş, 60 sn, 120 sn, 180 sn)

Çizelge 4.87. Depolama süresince farklı sürelerde pastörize edilmiş kombinasyon-3 örneğinin duyusal değerlendirilmesi

		0. gün				7. gün				14. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE ¹	6.30	5.55	5.50	5.70	6.30	5.50	5.50	5.70	6.15	5.20	5.25	5.60
	60	6.35	5.60	5.60	5.80	6.30	5.55	5.55	5.75	6.25	5.50	5.55	5.80
	120	6.30	5.55	5.50	5.85	6.25	5.55	5.50	5.80	6.25	5.50	2.55	5.85
	180	6.40	5.55	5.55	5.80	6.40	5.50	5.55	5.80	6.35	5.50	5.50	5.80
		21. gün				28. gün				35. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	6.10	5.40	5.40	5.50	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	6.25	5.50	5.50	5.80	6.15	5.40	5.45	5.70	6.10	5.35	5.40	5.65
	180	6.30	5.45	5.45	5.75	6.25	5.40	5.35	5.70	6.15	5.30	5.30	5.60
		42. gün				49. gün				56. gün			
		Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni	Görünüş	Yapışkanlık	Tat	Genel beğeni
Pastörizasyon süresi (sn)	PE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	5.98	5.25	5.30	5.50	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	6.05	5.25	5.35	5.55	5.95	5.15	5.20	5.35	5.75	5.05	5.10	5.20

¹PE: Pastörize edilmemiş

% 5 antioksidan madde ve % 15 besinsel lif ilavesi ile hazırlanan kombinasyonların duysal özelliklerinin takibi pastörizasyon süresine bağlı olarak son depolama günü olan 56. güne kadar sürdürülmüştür. Kombine örneklerin hazırlanmasında kullanılan katkı çeşidi mikrobiyal bozulma üzerine farklı bir etki yapmamış olup tüm kombine örnekler aynı haftalarda benzer değerlere ulaşmıştır. Pastörizasyon süresinin artması örneklerin mikrobiyal kaliteleri üzerinde olumlu etki yapmıştır. Pastörize edilmemiş kombine örneklerin depolamasına 21. günde son verilmiş olup, 14. günde bu örneklerde duysal beğeni azalma göstermiştir. Pastörize edilmemiş kombine örneklerin depolama başlangıcında ortalama genel beğenisi 6.07 olurken, depolamanın 14. gününde 5.72 olmuştur. Depolamanın 21. gününde 60 sn pastörize edilmiş kombine örnekleri yer alırken, bunlar da 28. günde depolama sürecinden çıkarılmıştır. 28. günden itibaren sadece 180 sn pastörize edilmiş kombine örnekler ile depolama sürdürülebilmştir. Bu örneklerin duysal özelliklerinde depolama süresince bir miktar azalma gözlenmiştir.

Kombine örneklerin görünüş puanları incelendiğinde, 180 sn pastörize edilen kombine örneklerin depolama başlangıcında ortalama 6.13 olan görünüş puanının depolamanın 56. gününde 5.18'e düştüğü görülmüştür. Kombine örnekler arasında % 15 yulaf lifi ve % 5 nar çekirdeği kullanılarak hazırlanan kombinasyon-3'ün depolama süresince diğer iki örneğe göre daha iyi görünüş puanları aldığı belirlenmiştir.

Sonuçlar yapışkanlık puanlarına göre incelendiğinde, depolama süresince örneklerin tümünün yapışkanlık puanlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Benzer değişiklik tüm örneklerin tat ve genel beğeni puanlarında da gözlenmiştir. Kombinasyon-3 örneği diğer örneklere kıyasla tat puanlamasında daha düşük değerler almıştır. Genel beğeni puanlamasında da tat puanlamasında olduğu gibi kombinasyon-3 diğer kombine örneklere kıyasal daha az beğenilen örnek olmuştur.

Depolama süresince kombine örnekler birbirleri ile kıyaslandığında, genel olarak kombinasyon-3'ün daha düşük puan aldığı gözlemlenmiştir. Bu duruma, kombinasyon-3'ün formülasyonunda yer alan nar çekirdeğinin duysal özelliklerinin, kombinasyon-1 ve 2'nin üretiminde kullanılan keten tohumuna göre dezavantaja sahip olmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Bu durum, pastörizasyon öncesi (Şekil 4.15) ve pastörizasyon sonrası (Şekil 4.27) duysal analizlerde de gözlenmiştir.

Yaş makarna örneklerinde özellikle maya/küf gelişimi duysal özellikleri etkilemektedir. Costa ve ark. (2010), antimikrobiyal bir madde olan çitosan ve modifiye atmosferde paketlenme işleminin yaş makarnanın raf ömrü üzerindeki etkisini

araştırdıkları çalışmalarında, sadece irmik kullanılarak üretilen kontrol örneğinin duyuşal özelliklerinin hızlı bir şekilde kötüleştiğini, antimikrobiyal bileşiğin formülasyona ilave edildiği örneklerin ise bir süre daha duyuşal kalitelerini koruduğu belirlenmiştir. Ayrıca maya/küf gelişimi ve mikrobiyal sınırların aşılması sebebiyle analizin erken sonlandırıldığını, oluşan kötü kokunun tüm örneklerin duyuşal kalitesini etkilediğini belirtmişlerdir.

Lucera ve ark. (2014), yaş makarna örneklerinin raf ömrüne paketleme yönteminin etkilerini inceledikleri çalışmalarında modifiye atmosferde paketlenmiş örneklerin duyuşal kalitesinin normal şartlarda paketlenmiş olanlara kıyasla daha uzun süre muhafaza edildiğini belirtmişlerdir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada 3 farklı antioksidan madde kaynağı (keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği) ve 3 farklı besinsel lif kaynağı (buğday lifi, arpa lifi ve yulaf lifi) tek tek ve kombinasyonlar halinde kullanılarak yaş makarna örnekleri hazırlanmıştır. Aynı örnekler kuru makarna şeklinde de üretilmiştir. İlk kısımda yaş ve kuru makarnanın kalite özellikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra bu makarnalar farklı pastörizasyon normları kullanılarak pastörize edilmiştir. Çalışmanın devamında makarna örneklerinin depolama özellikleri araştırılmıştır. Bunun için pastörize edilmiş yaş makarna örneklerinden teknolojik olarak üstün bulunanlarda modifiye atmosferde paketlenme (MAP) işleminin etkileri incelenmiştir. Paketlenmiş örneklerde, 8 haftalık depolama periyodu süresince her 7 günde bir bazı kalite özellikleri takip edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir

Hammadde olarak kullanılan, irmik, antioksidan ve besinsel lif kaynaklarına yönelik olarak yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerin sonucunda; arpa (% 4.69) ve yulaf (% 5.34) lifleri yüksek kül, çörek otu yüksek protein (% 18.23), çörek otu (% 33.98) ve keten tohumu (% 29.85) yüksek yağ, arpa (3151.15 mg/100g) ve yulaf (3503.93 mg/100g) lifleri yüksek fitik asit, nar çekirdeği (% 81.67) yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde (2.94 mgGAE/g) ve buğday lifi yüksek toplam besinsel lif (% 95.04) miktarları ile dikkat çekici bulunmuşlardır.

Hammaddelerin sahip oldukları mineral madde değerleri incelendiğinde, genel olarak buğday lifinin en düşük mineral madde miktarına sahip olduğu, bunu irmiğin izlediği belirlenmiştir. Çörek otu Ca, nar çekirdeği ise Fe açısından diğer hammaddelere göre zengin kaynaklar olarak belirlenmiştir. Yulaf lifi K, Mg, Mn, P ve Zn açısından diğer tüm hammaddelerden üstün özellikler göstermiştir.

Hammaddelere ait renk değerleri incelendiğinde, buğday lifi yüksek parlaklık, nar çekirdeği yüksek kırmızılık ve çörek otu düşük sarılık değerleri ile dikkat çekici bulunmuştur. Hammaddelere ait baskın renk özellikleri son ürün makarnaya da yansımıştır.

Pastörizasyondan önce yaş makarna örneklerinin (PÖYM) kimyasal analiz sonuçlarına göre; makarna formülasyonunda kullanılan besinsel lif kaynakları (buğday lifi hariç) hem tek tek, hem de kombinasyonlar halinde kullanıldıklarında, makarnanın kül miktarını en fazla artıran hammaddeler olmuşlardır. Keten tohumu ve çörek otunun yüksek protein ve yağ içerikleri, makarna örneklerine de yansımıştır. Kombinasyonlarda

% 15 besinsel lif + % 5 antioksidan kaynağı kullanıldığından, bu örneklerdeki yağ içeriği daha da yüksek bulunmuştur. En yüksek toplam besinsel lif değeri buğday lifi ilave edilen örneklerde belirlenmiş, bunu kombinasyon-2 örnekleri takip etmiştir. Buğday lifinin yüksek besinsel lif içeriği (% 95.04) son ürüne yansımış gözükmektedir. Diğer ticari lif kaynaklarının toplam besinsel lif içeriklerinin % 51.95-54.40 aralığında olması, bunların ilave edildikleri makarna formülasyonlarında, toplam besinsel lif değerinin buğday lifi ilaveli örneklere nazaran biraz düşük olmasına neden olmuştur. PÖYM örnekleri mineral madde içerikleri açısından değerlendirildiğinde; genel olarak buğday lifi hariç tüm antioksidan ve besinsel lif kaynaklarının irmikten üretilen yaş makarna örneklerinden daha yüksek Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Özellikle antioksidan ve besinsel lif kaynaklarını birlikte içeren kombine örnekler diğer örneklere göre yüksek mineral madde içerikleri ile dikkat çekici bulunmuştur.

Kuru olarak üretilmiş olan makarna örneklerinde yukarıda verilen tüm kimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve kurutma işlemi neticesinde değerlerde istatistiki bir farklılık oluşmamıştır. Kurutma işlemi renk, pişirme özellikleri, sıklık ve fitik asit miktarları ile duyu özellikleri üzerinde etkili olabileceğinden aşağıdaki metinler yaş ve kuru makarna örneklerinde karşılaştırmalı olarak anlatılmıştır.

PÖYM örneklerinin renk değerleri hem “çiğ makarnalarda” hem de makarnalar “pişirildikten sonra” ölçülmüştür. Ayrıca bu grupta “kuru makarna” örneklerinin renk değerleri de çiğ ve pişirilmiş olarak “yaş makarna” örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Çörek otu, hem çiğ hem de pişirilmiş örneklerde L^* , b^* ve SI^* değerlerini olumsuz yönde etkilemiş ve makarna renginde kayıplara sebep olmuştur. Buğday lifi parlaklıkta, arpa lifi de sarılıkta makarna rengine katkı sağlamıştır. Kombine örneklerde toplam % 20 oranında besinsel lif + antioksidan kaynağının kullanılıyor olması, irmiğin sarı cazip renginin seyreldesine neden olarak parlaklık ve sarılık değerlerinde kayıplara neden olmuştur. Kurutma işlemi ile makarnaların L^* , b^* , SI ve hue değerlerinde azalma olmuştur. Yani kurutma işlemi ile birlikte makarnanın parlak, sarı renginde kayıplar meydana gelmiştir. Pişirme işlemi örneklerde, L^* ve hue değerlerinde artış, a^* , b^* ve SI değerlerinde azalmaya neden olmuştur.

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık değerleri değerlendirildiğinde; genellikle antioksidan ve besinsel lif kaynaklarının makarnaların ağırlık ve hacim artışı değerlerini düşürdüğü, buğday lifi ilaveli örneklerin en düşük ağırlık ve hacim artışı değerleri verdiği belirlenmiştir. Antioksidan kaynaklarının tek

başına kullanımı, suya geçen kuru madde miktarını olumsuz yönde etkilemezken, besinsel lif kaynakları ve bunların yer aldığı kombinasyonlar suya geçen kuru madde miktarını artırmıştır. Antioksidan kaynaklarının suya geçen kuru madde miktarında olumsuz bir etkiye sahip olmama nedeninin, yapılarında bulunan antioksidan bileşiklerin nişasta çevresinde proteinler ile kompleks oluşturması ve pişme sırasında bunları tutarak fazla şişmelerini ve amiloz difüzyonunu kısıtlamaları olduğu düşünülmektedir. Besinsel liflerin gluteni seyreltici etkisi ise makarnaların pişirme sonrası suya geçen kuru madde miktarının artmasına neden olmuş olabilir. Besinsel lif kaynaklarının ve bunların içinde yer aldıkları kombinasyonların makarna sıklığında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum seyrelen gluten miktarı ile ilişkilendirilmiştir. Makarnaların kurutulması ile yaş makarnaya göre ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen madde miktarları ve sıklık değerlerinde artış söz konusu olmuştur.

PÖYM örnekleri ve kuru makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı değerleri makarnalar çiğ ve pişirilmiş formda iken belirlenmiştir. Kombinasyon-1 ve 3 ile üretilen örnekler yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri elde edilmesini sağlamışlardır. Makarna örneklerindeki fitik asit miktarına, hammaddelerin özellikleri yansımış ve fitik asit içeriği yüksek yulaf ve arpa lifleri ve bunların kombinasyonları diğer örneklerle kıyasla daha yüksek fitik asit değerlerinin belirlenmesine neden olmuştur. Makarnaların kurutulması çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin her ikisinde de fenolik madde miktarını yaş makarnaya göre değiştirmezken, fitik asit miktarında yaş makarnaya göre azalma olmuştur. Antioksidan aktivite miktarı pişirilmiş örneklerde, kuru olan makarnalarda yaş makarnaya göre daha düşük bulunmuştur.

PÖYM örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçlarına göre; yaş makarna örnekleri, tüm duyusal değerlendirme parametrelerinde kuru olanlara kıyasla daha yüksek puanlar almışlardır. Çörek otu ilavesi hem yaş hem de kuru örneklerde renk, görünüş, tat, koku ve genel beğeni puanlarını olumsuz etkilemiştir. Keten tohumu ilavesi tat-koku puanlarını kontrol örneğe göre yükseltmiştir. Genel beğeni bakımından antioksidan kaynaklarından keten tohumu ile üretilen makarnalar yaş ve kuru halde en yüksek beğeniye sahip olurken, antioksidan kaynağı ve besinsel lif kullanılarak kombinasyon şeklinde üretilen örneklerden kombinasyon-1 en yüksek genel beğeni puanına sahip olmuş ancak kontrol örnekten düşük puanla değerlendirilmiştir.

Pastörizasyondan sonra yaş makarna (PSYM) örneklerinin renk değerleri çığ ve pişirilmiş olarak değerlendirilmiştir. Çörek otu PÖYM örneklerinde olduğu gibi renk değerleri üzerindeki olumsuz etkisini pastörizasyondan sonrada sürdürmüştür. Çörek otu dışında, çığ örneklerde kombinasyonlarla hazırlanan makarnalar, pişirilmiş örneklerde kombinasyonlarla hazırlanan örneklere ilave olarak nar çekirdekli örnekler makarnanın parlaklık ve sarılığının en fazla düşmesine neden olan örnekler olmuştur. Pastörizasyon süresinin yükselmesi çığ makarna örneklerinde L^* ve hue değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Bu düşüşte muhtemelen maillard reaksiyonunun etkisi söz konusu olmuştur. Pişirme sonrasında pastörizasyon süresinin renk değerleri üzerindeki etkisi tamamen ortadan kalmıştır. Tüm pastörizasyon sürelerinde L^* , a^* , b^* , SI ve hue değerleri istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

PSYM örneklerinin pişirme testi ve sıklık değerleri katkılama açısından PÖYM örneklerine benzer sonuçlar vermiştir. Antioksidan kaynaklarının tek başına kullanılması suya geçen kuru madde ve sıklık değerlerini kontrol örneğe eşdeğer ya da daha üstün kılmıştır. Besinsel lif kaynaklarının yüksek oranda kullanılıyor olması ve gluteni oransal olarak daha fazla seyreltici etkiye sahip olmaları, suya geçen kuru madde ve sıklık değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Pastörizasyon süresi faktörü pişirme özellikleri ve sıklık değeri üzerinde önemli etkiye sahip olmamıştır.

PSYM örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı değerleri makarnalar çığ ve pişirilmiş formda iken belirlenmiştir. Sırasıyla kombinasyon-3 ve 1 ile üretilen örnekler yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri elde edilmesini sağlamışlardır. PÖYM örneklerinde olduğu gibi, kombinasyon kullanılarak hazırlanan örnekler kontrol örneğe göre fitik asidin en fazla yükseldiği makarna örnekleri olmuştur. Pastörizasyon uygulaması çığ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerinde istatistiki bir değişime neden olmazken, 120 sn ve üzerinde uygulanan pastörizasyon işlemi çığ ve pişirilmiş makarnaların fitik asit miktarında düşüşe neden olmuştur.

PSYM örneklerinin duyusal analiz değerlendirilmesinde daha önceki aşamalarda besinsel ve duyusal üstünlükleri belirlenmiş olanlar kullanılmıştır. Yaş makarna örneklerinin raf ömrünün uzatılması amacıyla uygulanan pastörizasyon işleminin yaş makarna örneklerinin duyusal özellikleri üzerinde etkisinin çok sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Depolamaya ait sonuçlar iki kısımda değerlendirilmiştir. Birinci kısımda ilk 7 günlük sürede normal paketlenmiş ve MAP uygulanmış örnekler karşılaştırılmış, ikinci

kısımda, normal paketlenmiş örneklerin 7. günden sonra bozulmasından dolayı, 8 haftalık süre boyunca sadece MAP uygulanmış örnekler değerlendirilmiştir. Bunların 21 günlük kısmı istatistiki analizlere tabi tutulmuş, 28. günden sonra ise sadece bozulmadan kalan örnekler üzerinden sonuçlar verilmiştir.

Depolamanın renk değerleri üzerine etkisi; 7 günlük depolama süresi ile birlikte çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin L^* , b^* , SI ve hue renk değerlerinde azalma olmuştur. Bu azalma MAP uygulamasında normal paketlemeye göre daha az gerçekleşmiştir. MAP uygulaması 7 günlük depolama süresinde makarnaların renk değerlerinin korunmasına kısmen katkı sağlamış ancak yine de renk değerlerinde azalma gerçekleşmiştir. 21 günlük depolamada MAP uygulanmış örneklerde de depolama süresindeki artışa bağlı olarak L^* , b^* , SI ve hue renk değerlerinde azalma devam etmiştir. 8. hafta sonuna kadar sağlam kalan örneklerin renk değerlerinde de aynı eğilim gözlenmiştir.

7 günlük depolama süresi sonunda depolamanın pişirme özellikleri ve sıklık üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Depolanmamış 0. gün örnekleri ile 7. gün normal paketleme ya da MAP uygulanan örneklerin ağırlık artışı, hacim artışı, suya geçen kuru madde miktarları ve sıklık değerleri istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. 21 günlük depolamada MAP uygulanmış örneklerde ağırlık ve hacim artışı değerlerinde değişim olmazken, 14. günden sonra suya geçen kuru madde miktarı artmıştır. 14. günden sonra makarnaların sıklık değerinde de bir azalma söz konusu olmuştur. Suya geçen kuru madde miktarındaki artış ile sıklık değerindeki düşme depolamanın 14. gününden sonra gluten yapısının zayıflamasına atfedilebilir. Depolamanın 21. gününden sonra sağlam kalan örneklerde de bu iki parametredeki değişim 8. haftaya kadar devam etmiştir.

7 günlük normal paketleme ya da MAP uygulaması çiğ ve pişirilmiş makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerinde azalmaya neden olmuştur. MAP uygulaması ile depolanan örneklerde bu özellikler kısmen korunarak, normal paketlenmiş örneklere göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Fitik asit değerlerinde depolama ile birlikte bir değişim gözlenmemiştir. 21 günlük MAP uygulaması ile depolamada; çiğ ve pişirilmiş örneklerde depolamaya bağlı antioksidan aktivite düşmeye devam ederken, fenolik madde miktarı 7. günden sonra istatistiki bir değişim göstermemiştir. Fitik asit miktarında 21 günlük depolamadan sonra sağlam kalan örneklerde 8 haftalık depolama boyunca istatistiki bir değişim olmamıştır.

Depolamanın ilk haftasından sonra normal atmosfer koşullarında paketlenmiş yaş makarna örneklerinin mikrobiyolojik açıdan tüketilemeyecek hale geldiği belirlenmiştir. MAP uygulanmış yaş makarna örneklerinin mikrobiyal bozulmaları örneklerin pastörizasyon sürelerinden ve formülasyonlarında yer alan bileşiklerden etkilenmiştir. Artan pastörizasyon süresi mikrobiyal kaliteyi geliştirmiştir. Antioksidan ve besinsel lif kaynaklarının birlikte kullanılması ile hazırlanan kombinasyonların, mikrobiyal bozulmaya karşı kontrole kıyasla bir miktarda daha dayanıklı olmuştur. Ayrıca pastörizasyon işlemi ve kullanılan antioksidan kaynaklarının sinerjik etki yaptığı düşünülmektedir. 90 °C’de, 180 sn süreyle uygulanan pastörizasyon işlemi, mikrobiyolojik kalitede en uygun sonucu vermiştir.

İlk 7 günlük süreçte pastörize edilmiş ya da edilmemiş tüm kontrol örneklerinin görünüş, yapışkanlık, tat ve genel beğeni puanları yüksekken; 14. günde pastörize olmamış kontrol örneğinin tat ve genel beğeni puanlarında azalma olmuştur. 8 haftalık depolama sürecinde kombinasyon-1 ve 2’nin duyuşal özelliklerinde hafif bir azalma belirlenmiştir.

Sonuç olarak;

1. Yaş makarnanın, kuru makarnaya göre renk parametreleri ve duyuşal özellikleri daha üstün bulunmuştur. Teknolojik özellikler bakımından yaş makarna, suya geçen kuru madde miktarı ve sıklık açısından da avantaj sağlamıştır. Genel olarak kimyasal özellikler bakımından kurutma ile bir değişim olmamış ancak fitik asit miktarı kurutma ile bir miktar azalmıştır.
2. Çörek otu, renk özellikleri ve duyuşal kalite açısından olumsuz etkiye sahip bir antioksidan kaynağı olarak karşımıza çıkmıştır. Çok daha düşük oranlarda kullanımı önerilebilir. Ancak düşük kullanım oranının antioksidan aktivite üzerine etkisinin de sınırlı kalacağı göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, makarna benzeri ürünlerde diğer antioksidan kaynaklarının kullanılması önerilebilir.
3. Buğday lifi, yaş makarna işleme prosesinde oluşturduğu zorluklar nedeniyle, diğer iki life göre daha az tercih edilmiştir. Yulaf lifi işlenebilirliği en kolay olan lif kaynağı olmuştur.
4. Kombinasyon kullanımı; makarnanın, kül, toplam besinsel lif, mineral madde, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fitik asit miktarlarında artış, renk değerlerinden parlaklık ve sarılık üzerinde azalmalara sebep

olmuştur. Besinsel zenginleştirme için kombinasyonların tercih edilmesi uygun görülmüştür.

5. Pastörizasyon süresinin, 90 °C'de 180 sn olarak uygulanması yaş makarnalara daha uzun raf ömrü sağlamıştır. İleriki çalışmalarda daha uzun pastörizasyon süreleri ve gerekirse paketleme sonrası ikinci pastörizasyona başvurulabilir. Ancak bu tür uygulamaların ürünün besinsel ve duyuşsal kalite kriterleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olabileceği düşünölmektedir.
6. MAP uygulaması yaş makarnaların depolanması esnasında renk kayıpları (L^* ve b^*) ile antioksidan ve toplam fenolik madde miktarındaki kayıpları normal paketlemeye göre azaltmıştır. Mikrobiyal kalite üzerinde de normal paketlemeye göre baskın üstün özellikler sergilemiştir. MAP, depolama esnasında fiziksel ve besinsel özelliklerin korunması açısından tavsiye edilen bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır.
7. Katkılama, pastörizasyon süresi ve paketleme çeşidi yaş makarnanın raf ömrü üzerinde farklı etkilere sahip bulunmuştur. Kombinasyon kullanılarak hazırlanan örneklerde pastörizasyon uygulanmadan MAP ile paketlenen örneklerin raf ömrü 14 gün iken, 180 sn pastörizasyon uygulaması ve MAP ile raf ömrü 56 güne kadar uzamıştır.

Bu çalışmanın ışığında daha sonra yapılacak çalışmalar için şunlar önerilebilir. Yaş makarna örneklerinin raf ömrünü daha da uzatmak için paketleme sonrası ikinci bir pastörizasyon işlemi uygulanabilir. Ayrıca bu çalışmalarda çeşitli antimikrobiyal maddeler, farklı MAP gaz konsantrasyonları ve farklı ambalaj materyalleri kullanılarak raf ömrü çalışmaları gerçekleştirilebilir. Yine çalışmalarda, ambalaj içerisindeki O_2 konsantrasyonunun izlenmesini sağlayacak teknik ekipmanlar kullanılarak MAP uygulamasının etkinliği ayrıntılı olarak gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved method of the American association of cereal chemists, U.S.A.
- Acquistucci, R., 2000, Influence of Millard reaction on protein modification and color development in pasta comparison of different drying conditions, *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 33, 48-52.
- Alamprese, C., Iametti, S., Rossi, M., Bergonzi, D., 2005, Role of pasteurization heat treatments on rheological and protein structural characteristics of fresh pasta, *European Food Research and Technology*, 221:759-767.
- Alamprese, C., Casiraghi, E., Rossi, M., 2008, Structural and cooking properties of fresh egg pasta as a function of pasteurization treatment intensity, *Journal of Food Engineering* 89, 1-7.
- Al-Jasass, F. M. and Al-Jasser, M. S., 2012, Chemical composition and fatty acid content of some spices and herbs under Saudi Arabia conditions, *The Scientific World Journal*, DOI:10.1100/2012/859892.
- Al-Jassir, M. S., 1992, Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia, *Food Chemistry*, 45:239-242.
- Al-Naqeep, G. N., Ismail, M. M., Al-Zubairi, A. S., Esa, N. M., 2009, Nutrients composition and minerals content of three different samples of *Nigella sativa* L. cultivated in Yemen, *Asian Journal of Biological Sciences*, 2(2): 43-48.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Ereifej, K., Alli, I., 2013, Distribution, antioxidant and characterization of phenolic compounds in soybeans, flaxseed and olives, *Food Chemistry*, 139:93-99.
- Alzoreky, N. and Nakahara, K., 2001, Antioxidant activity of some edible Yemeni plants evaluated by ferrylmyoglobin/ABTS⁺ assay, *Food Science and Technology Research*, 7(2):141-144.
- Anıl, M., 2002, Besinsel lif kaynağı olarak keten tohumunun ekmek yapımında kullanımı, Doktora Tezi, *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Anonim, 2002, Türk gıda kodeksi makarna tebliği, Tebliğ No: 2002/20.
- Anonim, 2008, Makarna hamurunu hazırlama, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı MEGEP, Gıda Teknolojisi, Ankara.
- Anonymous, 2003, Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases report of a joint FAO/WHO expert consultation, World Health Organisation, 2003.
- Anonymous, 2015, World pasta production, Son erişim tarihi: 06.04.2017, <http://www.pasta-unafpa.org/ingstatistics5.htm>

- Anonymous, 2016, Modified atmosphere packaging paper 23, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Son erişim tarihi: 11.Kasım.2016 http://www.unido.org/fileadmin/import/32124_23MODIFIEDATMOSPACKAGING.5.pdf.
- Anwar, F. and Przybylski, R., 2012, Effect of solvents extraction on total phenolics and antioxidant activity of extracts from flaxseed (*Linum usitatissimum* L.), *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria.*, 11(3):293-301.
- Aravind, N., Sissons, M., Egan, N., Fellows, C., 2012, Effects of insoluble dietary fiber addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti, *Food Chemistry*, 130, 299-309.
- Atta, M. B., 2003, Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile, *Food Chemistry*, 83: 63-68.
- Aydın, E. ve Göçmen, D., 2011, Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour, *Food Science and Biotechnolog.*, 20(2):507-511.
- Bagdi, A., Szabó, F., Gere, A., Kókai, Z., Sipos, L., Tömösközi, S., 2014, Effect of aleurone-rich flour on composition, cooking, textural, and sensory properties of pasta, *LWT-Food Science and Technology*, 59:996-1002.
- Barthet, V. J., Klensport-Pawlik, D., Przybylski, R., 2014, Antioxidant activity of flaxseed meal components, *Canadian Journal of Plant Science*, 94: 593-602.
- Bashir, S., Masud, T., Latif, A., 2006, Effect of flaxseed (*Linum usitatissimum*) on the baking properties of cakes and cookies, *International Journal of Agricultural Research*, 1(5):496-502.
- Basiri, S., 2015, Evaluation of antioxidant and antiradical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed and defatted seed extracts, *Journal of Food Science and Technology*, 52(2): 1117-1123.
- Beta, T., Nam S., Dexter J. E., Sapirstein H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82(4): 390-393.
- Bhise, S., Kaur, A., Aggarwal, P., 2014, Development of protein enriched noodles using texturized defatted meal from sunflower, flaxseed and soybean, *Journal of Food Science and Technology*, 52(9): 5882–5889.
- Biney, K. and Beta, T., 2014, Phenolic profile and carbohydrate digestibility of durum spaghetti enriched with buckwheat flour and bran, *LWT-Food Science and Technology*, 57(2): 569-579.
- Bloedon, L. T. and Szapary, O. P., 2004, Flaxseed and cardiovascular risk, *Nutrition Reviews*, 62, 18-27.

- Brennan, C. S., Kuri, V., Tudorica, C. M., 2004, Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation, *Food Chemistry*, 86:189–193.
- Brennan, C. S. and Tudorica, C. M., 2007, Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch polysaccharides, *Journal of Food Science*, 72:9.
- Brennan, C. S. and Tudorica, C. M., 2008, Evaluation of potential mechanisms by which dietary fibre additions reduce the predicted glycemic index of fresh pastas, *International Journal of Food Science and Technology*, 43:2151–2162.
- Bustos, M. C., Perez, G. T., Leon, A. E., 2011, Sensory and nutritional attributes of fiber-enriched pasta, *LWT - Food Science and Technology*, 44(6):1429–1434.
- Carini, E., Vittadini, E., Curti, E., Antoniazzi, F., 2009, Effects of different shaping modes on physico-chemical properties and water status of fresh pasta, *Journal of Food Engineering*, 93:400–406.
- Cemeroğlu, B., 2009, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.1. Cilt. *Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları*, ANKARA.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H., 2007, *Nigella Sativa* L.: Chemical and physicochemical characteristics of lipid fraction, *Food Chemistry*, 101:673-681.
- Chetana, M. S., Sudha, M. L., Begum, K., Ramasarma, P. R., 2010, Nutritional characteristics of linseed/flaxseed (*Linum usitatissimum*) and its application in muffin making, *Journal of Texture Studies*, 41:563-578.
- Chillo, S., Ranawana, D. V., Pratt, M., Henry, C. J., 2011, Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley β -glucan, *Nutrition*, 27: 653–658.
- Cho, S. S. and Samuel, P., 2009, Fiber ingredients: food applications and health benefits, *CRC Press, Taylor & Francis Group*.
- Clarke, G., Ting, K. N., Wiart, C., Fry, J., 2013, High correlation of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolics content indicates redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest, *Antioxidants*, 2(1), 1-10.
- Collin, R., 1999, Oxidative DNA damage, antioxidants, and cancer, *Bio-Essays*, 21:238-246.
- Costa, C., Lucera, A., Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M. A., 2010, Shelf life extension of durum semolina-based fresh pasta, *International Journal of Food Science and Technology*, 45:1545–1551.

- Cubadda, R., 1994, Nutritional value of pasta. Effects of processing conditions. *Italian Food and Beverage Technology*, 3:27-33.
- Cubadda, F., Aureli, F., Raggi, A., Carcea, M., 2009, Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat, *Journal of Cereal Science*, 49:92-97.
- Dadashi, S., Mousazadeh, M., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S. M., 2013, Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed: A comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics biochemical composition of pomegranate seed oil, *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(4):351-363.
- Dangoggo, S. M., Bunu, M. I., Uba, A., Saidu, Y., 2012, Study of proximate, mineral and anti-nutrient composition of *Punica granatum* seeds from north-western Nigeria, and Saudi Arabia, *Researcher*, 4(4), 4-9.
- De Camargo Andrade-Molina, T. P., Shirai, M. A., Grossmann, M. V. E., Yamashita, F., 2013, Active biodegradable packaging for fresh pasta, *LWT-Food Science and Technology*, 54(1):25-29.
- De Zorzi, M., Curioni, A., Simonato, B., Giannattasio, M., Pasini, G., 2007, Effect of pasta drying temperature on gastrointestinal digestibility and allergenicity of durum wheat proteins, *Food Chemistry*, 104:353–363.
- Del Nobile, M. A., Di Benedetto, N., Suriano, N., Conte, A., Lamacchia, C., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., 2009, Use of natural compounds to improve the microbial stability of amaranth-based homemade fresh pasta, *Food Microbiology*, 26:151–156.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., 2012, Dietary fiber in foods: A review, *Journal of Food Science and Technology*, 49(3):255-266.
- Dönmez, M., Cankurtaran, M., İlseven, S., Sancak, N., İpekçioğlu, P., Turan, A. R., 2010, Diyet lifleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri, *Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu*, 21-22 Ekim 2010, Düzce.
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M., Mérillon, J. M., 2009, Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1768–1774.
- Dziki, D. and Laskowski, J., 2005, Evaluation of the cooking quality of spaghetti, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14(55), 153-158.
- El-Beltagi, H. S., Salama, Z. A., El-Hariri, M., 2011, Variations in oil and some phytochemical contents in flaxseed cultivars (*Linum usitatissimum* L.), *EJEAF Che.*, 10(8):2711-2721.

- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahis, Y., Nasri, N., Ferchichi, A., 2012, Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower, *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 6(xx), 4724-4730.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Elgün, A. ve Türker, S., 2005, Tahıl ürünleri teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Konya.
- Epler, S., Chambers, E. and Kemp, K. E., 1998, Hedonic scales are a better predictor than just-about-right scales of optimal sweetness in lemonade, *Journal of Sensory Studies*, 13(2): 191-197.
- Fardet, A., Hoebler, C., Baldwin, P. M., Bouchet, B., Gallant, D. J., Barry, J. L., 1998, Involvement of the protein network in the in vitro degradation of starch from spaghetti and lasagne: a microscopic and enzymic study, *Journal of Cereal Science*, 27:133-145.
- Fares, C., Platani, C., Baiano, A., Menga, V., 2010, Effect of processing and cooking on phenolic acid profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta enriched with debraning fractions of wheat, *Food Chemistry*, 119:1023-1029.
- Floyd, R. A., 1999, Antioxidants, Oxidative stress, and degenerative neurological disorders, *Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine*, 222:236-245.
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, M. A., Brennan, C. S., 2015, How combination of dietary fibers can affect physicochemical characteristics of pasta, *LWT-Food Science and Technology*, 61:41-46.
- Francis, F. J., 1998, Color analyses, food analysis (S.S Nielson, ed.), *Chapman and Hall*, New York, NY.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76:1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D., Mazza, G., 2002. Wheat quality: Antioxidant qctivity of wheat millstreams, in: *Wheat Quality Elucidation*, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, AACC International, St. Paul. MN., 219-233.
- Gatti, E., Catenazzo, G., Camisasca, E., Torri, A., Denegri, E., Sirtori, C. R., 1984, Effects of guar-enriched pasta in the treatment of diabetes and hyperlipidemia, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 23:1-10.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M., 2014, Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food, *Journal of Food Science and Technology*, 51(9): 1633-1653.

- Gull, A., Prasad, K., Kumar, P., 2016, Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, In press.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32(6):661-667.
- Halliwell, A. And Gutteridge, J. M. C., 1990, The antioxidant of human extracellular fluids, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 280:1-8.
- Harland, B., 2006, Rat plasma copper and zinc concentrations were not negatively affected by high phytate content of black seed, *The FASEB Journal*, 20, A196.
- Haron, H., Grace-Lynn, C., Shahar, S., 2014, Comparison of physicochemical analysis and antioxidant activities of *Nigella sativa* seeds and oils from Yemen, Iran and Malaysia, *Sains Malaysiana*, 43(4):535-542.
- Haugh, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals product, *Journal of Science Food and Agriculture*, 34:1423-1426.
- Herken, E. N., İbanoğlu Ş., Öner, M. D., Bilgiçli, N., Güzel, S., 2007, Effect of storage on the phytic acid content, total antioxidant capacity and organoleptic properties of macaroni enriched with cowpea flour, *Journal of Food Engineering*, 78(1):366-372.
- Hirawan, R., Ser, W. Y., Arntfield, S. D., Beta, T., 2010, Antioxidant properties of commercial, regular-and whole- wheat spaghetti, *Food Chemistry*, 119(1): 258-264.
- Hussain, S., Anjum, F, M., Butt, M, S., Sheikh, M, A., 2008, Chemical compositions and functional properties of flaxseed flour, *Sarhad Journal of Agriculture*, 24(4):649-654.
- İşleroğlu, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M., 2005, Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu, *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2):23-30.
- Jambrec, D., Sakac, M., Jovanov, P., Misan, A., Pestoric, M., Tomovic, V., Mandić, A., 2016, Effect of processing and cooking on mineral and phytic acid content of buckwheat-enriched tagliatelle, *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 22(3):319-326.
- Jayasena, V. and Nasar-Abbas, S. M., 2012, Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fiber pasta using lupin flour, *Journal of Texture Studies*, 43:153-163.

- Jing, P., Ye, T., Shi, H., Sheng, Y., Slavin, M., Gao, B., Liu, L. and Yu, L., 2012, Antioxidant properties and phytochemical composition of chinagrown pomegranate seeds, *Food Chemistry*, 132:1457–1464.
- Kahveci, B. ve Özkaya, H., 1989, Farklı oranlarda ekmeklik buğday katılmış bazı durum çeşitlerinin makarnalık kalitesi üzerine araştırmalar, *Doğa*, 13(3):1033-1047.
- Kar, Y., Şen, N., Tekeli, Y., 2007, Samsun yöresinde ve Mısır ülkesinde yetiştirilen çörekotu (*Nigella sativa* L.) tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelenmesi, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(2):197-203.
- Karaca, E., 2011, Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karaoğlu, M. M. ve Kotancılar, H. G., 2001, Tahıl ürünlerinin sağlığımız açısından önemi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1):101-108.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S., Dar, B. N., 2012, Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans, *Journal of Food Technology*, 49(4):467-474.
- Khan, I., Yousif, A., Johnson, S. K., Gamlath, S., 2013, Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta, *Food Research International*, 54, 578–586.
- Khouryieh, H., Herald, T., Aramouni, F., 2006, Quality and sensory properties of fresh egg noodles formulated with either total or partial replacement of egg substitutes, *Journal of Food Science*, 71(6):433-437.
- Lebesi, D. M. and Tzia, C., 2011, Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes, *Food and Bioprocess Technology*, 4:710-722.
- Lehman, A., O'Rourke, N., Hatcher, L., Stepanski, E. J., 2003, JMP for basic univariate and multivariate statistics: Methods for researchers and social scientist, SAS Institute.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., 2006, Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract, *Food Chemistry*, 96:254-260.
- Liu, G., Xu, X., Hao, Q., Gao, Y., 2009, Supercritical CO₂ extraction optimization of pomegranate (*Punica granatum* L) seed oil using response surface methodology, *LWT-Food Science and Technology*, 42(9):1491-1495.
- Lucera, A., Costa, C., Padalino, L., Conte, A., Lacivita, V., Saccotelli, M. A., Esposto, D., Del Nobile, M. A., 2014, Combination of process technology and packaging conditions to improve the shelf life to fresh pasta, *Journal of Food Processing & Technology*, 5:12.

- Maache-Rezzoug, Z. and Allaf, K., 2005, Study of the effect of hydrothermal process conditions on pasta quality, *Journal of Cereal Science*, 41,267–275.
- Mahan, L. K. and Escott-Stump, S., 2000, *Macronutrients: carbohydrates, proteins, lipids, krause's food, nutrition, and diet therapy*, 10th. Ed., W. B. Saunders, p.43. Philadelphia, PA.
- Majzoobi, M. Farahnaky, A., Agahi S. H., 2011, Properties and shelf-life of part-and full-baked flat bread (barbari) at ambient and frozen storage, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13:1077-1090.
- Manthey, F. A., Sinha, S., Wolf-Hall, C. E., Hall, C. A., 2008, Effect of flaxseed flour and packaging on shelf life of refrigerated pasta, *Journal of Food Processing and Preservation*, 32:75-87.
- Marinelli, V., Padalino, L., Nardiello, D., Del Nobile, A. A., Conte, A., 2015, New approach to enrich pasta with polyphenols from grape marc, *Journal of Chemistry*, Article ID 734578.
- Martos, M. V., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J. A., 2010, Pomegranate and its many functional components as related to human health: A review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9:635-654.
- Menteş, Ö., Bakkalbaşı, E., Ercan, R., 2008, Effect of use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread, *Food Science and Technology International*, 14(4):299-306.
- Meral, R. ve Dogan, I. S., 2013, Quality and antioxidant activity of bread fortified with flaxseed, *Italian Journal of Food Science*, 25:51-56.
- Melgarejo, P., Salazar, D. M., Artes, F., 2000, Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits, *European Food Research and Technology*, 211:185-190.
- Meziti, A., Meziti, H., Boudiaf, K., Mustapha, B., Bouriche, H., 2012, Polyphenolic profile and antioxidant activities of *Nigella Sativa* seed extracts in vitro and in vivo, *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 6(4).
- Miguel, M. G., Neves, M. A., Antunes, M. D., 2010, Pomegranate (*Punica granatum* L.): A medicinal plant with myriad biological properties-A short review, *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(25):2836-2847.
- Moscoso, W., Bourne, M. C. and Hood, L. F., 1984, Relationships between the hard-to-cook phenomenon in red kidney beans and water absorption, puncture force, pectin, phytic acid and minerals, *Journal of Food Science*, 49:1577- 1583.
- Northolt, M. D. and Bullerman, L. B., 1982, Prevention of mould growth and toxin production through control of environmental conditions, *Journal of Food Protection* 45:516–526.

- Ockendan, I., Falk, D. E and Loft, J. N. A., 1997, Stability of phytate in barley and beans during storage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (5):1673-1677.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Chung, D. S., Deyoe, C. W., 1985, Noodle III. effects of processing variables on the quality of dry noodle, *Cereal Chemistry*, 62(6):437-440.
- Oliveira, A., Alexandre, E. M. C., Coelho, M., Gomes, M. H., Almeida, D. P. F., Pintado, M., 2015, Effect of modified atmosphere on polyphenols during storage of pasteurized strawberry purees, *LWT - Food Science and Technology*, 60:377-384.
- Oomah, B. D., Kenaschuk, E. O., Mazza, G., 1996, Phytic acid content of flaxseed as influenced by cultivar, growing, season and location, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(9):2663-2666.
- Orak, H. H., Yagar, H., Isbilir, S. S., 2012, Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, tannin, anthocyanin, and flavonoid contents, *Food Science and Biotechnology*, 21(2): 373-387.
- Özavar, Ş., 2004, Unlu mamüllerde vitacel buğday liflerinin faydaları, *Gıda Teknolojisi*, 8(7): 36-37.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No:14, Ankara.
- Pagani, M. A., Lucisano, M., Mariotti, M., 2007, Handbook of food products manufacturing: principles, bakery, beverages, cereals, cheese, confectionary, fats, fruits, and functional foods (Vol.1), Editör: Hui, Y. H, *Wiley-Interscience A John Wiler & Sons, Inc., Publication*, 328-381.
- Prakash, A., 2001, Medallion laboratories analytical progress antioxidant activity, *Takes you into the Heart of a Giant Resource*, 19(2.):1-4.
- Parry, R. T., 1993, Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods, *Springer Science+Business Media*, B. V. ISBN 978-1-4613-5892-3.
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C., Micard, V., 2010, Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation, *Food Research International*, 43:634-641.
- Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş., Öner, M. D., 2004, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ, *Journal of Food Engineering*, 64:249–256.

- Pradas-Baena, I., Moreno-Rojas, J. M., Luque de Castro, M. D., 2015. Effects of Processing on Active Compounds in Fresh-Cut Vegetables, *Processing and Impact of Active Components in Food*, Ed: Victor Preedy, Elsevier Inc.
- Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., Hirose, A., Stephen, N., Gowda, L. R., Hosokawa, M., Miyashita, K., 2009, Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation, *Food Chemistry*, 115(2):501-508.
- Ramadan, M. F., 2007, Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview, *International Journal of Food Science & Technology*, 42(10):1208–1218.
- Rakesh, N., Fellows, C. M., Sissons, M., 2015, Evaluation of the technological and sensory properties of durum wheat spaghetti enriched with different dietary fibers, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95:2-11.
- Rizk, E. M., Bedier, S. H., Elgendy, M. A., 2014, Utilization of carotenoid pigments extracted from tomato peel as natural antioxidants and colorants in sunflower oil and spaghetti, *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 92(1):309-321.
- Robertson, G. L., 1993, Food packaging: principles and practice packaging and converting technology, *CRC Press*, 562.
- Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S., Emad, A. M., 2013, Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peel and seeds powders by products, *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(4):169-179.
- Saldamlı, İ., 2007, Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 119-123.
- Salim, A. B., Abou-Arab, A. A. K., Mohamed, Ş. R., Eldesouky, T. A., 2014, Influence of pomegranate (*Punica granatum* L.) on dimethoate induced hepatotoxicity in rats, *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 8(8):925-930.
- Salvador, M. D., Aranda, F., Gomez-Alonso, S., Fregapane, G., 2001, Cornicabra virgin olive oil: A study of five crop seasons composition, quality and oxidative stability, *Food Chemistry*, 74:267-274.
- Sanguinetti, A. M. Del Caro, A., Mangia, N. P., Secchi, N., Catzeddu, P., Piga, A., 2011, Quality changes of fresh filled pasta during storage: Influence of modified atmosphere packaging on microbial growth and sensory properties, *Food Science and Technology International*, 17:23-29.
- Sanguinetti, A. M., Secchi, N., Del Caro, A., Fadda, C., Feni, P. A. M., Catzeddu, P., Piga, A., 2015, Gluten-free fresh filled pasta: The effects of xanthan and guar gum on changes in quality parameters after pasteurization and during storage, *LWT-Food Science and Technology*, 64:678-684.

- Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Scanui A., Fadda, C., Milella, G., Catzeddu, P., Piga, A., 2016, Extending the shelf life of gluten-free fresh pasta by modified atmosphere packaging, *LWT-Food Science and Technology*, 71:96-101.
- Schakel, S. F., Pettit, J., Himes, J. H., 2001, Dietary fiber values for common foods, *In: Spiller GA (ed) The CRC handbook of dietary fiber in human nutrition, 3rd edn. CRC*, London.
- Scioscia, E., Viola, C., Colicchio, R., Pagliuca, C., Vople, M. G., Di Stasio, M., Varricchio, E., Salvatotei P., Pagliarulo, C., 2016, Microbiological profile and shelf life of fresh pasta subjected to several cycles of pasteurization, *2nd IMEKOFODDS*, Benevento, Italy.
- Seeram N.P, Henning S.M, Zhang Y, Suchard M, Li Z, Heber D., 2006, Pomegranate juice ellagitannin metabolites are present in human plasma and some persist in urine for up to 48 hours, *Journal of Nutrition*, 136(10):2481–5
- Sinha, S. and Manthey, F. A., 2008, Semolina and hydration level during extrusion affect quality of fresh pasta containing flaxseed flour, *Journal of Food Processing and Preservation*, 32:546-559.
- Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N., Jayaprakasha, G. K., 2002, Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1):81–86.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), a short guide to vista series ICP– AES operation, *Variant Int. AG, Zug, version 1.0*, Switzerland.
- Slinkard, K. and Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28:49-55.
- Sudha, M. L., Ramasarma, P. R., Rao, G. V., 2011, Wheat bran stabilization and its use in the preparation of high-fiber pasta, *Food Science and Technology International*, 17:47-53.
- Sultan., M. T., Butt, M S., Anjum, F. M., Jemil, A., Akhtar, S., Nasir, M., 2009, Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil, *Pakistan Journal of Botany*, 41(3):1321-1330.
- Tabekhia, M. M. and Donnelly, B. J., 1982, Phytic acid in durum wheat and its milled products, *Cereal Chemistry*, 59(2):105-107.
- Tazart, K., Lamacchia, C., Zaidi, F., Haros, M., 2016, Nutrient composition and in vitro digestibility of fresh pasta enriched with *Vicia faba*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 47:8-15.
- Thompson, J. and Manore, M., 2005, Fiber, nutrition; an applied approach, *Publishing at Benjamin Cummings*, 1302 Sansome, St., San Francisco, p: 123-139.

- Torres, A., Frias, J., Granito, M., Vidal-Valverde, C., 2007, Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation, *Food Chemistry*, 101(1):202-211.
- Trowel, H. and Burkitt, D., 1986, Physiological role of dietary fiber: A ten year review, *Journal of Dentistry for Children*, 53:444-447.
- Ünal, S., 1995, Makarna Teknolojisi Ders Notu, Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Villeneuve, S., Des Marchais, L. P., Gauvreau, V., Mercier, S. Do. C. B., Arcandi Y., 2013, Effect of flaxseed peocessing on engineering properties and fatty acids profiles of pasta, *Food and bioproducts processing: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C*, 91(3):183-191. DOI : 10.1016/j.fbp.2012.09.002.
- Yeyinli, N., 2006, Makarna kalitesinin belirlenmesinde tekstürel yöntemlerin kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Baya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Yılmaz, G. ve Ünal, S. S., 1993, Durum buğdayı ve ürünlerinin fitik asit miktarı ve işleme ile meydana gelen değişmeler, *Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu*, Ankara, 386-392.
- Yokoyama, W. H., Hudson, C. A., Knucles, B. E., Chiu, M. C. M., Sayre, R. N., Turnlund, J. R., Schneeman, B. O., 1997, Effect of barley β -glucan in durum wheat pasta on human glycemic response, *Cereal Chemistry*, 74:293-296.
- Zardetto, S., Dalla Rosa, M., Di Fresco, S., 2003, Effects of different heat treatments on the furosine content in fresh filled pasta, *Food Research International*, 36:877-883.
- Zardetto, S., 2005, Potential applications of near infrared spectroscopy for evaluating thermal treatments of fresh egg pasta, *Food Control*, 16:249-256.
- Zardetto, S. and Dalla Rosa, M., 2007, Effect of heat treatment on the microbiology and quality of fresh filled pasta, *New Issues in Food Policy, Control and Research*, HAUPPAUGE NY, Arthur P. Riley Nova Science Publishers, 45-66.
- Zhang, L., Nishizu, T., Hayakawa, S., Goto, K., 2011, Effect of different drying conditions on pasta quality, *ICEF11 International Congress on Engineering and Food*, Athens, Greece.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ayşe Büşra MADENCİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Batman, 1983
Telefon : 0 554 749 95 13
Faks :
e-mail : bmadenci@konya.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Açık Öğretim Lisesi	2000
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2005
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD	2008
Doktora	: Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD	2017

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2005-2010	Selçuk Üniversitesi - Çumra Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi
2010-	Necmettin Erbakan Üniversitesi - Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR