



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİLEBİLİR KAPLAMA VE FİLMLER İLE KAPLANAN HİNDİ ETİ KÖFTELERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Arif ÇİLTEPE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLEBİLİR KAPLAMA VE FİLMLER İLE KAPLANAN HİNDİ ETİ KÖFTELERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Arif ÇİLTEPE

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2013, 112 Sayfa

Bu çalışmada yenilebilir kaplama ve film materyalleri kullanılarak hindi eti köfteleri kaplanmış ve 4 °C'de 15 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 5., 10. ve 15. günlerinde, 8 farklı kaplama uygulanan hindi köftelerinin ve kontrol örneğin nem, yağ, pH, su aktivitesi, renk ve tiyobarbitürik asit (TBA) analizleri yapılmıştır. Ayrıca, köfteler depolama süresince analiz günlerinde kızartılmış ve uygulanan kızartma sonrası köftelerin nem, yağ, pH, su aktivitesi, renk ve pişirme kaybı analizleri yapılmıştır. Bu analizlere ek olarak çalışmanın 1. gününde, pişmemiş köftelerin tekstür profil analizi (TPA) ve pişmiş köftelerin TPA ve duyusal analizleri yapılmış ve bazı kalite özellikleri araştırılmıştır.

Pişmemiş köftelerde yapılan analizler sonucunda farklı kaplamalar ile kaplanan köfte örneklerinin L^*, a^* ve b^* değerlerindeki değişim istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Pişmiş ve pişmemiş köftelerde kaplamaların nem değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmazken, depolama süresinin nem değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Pişmiş ve pişmemiş köftelerde kaplamaların veya depolama süresinin veya her ikisinin pH ve yağ değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Pişmemiş köftelerde yapılan analiz sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin TBA değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Pişmiş köftelerde yapılan analiz sonuçlarına göre uygulanan kaplamaların pişirme kaybı (PK), son ürün verimi (SÜV) ve köfte çapının azalış yüzdesi (ÇA) değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Anahtar Kelimeler: Film, hindi eti, kalite özellikleri, kızartma, köfte, yenilebilir kaplama.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF SOME QUALITY PROPERTIES OF TURKEY PATTIES COATED WITH EDIBLE COATINGS AND FILMS

Arif ÇİLTEPE

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2013, 112 Pages

In this study, turkey patties were coated by using edible coating and film materials and stored at 4 °C for a period of 15 days. Storing 1., 5., 10. and 15. in the early days, moisture, fat, pH, water activity, color and thiobarbituric acid (TBA) analysis of 8 different coating applied turkey patties and control patty were carried out. In addition, the patties were fried at analysis days during storage and after frying moisture, fat, pH, water activity, color and cooking loss analysis of patties were carried out. In addition to the analysis, at 1. day of study, texture profile analysis (TPA) of uncooked patties and TPA and sensory analysis of cooked patties were carried out and some of the quality characteristics were surveyed.

At the result of analysis carried out at the uncooked patties, alterations of L^*, a^* and b^* values of patties pattern coated with different coatings were found statistically very important ($p<0.01$). At cooked and uncooked patties, while the effects on moisture values of the coatings were not being found statistically important, the effect on moisture values of the storage period was found statistically very important ($p<0.01$). At cooked and uncooked patties, the effects on pH and fat values of the coatings or the storage period or both of them were found statistically very important ($p<0.01$). According to the results of the analysis carried out at the uncooked patties, the effects on TBA values of the coatings or the storage period were found statistically very important ($p<0.01$). According to the results of the analysis carried out at the cooked patties, while the effects on cooking loss (CL), the final crop yield (FCY) and decrease percentage of patty diameter (DD) values of applied coatings were being found statistically very important ($p<0.01$), the effect of the coatings and the storage interactions was not found statistically important ($p>0.05$).

Keywords: Edible coating, film, frying, patty, quality properties, turkey meat.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda karşılaştığım her zorlukta bana yol gösteren, her türlü imkânı sağlayan ve benden yardım ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a,

Tezimin laboratuvar aşamasında yardımlarını ve desteklerini gördüğüm değerli Arş. Gör. Hasan İbrahim KOZAN'a,

Hayatım boyunca beni destekleyen, bana her türlü olanağı sunmaya çalışan ve benim için dualarını eksik etmeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Arif ÇİLTEPE
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **x**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI ..... **…7**

2.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılan Materyaller 9
2.1.1. Buğday glüteni 9
2.1.2. Zein 10
2.1.3. Gamlar 10
2.1.3.1. Karragenan 11
2.1.3.2. Tragakant 11
2.1.4. Metilselüloz (MC) 11
2.1.5. Aljinatlar 12
2.1.6. Gliserol 12
2.2. Yenilebilir Film ve Kaplama Çeşitleri 13
2.2.1. Ön unlama (Predusting) 13
2.2.2. Sıvı kaplama (Battering) 13
2.2.2.1. Adezyon tipi sıvı kaplama 14
2.2.2.2. Kohezyon tipi sıvı kaplama 14
2.2.2.3. Tempura tipi sıvı kaplama 14
2.2.3. Kuru kaplama (Breading) 15
2.3. Yenilebilir Film ve Kaplamaları Gıdalara Uygulama Metotları 15
2.3.1. Daldırma metodu 15
2.3.2. Püskürtme metodu 15
2.3.3. Dökme metodu 15
2.3.4. Boyama metodu 16
2.4. Kızartma İşlemi Mekanizması ve Kalite Parametreleri 16
2.4.1. Kızartma işlemi mekanizması 16
2.4.1.1. İlk ısınma 16
2.4.1.2. Yüzey ısınması 16
2.4.1.3. Yüzeyde buhar düşüşü 16
2.4.1.4. Kabarcıklaşmanın sonlanması 17
2.5. Kızartılan Ürünlerde Kalite Parametreleri 18
2.5.1. Tekstür 18
2.5.2. Nem ve yağ tutma 19
2.5.3. Hacim, yoğunluk ve gözenekli yapı 19
2.5.4. Renk 19
2.6. Yenilebilir Film ve Kaplamalarla İlgili Bazı Araştırmalar 19

3. MATERYAL VE YÖNTEM 24

3.1. Materyal 24
3.2. Yöntem 24
3.2.1. Deneme planı 24
3.2.2. Hindi köftelerinin hazırlanması 25
3.2.3. Ön unlama işlemi 26
3.2.4. Ara kaplama işlemi 26
3.2.5. Son kaplama işlemi 27
3.2.5.1. Sodyum aljinat (Na-Al) film çözeltisi 27
3.2.5.2. Metilselüloz (MC) film çözeltisi 27
3.2.6. Kızartma işlemi 28
3.2.7. Analiz metotları 29
3.2.7.1. Nem tayini 29
3.2.7.2. Protein tayini 29
3.2.7.3. Yağ tayini 29
3.2.7.4. pH tayini 30
3.2.7.5. Renk analizi 30
3.2.7.6. Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi 30
3.2.7.7. Su aktivitesi (a_w) tayini 31
3.2.7.8. Kaplamanın yapışma yüzdesi (YY) 31
3.2.7.9. Kaplamaların viskozite tayini 31
3.2.7.10. Pişirme Kaybı (PK) 31
3.2.7.11. Son ürün verimi (SÜV) 32
3.2.7.12. Çapta azalış yüzdesi (ÇA) 32
3.2.7.13. Kalınlık artış yüzdesi (KA) 32
3.2.7.14. Tekstür profil analizi (TPA) 32
3.2.7.15. Duyusal analizler 33
3.2.7.16. İstatistiksel analizler 33

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 34

4.1. Analitik Sonuçlar 34
4.2. Kaplamanın Yapışma Yüzdesi (YY) Sonuçları 35
4.3. Renk Analiz Sonuçları 36
4.3.1. Pişmemiş köftelerin renk analiz sonuçları 36
4.3.1.1. Pişmemiş köftelerin *L** değeri 37
4.3.1.2. Pişmemiş köftelerin *a** değeri 39
4.3.1.3. Pişmemiş köftelerin *b** değeri 40
4.3.2. Pişmiş köftelerin renk analiz sonuçları 41
4.3.2.1. Pişmiş köftelerin *L** değeri 42
4.3.2.2. Pişmiş köftelerin *a** değeri 44
4.3.2.3. Pişmiş köftelerin *b** değeri 46
4.4. Nem Tayini Sonuçları 47
4.4.1. Pişmemiş köftelerin nem tayini sonuçları 47
4.4.2. Pişmiş köftelerin nem tayini sonuçları 49
4.5. Yağ Tayini Sonuçları 51
4.5.1. Pişmemiş köftelerin yağ tayini sonuçları 51
4.5.2. Pişmiş köftelerin yağ tayini sonuçları 54
4.6. pH Tayini Sonuçları 56
4.6.1. Pişmemiş köftelerin pH tayini sonuçları 56

4.6.2. Pişmiş köftelerin pH tayini sonuçları 58
4.7. Su Aktivitesi (a_w) Tayini Sonuçları 60
4.7.1. Pişmemiş köftelerin a_w tayini sonuçları 60
4.7.2. Pişmiş köftelerin a_w tayini sonuçları 62
4.8. TBA Analiz Sonuçları 64
4.9. Pişirme Kayıpları (PK) 66
4.10. Son Ürün Verimleri (SÜV) 69
4.11. Kalınlık ve Çapta Değişim Yüzdeleri 71
4.11.1. Köftelerdeki kalınlık artış yüzdeleri (KA) 71
4.11.2. Köftelerdeki çap azalış yüzdeleri (ÇA) 73
4.12. Duyusal Analiz Sonuçları 75
4.13. TPA Sonuçları 77
4.13.1. Pişmemiş köftelerin TPA sonuçları 77
4.13.2. Pişmiş köftelerin TPA sonuçları 81
4.14. Korelâsyon Çizelgesi 85

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 88

5.1. Sonuçlar 88
5.2. Öneriler 89

KAYNAKLAR 90

EKLER 103

EK-1. Kaplanan köftelerde yapılan analiz sonuçlarına ait ortalamalar 103
EK-2. Kaplamalara ait görünür viskozite ortalamaları ve görünür viskozite (Pa. s) x speed (rpm) grafikleri 109
EK-3. Duyusal test anket formu 111

ÖZGEÇMİŞ 112

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a_w	: Su aktivitesi
*a**	: Kırmızılık
*b**	: Sarılık
^oC	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
cP	: Centipoise
dk.	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
*L**	: Parlaklık
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
Na-Al	: Sodyum aljinat
nm	: Nanometre
Pa	: Paskal
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
s	: Saniye
sa.	: Saat
W	: Watt

Kısaltmalar

BESD-BİR	: Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Derneği
BHA	: Bütillendirilmiş hydroxyanisole
BHT	: Bütillendirilmiş hydroxytoluene
CMC	: Karboksimetil selüloz
ÇA	: Çap azalış yüzdesi
KA	: Kalınlık artış yüzdesi
F	: Faktör
FDA	: Food and Drug Adminisration
GRAS	: Generally Recognized as Safe
HPMC	: Hidroksimetilselüloz
KO	: Kareler ortalaması
MC	: Metilselüloz
PK	: Pişirme kaybı
PPO	: Polifenol Oksidaz
SD	: Serbestlik derecesi
SÜV	: Son ürün verimi
TBA	: Tiyobarbitürik asit
TPA	: Tekstür profil analizi
YY	: Yapışma yüzdesi

1. GİRİŞ

Et; içerdiği yüksek protein oranı, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle insan beslenmesinde, yerini bitkisel kökenli gıdaların ikâme edemeyeceği önemli bir gıda maddesidir. Doyuruculuğu ve içerdiği aroma maddeleri nedeniyle toplumun büyük kesimi tarafından beğeniyle tüketilmektedir. Vücudun gelişiminde, hücre ve dokuların yapımında, yenilenmesinde önemli rol üstlenen esansiyel aminoasitleri de ideal oranlarda içermesi nedeniyle et özellikle çocukluk döneminde insan beslenmesinin vazgeçilmezidir. Esansiyel aminoasitler vücut tarafından sentezlenemeyen ve dışarıdan alınması zorunlu protein yapıtaşlarıdır. Et, bahsi geçen bu esansiyel aminoasitlerin tamamına yakınını yeterli ve dengeli bir kompozisyonda içermektedir (Büyükünal ve Kahraman, 2004; Özben Demirci, 2008). Et aynı zamanda demir, çinko ve B vitaminleri açısından da iyi bir gıdadır (Bender, 1992).

Kanatlı etleri diğer kasaplık hayvan etleriyle kıyaslandığında protein içeriği bakımından daha üstün durumdadır. Sığır eti %20.94, koyun eti %19.50, dana eti %20 oranında protein ihtiva ederken bu oran derisiz tavuk etinde %21.39, hindi etinde %21.77'dir. Göğüs eti, but etine göre daha fazla miktarda protein içermektedir (Anıl ve ark., 1995). Kanatlı etlerinin içerdiği protein, beslenme için gerekli tüm esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli oranda içerdiğinden kalitesi ve sindirilebilme oranı yüksektir (Aktaş, 1997; Akgün, 2006). Diğer yandan kanatlı etleri kırmızı ete göre daha ekonomiktir. Ülkemizde kanatlı eti üretimi ve tüketimi giderek artış göstermektedir. Tüketicilere sunulan besleyici ve ekonomik özeliklere sahip kanatlı eti ve ürünleri sofralarımızda kolayca yerini almaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki et sektörü, kanatlı eti ürün yelpazesini arttırma ve geliştirme çabası içindedir.

Et ve et ürünleri, genellikle Türkiye'de parça veya kıyma olarak küçük kasaplarda satılmaktadır. Çoğu insan et ve et ürünlerini kıyma olarak tüketmeyi tercih etmektedir. Bu yüzden, köfte gibi çoğu et ürünü kıyma formunda hazırlanmaktadır (Yılmaz ve Dağlıoğlu, 2003; Ulu, 2006). Türk Gıda Kodeksi'nin et ve et ürünleri ile ilgili yayınladığı tebliğe göre; çiğ kırmızı et, çiğ kanatlı eti, kıyma, hindi kıyması, hazırlanmış kırmızı et karışımları ve hazırlanmış kanatlı et karışımlarını üreten veya satan iş yerlerinde, farklı hayvan türlerine ait etler birbirinden ayrı olarak üretilip satışa sunulmak zorundadır. Kanatlı etlerinden çiğ olarak üretilecek hazırlanmış kanatlı eti karışımlarında ise kanatlı kıyma olarak sadece çiğ hindi kıyması kullanılacağı ve dondurulmuş olarak piyasaya arz edileceği bildirilmektedir (Anonim, 2012). Son

yıllarda hindi kıyması direkt olarak piyasaya arz edilebildiği gibi, farklı ürünleriyle de tüketicilerin beğenisine sunulmaktadır.

Ülkemizde tüketicilerin artan taleplerini karşılamak amacıyla et ve et ürünlerinde çeşitli uygulamalar kombine edilerek, ürün çeşitliliği ve özellikleri arttırılmaya çalışılmaktadır. Et ve et ürünleri daha kolay bozulan gıda grubunda yer aldıkları için bu gıdaların raf ömürlerini arttırmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Hatta bazı çalışmalarda et ve et ürünlerinin raf ömürlerinin arttırılması yanında ürüne bazı özellikler kazandırılmaya çalışılmıştır.

Gıdalarda yenilebilir film ve kaplamaların bilimsel anlamda kullanımı yeni bir konu gibi gözükmekte ise de aslında bunların tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar gıda maddesinin yüzeyine veya içine çeşitli yöntemlerle uygulanan ince tabaka şeklinde, yenilebilir nitelikte materyallerdir. Yenilebilir film ve kaplamalar birçok gıda bileşeninin stabilitesini artırmakta, oksijene karşı bariyer özelliği göstermekte, vitamin kayıplarını ve oksidasyon tepkimelerini yavaşlatabilmektedir. En önemli fonksiyonlarından birisi de su buharı geçişine karşı gösterdikleri dirençtir. Bu sayede gıda maddelerinin ağırlık kayıpları azaltılabilmekte, kimyasal ve enzimatik tepkimeler yavaşlatılabilmektedir (Krochta ve ark., 1994). Yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın ezilme ve kırılmasını azaltarak mekanik koruma sağlar ve böylece gıdanın bütünlüğüne katkıda bulunur (Debeaufort ve ark, 1998; Polat, 2007). Ayrıca, gıda sistemlerinin fiziksel özelliklerini geliştirir ve uçucu tat ve aroma kaybını da kontrol altında tutar (Guilbert, 1986; Kester ve Fennema, 1986; McHugh ve Krochta, 1994; Sarıkuş, 2006).

Yapılan araştırmalarda hazırlama kolaylığı ve ekonomikliği nedeniyle kanatlı ve balık eti gibi kızartmalık ürünler başı çekmektedir. Özellikle et ve balık ürünlerinin kızartılarak tüketimlerinden önce çeşitli maddelerle (yumurta, galeta unu, nişastalı maddeler vb.) kaplanmaları çok eskiden beri bilinen bir yöntem olmasına karşın son 20 yıl içerisinde kaplamanın taze veya dondurulmuş gıdalardaki kullanımında son derece büyük bir artış gözlenmektedir. Kaplanmış ürünlerin endüstriyel seviyede üretimi ABD'de 1960'lı yılların ortasında başlamış, geçen zaman dilimi içerisinde bu konu üzerinde olumlu ve önemli atılımlar gerçekleştirilmiştir (Ertekin, 2005; Akgün, 2006).

Kızartma işlemi öncesi gıdalar hamurla veya kuru materyallerle kaplanır. Cunningham ve Suderman (1981), hamuru "pişirme öncesi gıda ürünlerinin daldırıldığı su, un, nişasta ve baharat karışımından oluşan sıvı bir karışım" olarak tanımlamışlardır. Ayrıca kuru materyallerle kaplamayı "pişirme öncesi nemlendirilmiş veya hamurla

kaplanmış gıda ürünlerine uygulanan un, nişasta ve baharat gibi iri taneli kuru bir karışım" olarak tanımlamışlardır (Cunningham ve Suderman, 1981). Proteinler ve polisakkaritler, geleneksel olarak hamur ve kuru kaplama formülasyonlarında veya kızartılacak ürünlerin dış kısmının yapışmasını geliştirmek için kuru unlama olarak kullanılmışlardır (Baker ve ark., 1972; Toloday ve Andres, 1975; Suderman ve ark., 1981; Hsia ve ark., 1992; Antonova ve ark., 2002).

Yenilebilir film ve kaplamalara şekil vermek amacıyla kullanılan polisakkaritler; aljinat, dekstrin, nişasta, pektin, karragenan, kitosan, gam arabik ve selülozdur. Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan proteinler ise, buğday glüteni, kollajen, jelâtin, mısır, soya, fıstık ve süt proteinleridir (Kester ve Fennema, 1986; Çalıkoğlu, 2008). Hem protein kökenli hem de polisakkarit kökenli kaplama malzemeleri "hidrokolloidler" olarak bilinmektedir. Protein grubunda çeşitli hayvansal (kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelâtin vb.) ve bitkisel (glüten, zein, soya, vb.) kökenli proteinler bulunurken, polisakkarit grubunda ise nişastalar (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri), selüloz ve türevleri, gamlar (guar, aljinat, karragenan, tragakant, pektinler ve diğer türevleri), kitin ve kitosan bulunabilmektedir.

Hidrokolloidler gıdalarda çok fonksiyonlu katkılar olarak kullanılmaktadır. Viskozite, su bağlama kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi gibi fonksiyonel özellikleri geliştirmek ve kontrol etmek için kullanılmaktadırlar (Quasem ve ark., 2009). Hidrokolloidler, nem tutucu özelliklerinden dolayı kaplamada kullanılırken, temel olarak bunlardan faydalanılan nitelikler; proteinlerde ısı ile denatürasyon, polisakkaritlerde jelleşme ve jelatinize olma özelliğidir. Kaplama bileşimine katılan protein kökenli bileşenler nem alarak şişerler. Daha sonra ısıl işlem ile denatüre olup diğer bileşenlerle birlikte gıda yüzeyinde bir tabaka oluştururlar. Polisakkarit kökenli bileşenler de aynı şekilde su alarak şişer ve viskoziteyi artırırlar. Bu durum kaplama yapısını güçlendirirken, metilselüloz gibi maddelerin ısı ile jelleşme özelliği de kaplamaya avantaj sağlar (Kılınççeker, 2006). Genel olarak kullanılan gamlar, kaplama olarak hazırlanan çözelti içerisinde diğer bileşenlerin homojen biçimde dağılması için uygun bir ortam oluştururlar. Pişirme veya kızartma esnasında ısı ile jelatinize olup ileri aşamada gıda yüzeyinde bir katman oluşumunu sağlarlar. Oluşan bu film formülasyonda bulunan diğer bileşenlerin oluşturduğu kaplamaya destek katar. Ayrıca, oluşturdukları bu katmanla kızartma esnasında nem kaybını azaltıp ürün tarafından emilen yağ oranını düşürürler. Pişme esnasında ürünün dağılmasını önlerler. Tüm bu durumlar pişirme verimini artırarak tüketici için istenen özellikte ürün oluşmasına

olanak verirken, üreticiye de ekonomik fayda sağlar (Mallikarjunan ve ark., 1997; Kampf ve Nussinovitch, 2000; Fiszman ve Salvador, 2003; Kılınççeker ve Küçüköner, 2005).

Kızartma, zeytinyağının bolluğu nedeniyle Akdeniz bölgesi ve civarında ortaya çıkmış ve gelişmiş, eski ve popüler bir işlemdir (Varela, 1988; Brennan, 2006). Genellikle kızartma işlemlerinde sıcaklık, suyun kaynama noktasının üstünde ve atmosfer koşullarında 160 ^{o}C ve 190 ^{o}C arasında tutulur (Farkas ve ark., 1996). Sıcaklık, ürün içerisinde ve yüzeyinde önemli çok küçük yapısal değişikliklere neden olmaktadır. Yağdan gıdaya taşınan ısı, suyun buharlaşmasına, protein denatürasyonuna, nişasta jelatinizasyonuna ve retrogradasyonuna, Maillard reaksiyonlarına, kabuk oluşumuna ve renk gelişimine neden olmaktadır (Singh, 1995; Mellema, 2003; Müller ve ark., 2012). Yüzeydeki nem kaybı kabuğun gelişmesine neden olmaktadır. Kızartma işleminin başlangıcında nişastanın kümeleşmesi ve proteinlerin denatürasyonu oluşmaktadır. Kızartılan gıdada bu değişiklikler gıdanın tadını ve sindirilebilirliğini geliştirmektedir (Anonymous, 2012). Isı ile birlikte ayrıca, Maillard reaksiyonlarına bağlı olarak gıdanın rengi (kahverengileşme) ve lezzet bileşenleri oluşmaktadır. Diğer yandan gıdada su ve yağ giriş çıkışı olmaktadır. Su buharı olarak gıdadan suyun uzaklaşması ve gıda içerisine yağın girmesi "Kütle transferi" olarak tanımlanmaktadır.

Bugün birçok işlenmiş gıda, pişirmenin yanı sıra ona eşsiz lezzet ve tekstür kazandıran kızartma işlemi ile dünyanın her yerinde hazırlanmaktadır (Brennan, 2006). Dana ve Saguy (2006), "Kızartma işlemi sıcak yağ içerisinde gıdanın tutulmasını ve pişirilmesini içeren bir uygulamadır, kızartma işlemi ısı ve kütle transferine yol açar ve renk, tat, lezzet, kabuk ve tekstür gibi eşsiz özellikleri kısa pişirme süresi ile birleştirmeyi amaçlar" şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir (Müller ve ark., 2012). Saguy ve Pinthus (1995) ise, "Kızartma işlemi dış ortamdaki yağdan gıdanın içine ısı transferi ile birlikte yağ girişine ve gıdadan da suyun transferine yol açmaktadır. Bu sayede lezzetsiz gıdalardan çok lezzetli ve gevrek ürünler elde edilebilir" şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir (Saguy ve Pinthus, 1995; Kılınççeker ve Hepsag, 2011).

Kızartılmış ürünlerin aşırı tüketimi birçok hastalığa neden olmasına rağmen güzel tadından dolayı böyle gıdalar popüler kalmaya devam etmiştir. Böylece gıdanın gevreklik, renk ve lezzet gibi tüketiciye uygun organoleptik özellikleri korunurken, üretim sırasında yağ emilimini azaltmaya yönelik çalışmalara dikkat çekilmiştir (Saguy ve Pinthus, 1995; Mallikarjunan ve ark., 2010).

Gıda bilimi araştırmaları, kızartma öncesi gıda ürünlerine yenilebilir film ve kaplama uygulamaları gibi farklı kaplama yöntemlerini test ederek yüksek yağ emilimini önlemeye çalışmaktadır. Bu işlemler aynı zamanda gıdanın olumsuz duyusal özelliklerinin yanı sıra kalitesindeki olumsuz değişikliklerden kaçınmak ve gıdanın tekstürünü geliştirmek için alternatif bir yöntem sunmaktadır (Gennadios ve ark., 1997; Amboon ve ark., 2012; Porta ve ark., 2012). Genelde kızartma endüstrisi kontrolleri, kızartılmış ürünlerin kalitesi ve son ürün özeliklerinin belirlenmesiyle anlaşılabilmektedir. Bu amaçla ürünlerin; nem ve yağ içeriği, renk, flavor, tekstür, son ürün verimi, besleyici değeri ve raf ömrü stabilitesi gibi özelliklerin belirlenmesi ve buna göre karar verilmesi gereklidir (Altunakar, 2003; Akgün, 2006).

Bu çalışmada yenilebilir film ve kaplama malzemeleriyle kaplanan hindi eti köftelerinin raf ömrünün arttırılması, kızartma sonucu düşük yağlı ve istenilen özelliklere sahip köftelerin elde edilmesi ve bu köftelerde bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ön unlamada kullanılan buğday proteini (glüten) ve mısır proteini (zein), nem tutma özellikleri sayesinde daha stabil bir gıda elde etmemize yardımcı olurlar. Aynı şekilde kızartma işlemiyle elde edilecek son ürünün gaz ve nem kaybını minimum seviyede tutarlar ve böylece gözenekli bir yapının oluşmasını da önlerler. Ayrıca, protein kökenli kaplamalar köfte yüzeylerine uygulanacak bir sonraki kaplama olan sıvı kaplamalar için uygun bir yüzey alanı oluştururlar. Bu sayede köftelerin tekstürü gelişmiş ve mekanik olarak korunması sağlanmış olmaktadır. Sıvı kaplamada kullanılan karragenan ve tragakant gamları ise kaplama hamurunun viskozitesini ve homojenliğini arttırır, nem tutarak kaplamanın yapısını güçlendirir. Ayrıca, polisakkarit kökenli bu gamlar kıvam arttırıcı ve jelleştirici özellikleri sayesinde elde edilecek üründe gaz ve nem kaybını azaltırlar ve bu sayede çeşitli kabartma ajanlarının da etkisiyle hacim artışına ve gevrek bir yapının oluşmasına katkıda bulunurlar. Diğer yandan bu gamlar jelleşme özelliği göstererek ürün yüzeyinde gaz, nem ve yağa karşı koruyucu bir bariyer oluştururlar. Gamlar ve proteinler hidrokolloid olmaları nedeniyle genellikle neme karşı çok duyarlı maddelerdir. Bu nedenle karragenan ve tragakant gamları ile hazırlanan sıvı kaplamalar neme karşı etkili bir bariyer oluşturmazlar. Bu durum son kaplamada kullanılan metilselüloz ve sodyum aljinat film çözeltileri ile giderilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla köfte örnekleri, güçlü bir jelleşme ve film oluşturma özelliği sergileyen metilselüloz ve sodyum aljinat film çözeltileri ile son kaplama işleminde kaplanmışlardır.

Bu çalışmada yenilebilir film ve kaplama malzemeleriyle kaplanan hindi eti köftelerinin nem, yağ, pH, su aktivitesi (a_w), renk ve tiyobarbitürik asit (TBA) analizleri yapılmış ve uygulanan kızartma sonrası elde edilen pişmiş köftelerde ise nem, yağ, pH, a_w, renk ve pişirme kaybı analizleri yapılmıştır. Ayrıca, pişmemiş köftelerin tekstür profil analizi (TPA) ve kızartma sonrası pişmiş köftelerin TPA ve duyusal analizleri yapılarak köfte örneklerinde çeşitli kalite özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yaşadığımız çağın en önemli sorunlarından biri hiç şüphesiz insanların dengeli beslenememesidir. Beslenmenin dengeli bir şekilde yapılabilmesi için vücudun yapı taşlarını teşkil eden ve biyolojik değeri yüksek olan besin maddelerinin alınması gereklidir. Bugün dünyanın kabul ettiği gerçek, hayvansal orijinli proteinlerin yüksek biyolojik değere sahip oluşudur. Biyolojik fonksiyonların düzenli oluşunda ve zekânın gelişiminde en önemli rolü hayvansal proteinler oynamaktadır. Dengeli beslenmenin fiziksel ve ruhsal çalışmaları büyük ölçüde etkilediği anlaşılmıştır. Etin insan beslenmesindeki önemi; başta proteininin ve yağının yüksek biyolojik değerinden, proteininin yüksek düzeyde sindirilebilir oluşundan ve vücudu hastalıklara karşı koruyan unsurları içermesinden ileri gelmektedir. Bu nedenle et ve et ürünleri insan beslenmesinde önemli olan yerini her zaman koruyacaktır (Ertaş, 1979; Özben Demirci, 2008).

Kanatlı etleri yüksek protein ve düşük yağ içeriği (100 g derisiz çiğ ette 20 veya 5 g civarında) ile karakterize edilir (Bou ve ark., 2001, 2004; Wood ve ark., 2003; Bonoli ve ark., 2007). Türkiye'de, 2008 ve 2012 yılları arasında kanatlı eti üretimi sırasıyla 1242, 1268, 1515, 1723 ve 1830 bin ton olarak belirlenirken, aynı yıllardaki yıllık kişi başına tüketilen kanatlı eti miktarları ise sırasıyla 16.79, 16.48, 19.19, 20.47 ve 20.54 kg olarak belirlenmiştir (Anonim, 2013).

Kanatlı etleri içerisinden hindi eti geçmiş yıllarda bir yılbaşı ziyafeti olarak kabul ediliyordu. Ancak, bugünlerde birçok insan kırmızı ete nazaran hindi etinin daha ucuz ve düşük yağ içerikli olduğunun farkına varmakta ve beslenmelerinde hindi etine önemli bir yer vermektedir. Hindi eti kanatlı hayvanlar içerisinde en yağsız (%10) olan türdür ve sodyum, potasyum ve demir gibi minerallerin ve proteinlerin iyi bir kaynağıdır (Ferreira ve ark., 2000). Hindi etinin dünyadaki tüketimi, düşük yağ ve doymuş yağ asitleri içeriğine sahip olduğu ve düşük kolesterol sağlayan özelliklerinin iddia edilmesinden dolayı 1997'den 2002 yılına kadar %10 artmıştır (Anonymous, 2013). Bundan başka, hindi etinin nötr tat ve yumuşak tekstürü nedeniyle kabul edilebilirliği pazarda büyümesi için başka bir önemli faktördür. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği hindi etinin en büyük tüketicisidir (Baggio ve ark., 2005; Anonymous, 2013).

Türkiye'nin hindi eti üretimi son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Türkiye'de, 2008 ve 2012 yılları arasında hindi eti üretimi sırasıyla 35, 28, 33, 32 ve 43 bin ton

olarak belirlenirken, aynı yıllardaki yıllık kişi başına tüketilen hindi eti miktarları ise sırasıyla 0.47, 0.38, 0.44, 0.40 ve 0.52 kg olarak belirlenmiştir. Türkiye'de 2008 ve 2012 yılları arasında hindi eti ihracat miktarları ise sırasıyla 1299, 953, 1036, 2081 ve 3737 ton olarak belirlenmiştir (Anonim, 2013).

Kıyma; kemik, tendon, kıkırdak, lenf yumruları, büyük damarlar ve sinirler ile kısmen kabuk ve iç yağlarından arındırılmış taze ya da dondurulup çözdürülmüş sağlıklı kasaplık hayvan etlerinin kıyma makinesinde uygun bir aynadan bir kez çekilmesi ile elde edilen ve hiçbir katkı maddesi içermeyen üründür (Arslan, 2002). Türk Gıda Kodeksi'ne göre; kemiklerinden ayrılmış çiğ hindi etinin kıyma makinesinden geçirilmesiyle elde edilen kanatlı etine ise "Hindi kıyma" denmektedir (Anonim, 2012a). Kıyma tipi et ürünleri ülkemizde köfte halinde yaygın olarak tüketilmektedir. Ülkemizde "fastfood" olarak tüketilebilecek ürünlerimiz arasında hiç şüphesiz köfte önemli bir yer tutmaktadır. Köfte çeşitlerimizin bolluğu ve eşsiz lezzetleri bunların tüketimini daha da arttırmaktadır. Köftenin tarihçesi 3000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Köfte, yazılı kayıtlarda ilk olarak "Kuefette" adıyla Asurlular'da görülmektedir. Kökeni Orta Asya olarak kabul edilen birçok yazıtta, adına "Kueffettue" denen ve "yoğrulmuş et" anlamına gelen bir yiyecekten söz edilmektedir. Mezopotamya'da ise, eti saklamak amacıyla tuz ve darı ile iyice ezme işleminden söz eden kaynaklara rastlanmakta ve bu kaynaklarda, yapılan bu işlemden, "Kuffette" yani "ezik et" olarak söz edilmektedir (Anonim, 2013a).

Çetin ve Yücel (1992), Bursa'da kasap dükkânlarında yapılan köfteler üzerine yaptıkları araştırmada, ortalama olarak rutubet miktarını %54.28, protein miktarını %15.89, yağ miktarını %24.31, kül miktarını %3.13 ve tuz miktarını ise %2.06 bulmuşlardır (Özben Demirci, 2008).

Gıdalarda yenilebilir kaplamaların tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. Günümüzde kaplama işlemi geniş bir ürün grubuna uygulanmakta, tüketici isteğine bağlı olarak yeni ürün geliştirmede kullanılmakta ve bilimsel araştırmalara sıkça konu olmaktadır (Chen ve ark., 1990; Kaymak Ertekin, 2005). Gıda ürünlerindeki nem kaybı ve duyusal özelliklerdeki azalma tüketici tercihlerini etkileyen önemli problemlerdendir. Ayrıca, kızartılan gıdaların yağ içeriğindeki artışlar insanlarda obezite ve koroner kalp hastalıklarına neden olabilmektedir. Son yıllardaki araştırmalar bu problemleri çözmeye çalışmakta ve kızartılan gıdaların işlenmesinde farklı kaplama materyallerini kullanmaktadır (Brincic ve ark., 2004; Kılınççeker ve Hepsag, 2011; Kılınççeker, 2013). Kaplanacak materyaller et, sebze ve peynir gibi gıdalardan olabilir. Yarı ve

tamamen hazırlanan kaplanmış ürünler pazarı, kolay hazırlanıp tüketilen uygun gıda ürünleri oldukları için son birkaç yılda yaygınlaşmaya başlamıştır (Barbut, 2013).

2. 1. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılan Materyaller

Yenilebilir film ve kaplamaların bileşiminde bulunan biyolojik kaynaklı polimerler Çizelge 2.1.'de sınıflandırılırken (Sarıkuş, 2006), yenilebilir filmlerin hazırlanmasında temelde hidrokolloidler (protein ve polisakkarit), lipidler ve kompozitlerden (hidrokolloid+lipid) yararlanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir filmleri biyolojik kaynaklı yapılarına göre 3 kısımda incelemek mümkündür.

Çizelge 2.1. Yenilebilir film ve kaplamaların bileşiminde bulunan biyolojik kaynaklı polimerler

Biyolojik Kaynaklar	Materyaller
Protein	
Hayvansal	Kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelâtin vb.
Bitkisel	Glüten, zein, soya vb.
Polisakkaritler	
Nişasta	Patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri
Selüloz	Selüloz ve türevleri
Gamlar	Guar, aljinatlar, karragenan, tragakant, pektinler ve diğer türevleri
Kitin/Kitosan	
Yağlar	
Hayvansal ve bitkisel yağlar	
Çapraz bağlı trigliseridler	
Vakslar	

2. 1. 1. Buğday glüteni

Buğday glüteni, buğday nişastası üretiminde ortaya çıkan bir yan üründür. Yüksek molekül ağırlığı, yaygın apolar karakteri ve fraksiyonlarının çeşitliliği en önemli özellikleri arasındadır (Temiz ve Yeşilsu, 2006). Buğday ununun suda çözünmeyen proteinleridir. Glütenin aminoasit bileşimi özelliğini belirtir. Glüten gliadin ve glütenin polipeptidlerinin kombinasyonundan oluşmaktadır (Sarıkuş, 2006).

Glüten, fonksiyonelliği bakımından önemli bir materyaldir. Kaplanan gıda yüzeyinde bariyer oluşumuna yardımcı olan jelleşmeye katkıda bulunabilir (Fiszman ve Salvador, 2003; Kılınççeker ve ark., 2009; Kılınççeker ve Kurt, 2010).

Su bağlama kapasitesi ve et ürünlerine uygunluğu nedeniyle et ürünlerinde glütenin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. 1972 yılında peynir, sandviç gibi gıdaları sarmak, paketlemek veya kaplamak için kullanılabilen yenilebilir ve kokusuz glüten film ve kaplamalar patentlenmiştir.

2. 1. 2. Zein

Zein, mısır endosperminde bulunan ve alkolde çözünen bir proteindir. Endospermdeki toplam proteinlerin %50'sini veya daha fazlasını oluşturmaktadır. Alkol/su karışımı ile ekstrakte edilebilir ve toz halinde kurutulabilirler. Ticari zein, esas olarak mısır öğütme endüstrisinin yan ürünüdür. Zein kaplamaları fındık, şeker, şekerleme ürünleri ve diğer gıdalar için oksijen, lipit ve nem bariyeri olarak kullanılmaktadır (Alper ve Acar, 1998; Temiz ve Yeşilsu, 2006). Zein ile üretilen kaplamalar oldukça parlak ve sert bir görünüşe sahiptir (Gennedios ve Weller, 1990; Sarıkuş, 2006).

2. 1. 3. Gamlar

Gam terimi ilk olarak, yapışkan ve zamksı bitkilerden sızan doğal maddeler için kullanılmıştır. Gamın teknik olarak kabul edilen tanımı ise, "kıvam arttırıcı ve /veya jelleştirici etki vermek için suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik karbonhidratlar" olarak açıklanmaktadır. Bu tip maddeler kolloidal yapıda ve hidrofilik kolloid özellikte olduklarından "hidrokolloidler" olarak da adlandırılırlar (Glicksman 1969; Özben Demirci, 2008).

2. 1. 3. 1. Karragenan

Karragenan, deniz yosunlarından elde edilen bir polisakkarittir. Karragenanlar yüksek esnekliğe sahip, sarmal yapılar oluşturabilen moleküllerdir. Bu özellikleri sayesinde, oda sıcaklığında farklı jeller oluşturabilirler. Bu nedenle gıda sektöründe ve diğer sektörlerde stabilizatör olarak kullanılırlar. Yenilebilir film ve kaplama olarak karragenan taze ve donmuş sığır eti, kümes hayvanları eti ve balık etinde yüzeysel dehidrasyonu önlemek için gıda endüstrisinin çeşitli alanlarında kaplama materyali olarak kullanılır. Aynı zamanda nem, gaz, aroma ve yağ transferini önlemek için ve

böylece gıda kalitesini geliştirmek veya sürdürmek ve gıdanın raf ömrünü arttırmak için gıda alanında kullanılabilmektedir (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997).

2. 1. 3. 2. Tragakant

Tragakant gam, Orta Doğu'da yetişen ve geven ya da *astragalus* adı verilen bir bitki türünden elde edilen özsuyun kurutulması ile elde edilen, doğal bir gamdır. Tragakant gam, bitkinin gövde veya kökünün üzerinden bıçakla özel olarak yapılan çizgilerden akan özsuyun şerit veya ince parça (flake) şeklinde kurutulması ile oluşur. Tragakant gam bir polisakkarit kompleksidir. Temel olarak iki ana bileşeni vardır: bassorin (%60-70) ve tragakantin (%40-30). Bassorin suda çözünmez, tragakantin ise suda çözünür. Tragakant gam su ile karıştırıldığında, tragakantin adlı polisakkarit kolloidal bir süspansiyon oluşturur. Bassorin adlı polisakkarit ise şişerek, jel oluşturur. Bu şişme sayesinde tragakant gam, kalın ve yapışkan sıvılar veya hamurlar oluşturma özelliğini elde eder (Anonim, 2012b).

Birkaç çalışmada tragakant gamın toksik, mutajenik, teratojenik, karsinojenik olmadığı ve bir gıda katkı maddesi olarak potansiyel uygulamalara sahip olduğu bildirilmiştir (Anderson, 1989; Hagiwara ve ark., 1992; Kora ve Arunachalam, 2012).

2. 1. 4. Metilselüloz (MC)

Metilselüloz (MC), selülozdan elde edilen kimyasal bir bileşiktir. Saf halde, beyaz toz halinde bulunan MC, soğuk suda belirgin yoğun bir çözelti veya jel oluşturarak çözünebilir. MC, termal jelleşme sergiler yani bu türevlerin çözeltisi kritik sıcaklığın üzerinde jeldir ve soğutulunca bu etki tersine döner. Bu alışılmamış özellikten deniz mahsulleri ve tavuk etini kaplamak için kullanılmıştır (Polat, 2007). MC, kullanıldıkları ürünün etrafında koruyucu bir film oluşturarak kızartma sırasında yağ emilimini azaltabilmektedir (Barbut, 2001).

Selüloz türevlerinden genellikle plastikleştirici olarak yağ kullanılarak hem taze hem de dondurulmuş etlerin kaplanmasında yararlanılmıştır (Daniels, 1973; Polat, 2007). MC veya hidroksimetilselüloz (HPMC) ile etlerin kaplanması; pişirme sırasındaki kaybı minimize etmekte, yağ alımını düşürmekte ve tavuk ürünleri ve su ürünlerine glaze olarak uygulandığında nem kaybını azaltmaktadır (Gennadios, 2002; Dursun ve Erkan, 2009).

2. 1. 5. Aljinatlar

Kahverengi deniz yosunlarından alkali ile muamele edilerek izole edilen aljinatlar, gıda endüstrisinde ve endüstriyel uygulamalarda çok amaçlı olarak kullanılan hidrokolloidlerdendir. Aljinat, yenilebilir film olarak su ürünleri ve et ürünlerinin kaplanmasında da sıklıkla kullanılan materyallerden birisidir (Erickson ve Hung, 1997; Gennadios, 2002; Dursun ve Erkan, 2009). Aljinatlar, su kaybını ve oksidasyonu azaltmak için gıda uygulamalarında özellikle kullanılmalarını sağlayan iyi bir film oluşturucu özelliğe sahiptirler (Onsøyen, 2001). Aljinat filmleri, kurutulduklarında oldukça kırılgan bir yapıya dönüştükleri için gliserol ilavesiyle yumuşatılabilirler (Glickman, 1983; Avena-Bustillos ve McHugh, 2011).

Aljinat asıllı filmler su bariyerini arttırarak, mikrobiyal bulaşmayı önleyerek, büzülmeye karşı yapıyı koruyarak, lezzeti devam ettirerek ve yağ oksidasyonunu geciktirerek gıdaların raf ömrünü uzatabilirler ve kalitenin korunmasını sağlayabilirler. Aljinatlar GRAS bir maddedir (FDA). Sodyum aljinat (Na-Al) ile balık, karides, istiridye ve domuz eti kaplamalar ürünlerin raf ömrünün arttırılabildiğini ve damlama kaybı, pişirme kaybı, nem kaybının düşürülebildiğini ve soğuk depolama sırasında fonksiyonel özelliklerin sürdürülebildiğini göstermektedir (Wanstedt ve ark.,1981; Wang ve ark.,1994; Yu ve ark., 2008; Song ve ark., 2011).

2. 1. 6. Gliserol

Gliserol, etilen glikol, sorbitol, mannitol ve polietilen glikol gibi çeşitli plastikleştiriciler yenilebilir film uygulamalarında kullanılmaktadırlar. Plastikleştiriciler moleküller arası kuvvetlerden kaynaklanan kırılganlığı ortadan kaldırmak ve polimer yapısına esneklik kazandırmak amacıyla kullanılan düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir (Turhan, 1999; Ayana, 2007). Plastikleştirici olarak kullanılan gliserol renksiz, kokusuz, şurup kıvamında, 25 °C'deki 100 g suda 71 g'ı yüksek çözünürlükte olan bir sıvıdır. Eter, benzen ve kloroformda çözünebilir. Orta ve yüksek derecede higroskopik özelliktedir. Erime noktası 17.8 °C olan gliserol, sabun üretim prosesinin bir yan ürünüdür (Çalıkoğlu, 2008).

2. 2. Yenilebilir Film ve Kaplama Çeşitleri

2. 2. 1. Ön unlama (Predusting)

Ön unlama, kaplama işleminin ilk basamağı olup sıvı ve kuru kaplama karışımlarından önce uygulanan bir yöntemdir. Uygulanan kaplama materyali karışım olabileceği gibi sadece un ve süt bazlı proteinler de olabilmektedir (Gennadious ve ark., 1997; Hongsprabhas ve Barbut, 1999; Ertekin, 2005; Akgün, 2006). Ön unlama gıdadaki serbest suyu yüzeye doğru absroblayarak daha iyi yapışma sağlamaktadır. Ayrıca, yüzeye uygulanacak hamur kaplamalar için ara yüzey oluşturmaktadır (Barbut, 2001). Baker ve ark. (1972), proteinlerin ön unlama materyali olarak kaplamalarda yapışmayı nişasta ve gamlardan daha fazla geliştirdiğini belirtmişlerdir (Kaymak Ertekin, 2005).

2. 2. 2. Sıvı kaplama (Battering)

Sıvı kaplama, su içinde un süspansiyonu olup, arzu edilen karakteristikleri elde etmek amacıyla çeşitli konsantrasyonlarda nişasta, tuz, yumurta, kabartıcı veya esmerleşmeyi sağlayan maddeleri içermektedir (Kaymak Ertekin, 2005). Normalde sıvı kaplamalar için belirli bir reçeteye ihtiyaç yoktur ve sıvı kaplamalar ihtiyaçlara göre hazırlanırlar. Çizelge 2.2.'de sıvı kaplama karışımları için tipik formülasyonlar verilmiştir (Loewe, 1993; Wang, 2005). Genel olarak sıvı kaplamalar üç ana kategoriye ayrılırlar: adezyon tipi sıvı kaplama, kohezyon tipi sıvı kaplama ve tempura tipi sıvı kaplamadır.

Çizelge 2.2. Sıvı kaplamaları oluşturan bileşenler ve oranları (Loewe, 1993; Wang, 2005)

Bileşen	Oran (%)
Ana bileşenler	
Buğday unu	30-50
Mısır unu	30-50
Sodyum bikarbonat	<3
Asit fosfat	Nötrleştirecek miktarda
İsteğe bağlı bileşenler	
Pirinç, soya ve arpa unu	0-5
Una katılan yağ	0-10
Süt tozu	0-3
Nişasta	0-5
Gamlar, emülsiye edici maddeler ve renklendiriciler	<1
Tuz	<5
Şeker ve dekstrinler	0-3
Tatlandırıcılar, baharatlar	Serbest

2. 2. 2. 1. Adezyon tipi sıvı kaplama

Bilinen en eski kaplama çeşididir. İlk olarak gıda bileşenlerini bir arada tutabilmek amacıyla kullanılmıştır. Genellikle buğday unu, mısır unu, nişasta, yumurta ve süt bazlı olarak hazırlanmaktadır. Kimyasal kabartma maddesi kullanılmayan kaplamalardır (Lee, 2000; Altunakar, 2003; Akgün, 2006). Böyle sıvı kaplamalar genellikle ürünün yüzeyine çok iyi yapışabilen ince bir kaplama filmi olarak uygulanır (Barbut, 2001).

2. 2. 2. 2. Kohezyon tipi sıvı kaplama

Gıdanın yüzeyinde kabuk oluşturmak için kullanılan bir kaplamadır. Bu sıvı kaplamalar adezyon sıvı kaplamalardan daha kalın ve genellikle içerisinde un bulunmaktadır (Barbut, 2001).

2. 2. 2. 3. Tempura tipi sıvı kaplama

Adezyon tipi kaplamalara kompozisyon olarak benzerdir. Aralarındaki fark kimyasal kabartma maddesinin kullanılmasıdır. Bu tip kaplamalar özellikle son üründe spesifik karakter kazandırmada, dış yüzeyin görsellik ve yapı kalitesini arttırmada

adezyon tipine göre endüstriyel anlamda daha fazla kullanım alanı bulmuştur (Lee, 2000; Maskat, 2000; Altunakar, 2003; Salvador ve ark., 2005; Akgün, 2006).

2. 2. 3. Kuru kaplama (Breading)

Gıda maddelerinin kuru kaplamalarla özellikle galeta unlu karışımlarla kaplanması, gıdayı koruması ve ürüne katma değer oluşturması nedeniyle tercih edilir. (Lee, 2000; Ertekin, 2005; Akgün, 2006).

2. 3. Yenilebilir Film ve Kaplamaları Gıdalara Uygulama Metotları

2. 3. 1. Daldırma metodu

Gıda maddesinin film çözeltisine daldırılması, fazla kaplama materyalinin gıda yüzeyinden akıtılması sonrasında kaplamanın kurutulması ve katılaştırılması uygulamasıdır. Bu yöntem düzgün olmayan yüzeylerin homojen bir şekilde kaplanması, kaplama materyalinin fazlasının uzaklaştırılması ve kurutulma olanağı gibi avantajlara sahiptir (Caner ve Küçük, 2004; Polat, 2007).

2. 3. 2. Püskürtme metodu

Daldırma yöntemine göre daha ince, düzgün ve tek düze film oluşturulmasında tercih edilmektedir. Bu yöntem, sadece bir yüzeyinin kaplanması istenen gıdalar için elverişli olup, kaplanmış gıda yüzeyinde ikinci bir film tabakası oluşturmak için de kullanılabilmektedir. Örneğin, sosla kaplanacak olan pizza tabanları gibi, sadece bir yüzeyinde koruma sağlanacak maddeler için uygun bir yöntemdir (Krochta ve ark., 1994; Polat, 2007).

2. 3. 3. Dökme metodu

Düzgün bir yüzey üzerine, film oluşturacak çözeltinin istenilen kalınlıkta dökülmesi, yayılması ve kurutulması ile film oluşturma yöntemidir (Krochta ve ark., 1994; Polat, 2007).

2. 3. 4. Boyama metodu

Homojen ve ince bir tabaka elde edilecekse veya bir ürünün belli bir yeri kaplanacaksa boyama metodu da yapılabilir. Boyama metodunda, akışkan formdaki kaplama solüsyonu fırça yardımıyla boyama yapılarak ürünün üzerine kaplama işlemi gerçekleştirilir (Polat, 2007).

2. 4. Kızartma İşlemi Mekanizması ve Kalite Parametreleri

2. 4. 1. Kızartma işlemi mekanizması

Kızartma, suyun kaynama noktası üzerindeki bir sıcaklıkta yenilebilir bir yağ içerisinde gıda maddesinin belirli bir süre pişirildiği bir işlemdir (Farkas, 1994). Kızartma sıcaklıkları 130 ^{o}C ile 190 ^{o}C arasında değişebilir, fakat en yaygın kullanımı 170 ^{o}C ile 190 ^{o}C arasıdır (Brennan, 2006). Genel olarak kızartma işlemi dört farklı aşamadan oluşmaktadır.

2. 4. 1. 1. İlk ısınma

Gıdanın yüzey sıcaklığının sıvının kaynama noktasına ulaştığı anda birkaç saniye süren aşamadır. Isı transferi konveksiyon (ısı yayma) yoluyla olur ve su buharlaşması yoktur.

2. 4. 1. 2. Yüzey ısınması

Yüksek türbülans nedeniyle zorunlu bir konveksiyon sisteminin ve kabuk oluşumunun başladığı, ani su kayıpları ile karakterize edilen aşamadır.

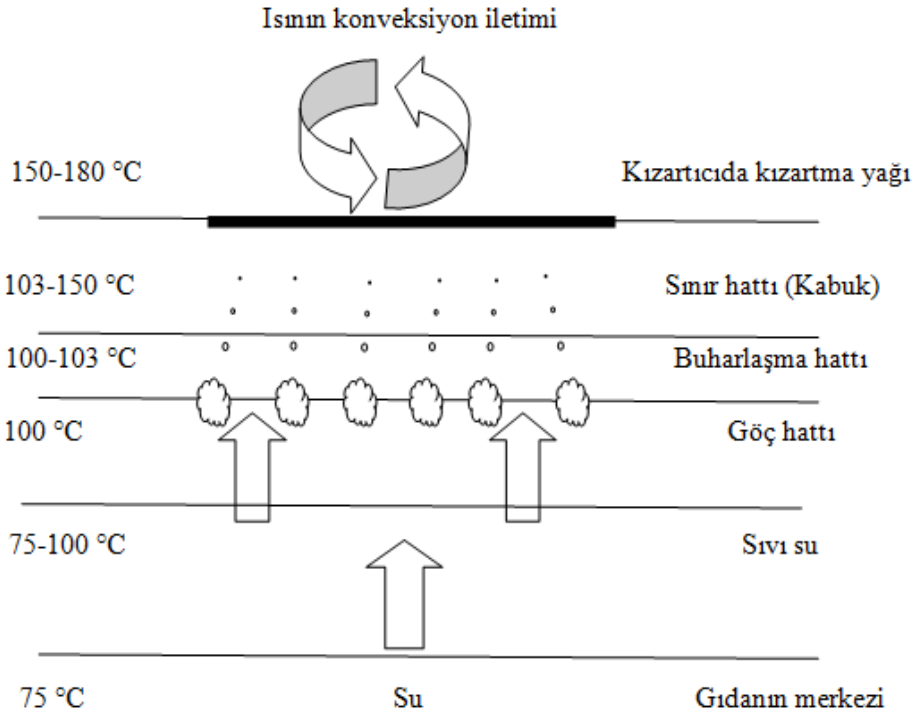
2. 4. 1. 3. Yüzeyde buhar düşüşü

Gıda içerisindeki nemin uzaklaştığı, iç sıcaklığın kaynama noktasına doğru yükseldiği, kabuk kısmının kalınlaştığı ve sonunda yüzeyde buhar geçişinin azaldığı bir aşamadır.

2. 4. 1. 4. Kabarcıklaşmanın sonlanması

Kabarcıklaşmanın sona erdiği aşamadır (Brennan, 2006).

Kızartma esnasında ısı transferine bağlı olarak kütle transferi de gerçekleşmektedir. Şekil 2.1.'de kızgın yağdaki kaplanmış ürünün kütle ve ısı transfer mekanizmaları ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Yağda kızartılan üründeki kütle ve ısı transfer mekanizmaları (Anonymous, 2012)

Kızgın yağın sıcaklığı konveksiyonel ısı transferiyle gıdanın yüzeyine ve buradan merkezine kadar iletilir. Gıda içerisinde bulunan sıvı formdaki su, evaporasyon bölgelerine doğru hareket ederek yüzeyden buhar olarak gıdayı terk eder. Aynı zamanda gıdadaki su buharının terk ettiği boşluklara yağ adezyonu gerçekleşir. Suyun migrasyonu olarak tanımlanan bu olay pompalama diye de anılmaktadır. Ürüne yağ giriş miktarı; ürünün nem kaybı miktarına ve nasıl nem kaybettiğine bağlıdır. Üründeki yağ içeriğinin düşük olması için nem kaybının yavaş ve sürekli bir şekilde olması gereklidir. Bunun olabilmesi için de yüzeyde zarar görmüş alanlar oluşmaması gereklidir (Krokida ve ark., 2000; Akgün, 2006).

Kızartma işlemi tamamlanıp gıda kızartıcıdan uzaklaştırıldığında gıda hızlı bir şekilde soğumaya başlar. Bu gıdada su buharı yoğunlaşmasına neden olur ve iç basıncı azalır. Gıdanın yüzeyine bağlanan yağ, bir vakum etkisine benzer şekilde gıda içerisine çekilir. Bu aşamada gıdadaki yağ emilimi, adezyon ve kızartıcıdan uzaklaştırıldığı için yağın süzülmesi arasındaki dengeyi kapsayan bir yüzey olayıdır (Ufheil ve Escher, 1996; Wagner ve Elmadfa, 2010).

Kızartma esnasında birçok fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bunlardan en önemli olanları; nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve kabuk oluşumudur. Ürün yüzeyinin sıcaklığı 100 ^{o}C'ye ulaştığında, su evaporasyon bölgelerine doğru hareketlenir. Yüzey sürekli su kaybeder, sıcaklık yükselir ve yüzeyde yapısal ve kimyasal değişimler sonucu kabuk oluşur. Kabuk; kızartılmış gıdalarda en önemli albeni ve lezzet karakteristiğidir. Kabuğun yapı ve renginin oluşumunda çoğunlukla etkisi olan sıcaklık, zaman ve nem içeriğinin birlikte gösterdikleri etki hâkimdir (Mackay, 1999; Kumar ve ark., 2006; Akgün, 2006). Kızartma işlemi gıdalarda dış kabuk oluşumunu, içinin pişmesini ve kendine özgü lezzet oluşumunu sağlamasının yanı sıra kızartma yağının bozunmasıyla sonuçlanan gıdada istenmeyen değişikliklere de neden olmaktadır. Bu değişiklikler hem kızartma ortamının kalitesini hem de kızartılacak gıdanın kalitesini etkilemektedir (Anonymous, 2012).

2. 5. Kızartılan Ürünlerde Kalite Parametreleri

Kızartılan ürünlerin kalitesi en fazla kızartma yağının kalitesine ve kızartılan ürün tipine bağlı olarak değişmektedir.

2. 5. 1. Tekstür

Kızartılmış ürünlerde tekstür parametrelerinden göze çarpan en önemli özellik, gevrekliktir. Gevreklik, gıdanın kolaylıkla ısırılabilecek sertlikte olması ancak ısırma esnasında çıtırdama sesinin hissedilebilmesidir. Kızartılan ürünlerde tekstürel olarak bu önemli özelliklere etki eden birçok faktör vardır. Buna bağlı olarak son ürün tekstürü; ilave edilen katkılara, formülasyona ve uygulanan proseslere bağlıdır (Maskat, 2000; Pedreschi ve Moyano, 2005; Akgün, 2006).

2. 5. 2. Nem ve yağ tutma

Kızartılmış gıda ürünlerinde kalitenin sürekliliği için nem ve yağ içerikleri önemli kriterlerdendir (Akgün, 2006). Gıdanın yüksek nem içeriği kızartma sırasında nem kaybının artmasına neden olmaktadır. Sonuçta gıdada gözenekli bir yapı oluşmakta ve gıdaya yağ girişi artmaktadır (Şahin ve Şumnu, 2009; Soorgi ve ark., 2012).

2. 5. 3. Hacim, yoğunluk ve gözenekli yapı

Hacim, yoğunluk ve porozite kızartılan ürünlerin kalitesine katkıda bulunan önemli fiziksel özelliklerdendir. Yüksek su tutma kapasiteleri nedeniyle hidrokolloidler; sıvı kaplama sistemlerinde viskoziteyi geliştirmeye yardımcı, mayalama ajanlarının hızlı hareketleriyle gaz tutmayı geliştirici, bu sonuçlarla yüksek hacim ve tekstür gelişimini sağlayıcı olarak görev yaparlar. Kaplamalı ürünlerde kızartma esnasındaki nem kaybı ise gözenekli (poroz) yapıda ürün oluşturur (Altunakar, 2003; Akgün, 2006).

2. 5. 4. Renk

Renk; kızartılmış ürünlerin kabulü için en önemli kalite kriterlerindendir. Kızartma esnasında yüksek sıcaklık ve dehidrasyonun kombinasyonu sonucu üründe kahverengi kabuk oluşumu söz konusudur (Maskat, 2000; Salvador ve ark., 2005; Akgün, 2006). Diğer yandan kaplanan ürünlerde renk gelişimi kaplama materyalleri, pişirme yöntemi ve pişirme yağı ile ilgilidir. Kaplama içindeki bileşikler Maillard reaksiyonlarının derecesini belirlemede en önemli rol oynar, bundan dolayı kaplamanın protein ve şeker içeriği renk gelişimini etkileyen önemli faktörlerdir (Suderman, 1983; Wang, 2005).

2. 6. Yenilebilir Film ve Kaplamalarla İlgili Bazı Araştırmalar

Kılınççeker ve Kurt (2010), inci kefali filetolarının duyusal kalitesi üzerine yanıt yüzeyi metodu kullanarak, ilk kaplama olan glüten: zein (30:70, 50:50, 70:30)'nin, ikinci kaplama olan guar gamı (%0.2, 0.4, 0.6)'nın ve son kaplama olan buğday unu: mısır unu (30:70, 50:50, 70:30)'nun etkilerini belirlemişlerdir. İlk kaplamada glüten miktarının artışı L^* değerlerini artırırken, a^* değerlerini düşürmüştür. Renk, görünüm

ve *a** değerleri, ikinci kaplamada guar gamın artışı ile birlikte düşmüştür. Son kaplamada ise buğday unu miktarının artması *b** değerlerini, renk ve kabul edilebilirlik değerlerini düşürmüştür. Koku, lezzet ve tekstür değerleri üzerinde kaplama materyallerinin miktarlarının farklılığı önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır.

Wong ve ark. (1996) tarafından yumurtalarda yapılan bir çalışmada, kabuklu yumurtalar mineral yağı, yumurta albumini, soya protein izolatı, glüten ve mısır proteininden hazırlanan solüsyonlara daldırılarak kaplanmıştır. Kaplı haldeki ve kaplanmamış kontrol grubundaki örneklerde iç kalite özellikleri ve bazı kabuk özellikleri tespit edilmiştir. Oda sıcaklığında depolamayı takiben 28. günde yapılan analizler sonucunda kontrol grubu, mineral yağı, yumurta albumini, soya protein izolatı, glüten ve mısır proteini (zein) kaplı örneklerde sırasıyla nem kaybı; %11.1, 9.2, 7.9, 6.5, 4.2 ve 3.1, pH değeri; 7.79, 7.87, 7.77, 7.54, 7.53 ve 7.7, kabuk kuvveti; 2.25, 2.55, 2.83, 2.27, 2.74 ve 3.34 kg ve kabuk kalınlığı ise; 0.43, 0.42, 0.44, 0.44, 0.48 ve 0.45 mm olarak bulunmuştur (Kılınççeker, 2006).

Mallikarjunan ve ark. (1997), patates gibi nişastalı gıdalarda kızartma işlemi sırasında yağ emilimini azaltmak için yenilebilir kaplamaların kullanımını değerlendirmişlerdir. Örnek gıda sistemi olarak püre halindeki yuvarlak patatesleri ve kaplama olarak mısır zeini, HPMC ve MC kullanmışlardır. Kontrol örnekle karşılaştırma yaptıklarında mısır zeini, HPMC ve MC kaplı örneklerden sırasıyla %15, 22 ve 31 oranında bir nem kaybı olduğunu görmüşlerdir. Benzer şekilde mısır zeini, HPMC ve MC kaplı örneklerin kabuklarında sırasıyla %59, 61 ve 84 oranında yağ emiliminde bir azalma olduğunu görmüşlerdir (Mallikarjunan ve ark., 2010).

Feeney ve ark. (1993), kızartılan patateslerde yenilebilir kaplama olarak mısır zeini kullanıldığını ve yağ emiliminde %28 bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Modi ve ark. (2009), düşük yağlı ve yüksek lifli bir et ürünü geliştirmek amacıyla %8 yulaf unu ile %0.5, 1.0 ve 1.5 oranında karragenan ilave edilen bir köfte formülasyonu hazırlamışlardır. Pişirilmemiş, pişirilmiş ve kızartılmış köfteler yaklaşık bileşimleri ve pH'ları belirlenmek üzere analiz edilmiştir. Yulaf unu ve karragenan ilavesi yapılan pişirilmiş ve kızartılmış köftelerde nem tutulması, pişirme verimi, çap, sululuk, su tutma kapasitesi, TPA, renk özellikleri ve duyusal kabul edilebilirlik araştırılmıştır. Formülasyonda yulaf unu ve karragenan bulunması yüksek nem tutulması, pişirme ve kızartma verimi bakımından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Pişirilmiş köftelerin çapında önemli bir artış ($p<0.05$) olmasına karşın, kontrol örneklerle karşılaştırılan kızartılmış köftelerde kontrol örneklerine nazaran kızartılmış

köftelerin çapında önemli bir azalış ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Pişirilmiş köftelerin kontrol örneklerinden daha iyi bir sululuğa sahip olduğu ($p<0.05$); ancak, formülasyona yulaf unu ve karragenan eklenmesinin kızartılmış köftelerde sululuğu düşürdüğü ($p<0.05$) belirlenmiştir. Pişirilmemiş ve pişirilmiş köftelerin kontrol örneklerinden daha fazla su tutma kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur. Formülasyonda karragenan miktarının artışı ile pişirilmiş ve kızartılmış köftelerin sertliğinin azaldığı, yapışkanlılığının ise arttığı tespit edilmiştir. Fiziksel ve duyusal özellikleri dikkate alınarak düşük yağlı ve yüksek lifli köftenin %8 yulaf unu ve % 0.5 karragenan kullanılarak hazırlanabileceği bildirilmiştir (Modi ve ark., 2009).

Barutçu ve ark. (2006), kızartılarak dondurulan ürünlerde pişirme esnasında bazı kalite kayıplarını önlemek için tavuk etlerinde kaplama çalışmışlardır. Etlere ksantan gamı, karragenan ve pre-jelatinize topiaka nişastası içeren çözelti tipi kaplamaları uygulamışlardır. Ürünler %40 mikrodalga gücünde 1.5, 2.5, 3.5 ve 4.5 dk. boyunca ısıtılmış ve bu süreler sonunda renk, tekstür, ağırlık kaybı, nem içeriği gibi bazı özelliklerin değişimi takip edilmiştir. Sonuç olarak gam içeren hamur ile kaplanmış olan ürünlerde ısıtma sırasında meydana gelen ağırlık kaybını, nişasta kaplı ve kontrol grubu örneklere göre daha az bulmuşlar, renk ve tekstür değerlerinin ise farklılık içermediğini belirtmişlerdir (Kılınççeker, 2006).

Sanz ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, karragenanın aynı MC ve türevleri gibi kızartılan gıdalarda yağ absorbsiyonunu düşürücü etki gösterdiğini belirtmişlerdir (Akgün, 2006).

Mohebbi ve ark. (2012), tomurcuk mantarlarının hasat sonrası kalite kayıpları ve raf ömürleri üzerine yenilebilir kaplama olarak aloe-vera, tragakant ve her ikisinin kombinasyonunun etkisini araştırmışlardır. Fiziksel özellikleri, genel görünüşü (renk ve tekstür), ağırlık kaybı ve karbonhidrat oranı depolama süresince incelenmiştir. Mantarlar 4, 10, 15 ^{o}C'de 13 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 2, 4, 6, 8, 10 ve 13. gününden sonra mantarların fiziksel özellikleri analiz edilmiştir. Soğuk depolama esnasında, kaplanmamış mantarlarda hızlı bir ağırlık kaybı, renk değişimi ve yumuşama görülmesine karşın, aloe-vera, tragakant gam ve her ikisinin kombinasyonu ile kaplanmış mantarlarda bu olayların oluşması önemli şekilde gecikmiştir.

Holownia ve ark. (2001) tarafından tavuk eti parçalarında yapılan bir çalışmada, örnekler salamura yapılarak veya salamura yapılmadan elde edilmiş ve bu parçalar HPMC ve MC ile hazırlanan dört farklı kaplama malzemesiyle kaplanmıştır. Uygulamada kaplanmamış kontrol grubu ile birlikte beş farklı örnek elde edilmiş daha

sonra bu örnekler fıstık yağında 168 ^{o}C'de kızartma işlemine tabii tutulmuştur. Her bir grup için sürekli kullanılan yağlardan 6. kızartma sonrası ve 30. kızartma sonrası örnekler alınıp bu örneklerde γ, α, β ve δ tokoferol kayıpları tespit edilmiştir. Sonuç olarak en büyük kayıp kontrol grubunda γ-tokoferolde daha sonra α, β ve δ tokoferolde olmuştur. Örneklerden HPMC ile kaplanan örneklerde γ-tokoferol kaybı önemli ölçüde azalmıştır. Bu durumun kullanılan kaplama malzemesinin asetik asit gibi oksidasyona teşvik edici maddelere karşı hidrofilik bir bariyer olarak görev yapmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Kılınççeker, 2006).

Nugget'lerin mikrodalgada ön pişirilmesi ve ardından yağda kızartılması sırasında kütle transferi üzerine MC kullanımının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; Soorgi ve ark. (2012)'ı MC'u ürüne sıvı kaplama olarak uygulamışlardır. Kızartma öncesi örneklerin başlangıç nem içeriğini azaltmak için 3.7 ve 7.4 W/g gücünde mikrodalga kullanmışlardır. Kızartma işlemini üç farklı sıcaklıkta (150, 170 ve 190 ^{o}C) ve 5 farklı sürede (0.5, 1, 2, 3 ve 4 dk.) ayçiçeği yağında yapmışlardır. En az yağ içeriğinin, 190 ^{o}C'de kızartılan ve ön pişirme işlemi yapılmadan MC ile kaplanmış örneklerde görüldüğünü bildirmişlerdir (Soorgi ve ark., 2012).

Williams ve Mittal (1999) tarafından kızartmalık hamur işi ürünlerde yapılan bir çalışmada; hazırlanan karışımlar gellan gam, MC ve HPMC gamlarından farklı şekilde hazırlanan çözeltilerle daldırma şeklinde veya püskürtme şeklinde kaplamaya tabii tutulup kurutulmuşlardır. Daha sonra hidrojenize soya yağında 150 ^{o}C'de kızartma işlemine tabii tutulmuşlardır. Yapılan analizler sonucunda bütün film kaplamalar kızartma esnasında yağ emilimini %50-91 arasında azaltırken, bütün kaplı örneklerin kaplanmamış kontrol grubundan daha fazla su içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca nem kaybındaki azalmanın en fazla MC kaplı örneklerde olduğu, bu değerin HPMC ve MC kaplı örneklerde yaklaşık %30 iken, tersi olarak gellan gam kaplı örneklerde nem kaybının %100 arttığı bulunmuştur. Yapılan denemeler sonucunda gellan film kaplamaların kalınlığı ile yağ ve nemin yayılması arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur (Kılınççeker, 2006).

Quasem ve ark. (2009), 60 mm uzunluk ve 22 mm çapındaki patates hamur silindirlerini %0.5 MC filmi ile kaplamışlar ve kaplanmamış kontrol örnekleriyle kıyaslama yaparak yağ emiliminde %80 azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Artan kızartma sıcaklığı, yüksek sıcaklıklarda MC'un jel oluşturabilmesi sayesinde yağ emilimini azaltmıştır. Diğer yandan son nem içeriği üzerine MC kaplamanın etkisinin olmadığı görülmüştür. MC kaplamanın yapısal özellikler (çap, boy, hacim ve yoğunluk)

üzerine etkileri de araştırılmıştır. Sonuçlar MC kaplamanın kabuk oluşumunu geliştirmesi sayesinde patates hamurları içerisindeki iç basıncın artmasını ve önemli şekilde kabarmanın oluşmasını sağlayarak çap ve yoğunluk değişimleri üzerine önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir (Quasem ve ark., 2009).

Kuzu eti üzerinde yapılan bir çalışmada, aljinat kaplamaların kalsiyum klorür ile kullanılması plastik tip kaplamalara göre düşük nem bariyer özelliği göstermesine rağmen, yüzeydeki mikrobiyal bozunmanın azalmasında etkili olduğu bulunmuştur (Lazarus ve ark., 1976). Ayrıca üründeki pişirme kaybı, koku ve aromanın kaplamadan etkilenmediği tespit edilmiştir. Aynı kaplamanın dana filetosunda uygulanması sonucunda ürünün aroma, yumuşaklık ve görünümünde olumsuz etki yaratmadan ve pişirme kaybına neden olmadan 96 saat saklanabildiği tespit edilmiştir (Williams ve ark., 1978; Polat, 2007).

Querido (2005), yağ bariyeri olarak elmalar için pektin (%1, 2 ve 3) ve Na-Al (%1 ve 2) kaplamalar kullanmıştır. Bu çalışmada kızartma öncesi hızlı bir şekilde yenilebilir kaplama olarak kullanılan her iki kaplamanın %2 konsantrasyonunun etkili olduğu bulunmuş ve son üründe yaklaşık %60 yağ emiliminin azaldığı belirtilmiştir.

Hui-Min ve ark. (2009), üç çeşit yenilebilir kaplamanın (karragenan, karboksimetilselüloz (CMC) ve Na-Al) ve bunların kombinasyonlarının 5 ^{o}C'de depolanan taze şeftalilerdeki kahverengileşme parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Na-Al kaplama ve Na-Al'ın kullanıldığı diğer kaplamalar Hunter L^* değerinin düşmesine, a^* ve b^* değerlerinin ise artmasına neden olmuştur. Ayrıca bu kaplamaların "Polifenol Oksidaz" (PPO) aktivitesini önlediği ve şeftalilerin kahverengileşme derecesini azalttığı bildirilmiştir (Falguera ve ark., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kesimi takiben şoklanmış Bolca marka hindi gövde etleri, AKPİ Tavukçuluk Turizm ve Taşımacılık Tic. Ltd. Şti. (Konya)'nden temin edilmiştir. Hindi kıymasına ilave edilen kabuk yağı ve galeta unu da Konya piyasasından temin edilmiştir.

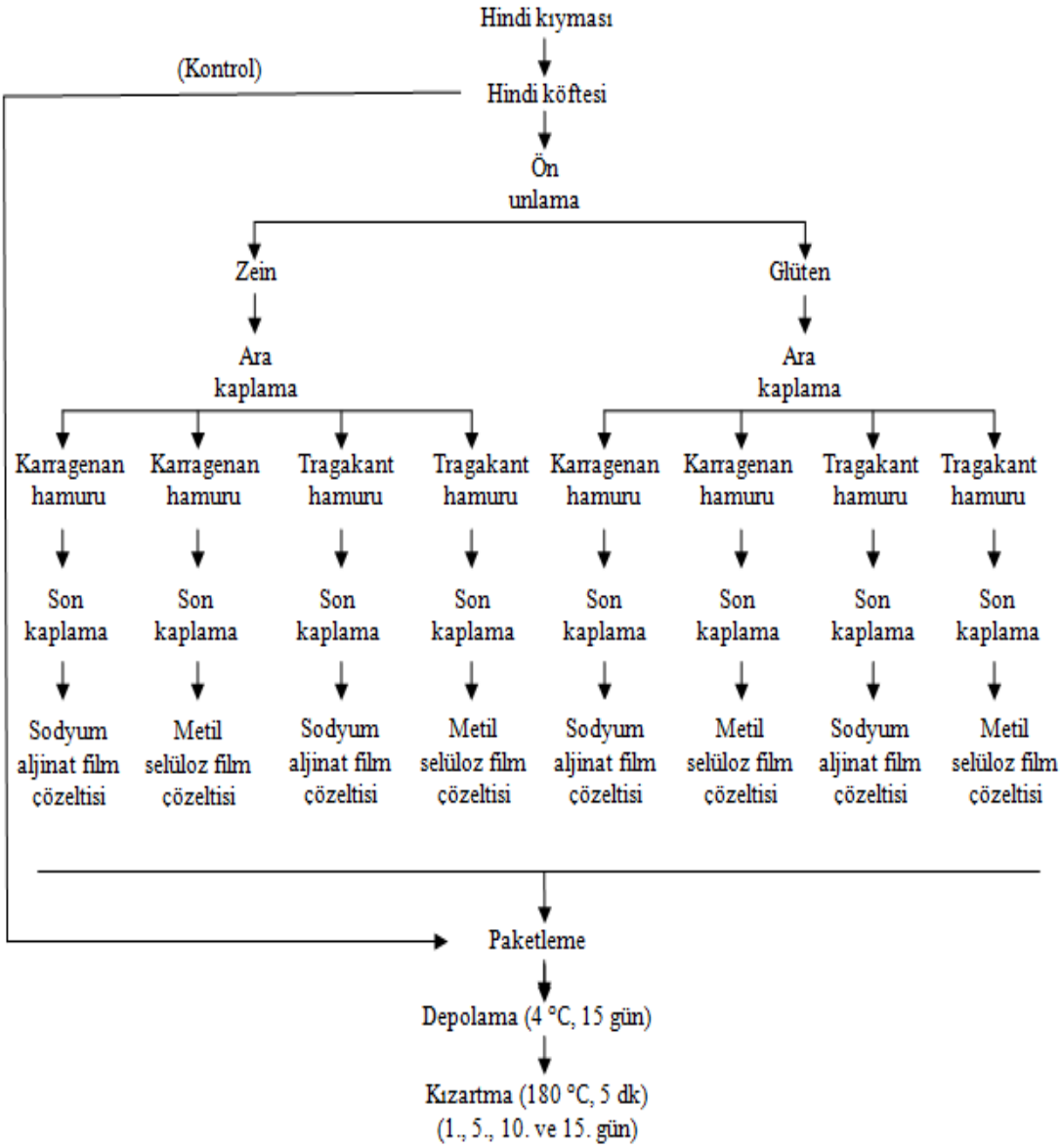
Çalışmada ön unlamada kullanılan mısır proteini (zein), AGROS Tarım Gıda Yem Sanayi İth. İhr. Tic. Ltd. Şti. (Mersin)'nden ve buğday proteini (glüten), NORBARAN Gıda İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd. Şti. (Konya)'nden temin edilmiştir. Ara kaplamada kullanılan buğday unu, mısır nişastası, kabartma tozu, tuz ve kızartmada kullanılan ayçiçeği yağı Konya piyasasından temin edilmiştir.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Deneme planı

Analizde kullanılan hindi etinin başlangıçta nem, protein, yağ, pH, a_w, renk ve TBA analizleri yapılmıştır. Ayrıca kaplanan köftelerin kızartma öncesi yapışma (adezyon) derecesi, nem, protein, yağ, pH, a_w, renk, TBA ve TPA; kızartma sonrası nem, yağ, pH, a_w, renk, pişirme kaybı, TPA ve duyusal analizleri yapılmıştır. Ayrıca ara ve son kaplamada kullanılan hamurların ve film çözeltilerinin viskozite ve renk değerleri ile kızartma sonrası elde edilen köftelerin çap ve kalınlıkları da ölçülmüştür.

Denemeler 2 tekerrürlü ve 3 paralel olacak şekilde, kontrol grubu da dâhil olmak üzere 9 grupta yapılmıştır. Deneme planının akım şeması Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Her bir grup için 1., 5., 10. ve 15. günlerde analizler yapılmıştır. Böylece denemeler; 9 (köfte grupları) x 4 (depolama periyodu) x 2 (tekerrür) faktöriyel düzenleme şeklinde, tam şansa bağlı deneme desenine göre yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Deneme planının akım şeması

3. 2. 2. Hindi köftelerinin hazırlanması

Denemenin kurulacağı gün S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'na soğuk zincir kırılmadan en kısa sürede getirilen şoklanmış hindi gövde etleri, 24 sa. 4 ^{o}C'deki buzdolabında muhafaza edilerek çözündürülmüştür. Çözünen hindi gövde etleri, kıyma makinesinde çekilmek için küçük parçalara ayrılmıştır. Küçük parçalara ayrılan hindi gövde etleri OMT marka kıyma makinesinden (OMT Makine Sanayi Ltd. Şti., Konya) iki kez çekilerek kıyma haline getirilmiştir. Aynı şekilde kıyma materyaline ilave edilen kabuk yağı da kıyma makinesinden iki kez çekilmiştir. Kıyma materyalinin yağ içeriği yaklaşık %25 olacak

şekilde kabuk yağı ilavesi yapılmıştır. Kıyılmış et ve yağın homojenizasyonunu sağlamak amacıyla et ve yağ karışımı bir kap içinde 20 dk. elle yoğrulmuştur. Elde edilen kıyma örneğinden Çizelge 3.1.'de verilen formülasyona uygun olarak köfte hamuru hazırlanmıştır. Köfte hamuru, homojen bir yapı kazanması amacıyla 20 dk. daha elle yoğrulmuş ve 10 dk. 4 ^{o}C'de bekletilmiştir. Elde edilen köfte hamurundan daire şeklinde, plastik malzemeden yapılmış kalıplar (4.5 cm çapında ve 1.2 cm eninde) kullanılarak yaklaşık 20 g ağırlıkta olacak şekilde fiziksel, kimyasal ve duyusal analizlerde yetecek kadar köfte hazırlanmıştır. Hazırlanan köfteler polistren tabaklara yerleştirilip üzerleri streçlenmiş ve kaplanıncaya kadar buzdolabı sıcaklığında (4 ^{o}C) muhafaza edilmiştir. Böylece hem köftelerin muhafazası sağlanmış hem de kaplamanın köftelere yapışma verimi arttırılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3.1. Köfte hamuru bileşenleri

Bileşenler	**Oran (%)**
Hindi kıyması	94
Galeta unu	5
Tuz	1

3. 2. 3. Ön unlama işlemi

4 ^{o}C'de bekletilen köfteler, hazırlanan kaplama formülasyonlarına daldırılmadan önce toz formdaki proteinlerle ön unlamaya tabi tutulmuşlardır. Kontrol grubu hariç 8 grubun 4 grubu toz formdaki zeine, diğer 4 grubu da toz formdaki glütene direkt olarak batırılmışlardır. Bu işlemde köftelerin bütün yüzeyine toz formdaki proteinlerin homojen bir şekilde temas etmesine özen gösterilmiştir.

3. 2. 4. Ara kaplama işlemi

Ara kaplamada kullanılan kaplama hamuru Çizelge 3.2.'de verilen oranlarda hazırlanmıştır. Hamur bileşenleri bir blender (Waring blender, 8011 ES) jarına konulup 25 ^{o}C'deki su ile homojen bir yapı oluşuncaya kadar 1 dk. yavaş, 1 dk. yüksek hızda karıştırılmıştır. Ön unlama işlemi yapılan köftelerden kontrol grubu hariç 8 grubun 4 grubu karragenan içeren hamura, diğer 4 grubu da tragakant içeren hamura 30 s süre ile daldırılmışlardır. Daldırma işleminden sonra hamurla kaplanan köfteler polistren

tabaklara yerleştirilerek 1.5 sa. bir yüzeyi, 1.5 sa. diğer yüzeyi buzdolabında kurumaya bırakılmıştır. Bu sayede köftelerin son kaplama işleminin daha kolay olması sağlanmıştır.

Çizelge 3.2. Kaplama hamuru bileşenleri

Bileşenler	**Oran (%)**
Su	63
Buğday unu	30
Mısır nişastası	4
Kabartma tozu (sodyum bikarbonat)	1.5
Tuz	1
Karragenan / Tragakant	0.5

3. 2. 5. Son kaplama işlemi

Son kaplama işleminde kullanılmak üzere Na-Al ve MC'den oluşan iki ayrı film çözeltisi oluşturulmuştur.

3. 2. 5. 1. Sodyum aljinat (Na-Al) film çözeltisi

Na-Al film çözeltisi için ilk önce %0.5 gliserol, 70 ^{o}C'de 700 ml saf suda 5 dk. magnetik bir karıştırıcı (Labart, SH-5) ile karıştırılarak çözündürülmüştür. Daha sonra karışıma %2 Na-Al eklenmiş ve karışım tamamen homojen bir yapı kazanması için 20 dk. daha sürekli karıştırılmıştır (Fontes ve ark., 2011). Elde edilen Na-Al film çözeltisi hemen kullanılmıştır.

3. 2. 5. 2. Metilselüloz (MC) film çözeltisi

MC film çözeltisini hazırlamak için ilk olarak %0.5 gliserol, 70 ^{o}C de 245 ml saf suda 5 dk. magnetik bir karıştırıcıyla karıştırılarak çözündürülmüştür. Daha sonra karışıma %2 MC eklenerek çözündürülmüş ve ardından 455 ml soğutulmuş saf su (2 ^{o}C) eklenmiş ve karışım homojen bir yapıda olması için 15 dk. daha karıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen son çözeltide kabarcık oluşumunu minimum etmek için çözelti bir ultrasound banyo (Bandelin sonorex, RK-100H)'da 5 dk. Bekletilmiştir (Fontes ve ark., 2011). Elde edilen MC film çözeltisi hemen kullanılmıştır.

Ara kaplama işlemi yapılan köftelerden kontrol grubu hariç 8 grubun 4 grubu Na-Al film çözeltisine, diğer 4 grubu da MC film çözeltisine 30 s süre ile daldırılmışlardır. Daldırma işleminden sonra film çözeltileriyle kaplanan köfteler polistren tabaklara yerleştirilerek 1.5 sa. bir yüzeyi, 1.5 sa. diğer yüzeyi buzdolabında kurumaya bırakılmıştır. Bu sayede köftelerin yüzeyinde bulunan bir kısım suyun uzaklaşması sağlanmış ve kızartma işlemi daha iyi yapılmıştır.

Ön, ara ve son kaplama işlemlerinden sonra elde edilen köfte grupları ve kodları Çizelge 3.3' te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan köfte grupları ve kodları

Gruplar	Ön unlama	Ara kaplama	Son kaplama
K (Kontrol)	-	-	-
ZKS	Zein	Karragenan hamuru	Sodyum aljinat film çözeltisi
ZKM	Zein	Karragenan hamuru	Metilselüloz film çözeltisi
ZTS	Zein	Tragakant hamuru	Sodyum aljinat film çözeltisi
ZTM	Zein	Tragakant hamuru	Metilselüloz film çözeltisi
GKS	Glüten	Karragenan hamuru	Sodyum aljinat film çözeltisi
GKM	Glüten	Karragenan hamuru	Metilselüloz film çözeltisi
GTS	Glüten	Tragakant hamuru	Sodyum aljinat film çözeltisi
GTM	Glüten	Tragakant hamuru	Metilselüloz film çözeltisi

3. 2. 6. Kızartma işlemi

Kaplanan köfteler, adet olarak aynı sayıda olacak şekilde ve belli bir seviyede ayçiçeği yağı konulmuş bir fritöz (Aksu ken fry)'de 180 ^{o}C'de 2.5 dk. bir yüzeyi, 2.5 dk. diğer yüzeyi pişecek şekilde kızartılmışlardır. Kızartma yağı her bir grup için değiştirilmiştir.

Analizlerde, kaplanan köftelerin kızartma öncesi yapışma (adezyon) derecesi, nem, yağ, pH, a_w, renk, TBA ve TPA; kızartma sonrası ise nem, yağ, pH, a_w, renk, pişirme kaybı, TPA ve duyusal analizleri yapılmıştır. Ayrıca ara ve son kaplamada kullanılan hamurların ve film çözeltilerinin viskozite ve renk değerleri ile kızartma sonrası elde edilen köftelerin çap ve enleri de ölçülmüştür.

3. 2. 7. Analiz metotları

3. 2. 7. 1. Nem tayini

Kurutma kapları 2 sa. 105±3 °C'lik etüvde kurutulup, 1 sa. desikatörde bekletildikten sonra hassas terazide tartılmıştır. İki paralelli olarak her gruptan 5 g örnek alınıp kurutma kaplarına konulmuştur. Daha sonra kurutma kapları 105±3 °C'lik etüv içerisine yerleştirilip 18 sa. kurutulmuştur. Bu işlem sonucunda kurutma kapları etüvden alınıp desikatörde yarım saat bekletilmiştir. Kurutma kapları hassas terazide tartıldıktan sonra % nem miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

% Nem = [(M1-M2) / m] x 100
M1= Alınan örnek ağırlığı+sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı
M2= Kurutulmuş örnek+ sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı
m= Numune ağırlığı

3. 2. 7. 2. Protein tayini

Köfte örneklerinden 1 g alınarak protein miktarı AOAC (2000)'e göre tespit edilmiştir. Kjeldahl yöntemine göre örneklerin % azot miktarı belirlenmiş ve 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarları hesaplanmıştır.

3. 2. 7. 3. Yağ tayini

Örneklerin yağ miktarı modifiye Babcock metodu ile belirlenmiştir. Bunun için çok ince doğranmış ve iyi karıştırılmış 4.5 g örnek poley şişesinde tartılmıştır. Şişe içerisine 93-95°C'lik saf sudan 10 ml koyularak, bir baget yardımıyla örnek homojenize edilmiştir. Üzerine 15 ml konsantre (%98'lik) H_2SO_4 ilave edilip yavaş yavaş karıştırılmış ve örnek tamamen parçalanmıştır. Şişenin boyun kısmından 93-95°C'lik su ilave edilerek yağ fazının tamamının poley şişesinin ölçülü kısmında toplanması sağlandıktan sonra toplanan yağ miktarı okunmuştur. Bu değer 2 ile çarpılarak % yağ miktarı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1995).

3. 2. 7. 4. pH tayini

Homojen hale getirilmiş 10 g köfte örneği bir beher içerisine konulmuştur. Üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve uygun bir karıştırıcı ile örnek 1 dk. karıştırılarak homojenize edilmiştir. Standardize edilmiş pH metre ile pH tayini yapılmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

3. 2. 7. 5. Renk analizi

Köfte örneklerinin renk ölçümleri; D_{65}, 2° gözlem aydınlatıcılı chroma meter CR-400'ın (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) Diffuse/O mode, aydınlatma ve ölçüm için 8 mm diyafram açıklığı kullanılarak belirlenmiştir. Enstrüman, ölçümden önce beyaz referanslı fayans ile (L^*=97.10, a^*=-4.88, b^*=7.04) kalibre edilmiştir. L^*, a^* (± kırmızı-yeşil) ve b^* (± sarı-mavi) renk koordineleri CIELab renk skalasına göre belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1991). Ölçümler doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumalar yapılarak tamamlanmıştır.

3. 2. 7. 6. Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi

10 g örnek 50 ºC'deki 50 ml saf su ile 2 dk. homojenize edilmiştir. Homojenat destilasyon balonuna aktarılmış ve üzerine 47.5 ml saf su daha eklenmiştir. Ortam pH'sının 1.5 dolayında olması için 4N HCl'den 2.5 ml ilave edilmiş ve toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Köpük önleyici olarak parafin, kaynamayı kolaylaştırmak amacıyla da kaynama taşları konulmuş ve sonra destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Yaklaşık 50 ml destilat toplanana kadar destilasyona devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınıp üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Şahit deneme için de 5 ml saf suya 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırıldıktan sonra kaynar su banyosuna konulup 35 dk. bekletilmiş, daha sonra 10 dk. su içinde soğutulmuştur. Hafif pembe renge sahip çözeltiler spektrofotometre küvetlerine aktarılmış, şahite karşı 538 nm'de absorbans okunmuştur (AOAC, 2000).

3. 2. 7. 7. Su aktivitesi (a_w) tayini

Denemelerden elde edilen her bir köfte örneğinin ayrı ayrı a_w değerleri Troller ve ark., (1978)'nın önerdiği a_w tayin metoduna göre tespit edilmiştir. Denemede "Aqua Lab" marka a_w tayin cihazı (model 3TE) kullanılmış ve a_w değerleri aşağıdaki formüle göre elde edilmiştir:

$$a_w = P/P_0 = ERH/100$$

3. 2. 7. 8. Kaplamanın yapışma yüzdesi (YY)

Köfteler hazırlandıktan ve kaplandıktan sonra tartılmıştır. Köfteye yapışan kaplamanın ağırlıkça yüzdesi ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Altunakar, 2003).

% Yapışan Kaplama = (C – I / I) x 100
C: Çiğ kaplanmış köfte ağırlığı (g)
I: Çiğ kaplanmamış köfte ağırlığı (g)

3. 2. 7. 9. Kaplamaların viskozite tayini

Kaplama hamur ve film çözeltilerinin viskoziteleri bir rotasyonel viskometre (Lab-line Instruments, 60160, UK.) ile ölçülmüştür. Mil(Spindle-7)'in sıvı örnek içinde dönmesiyle oluşan viskoz sürüklenme, kayma geriliminin fonksiyonu olarak viskozimetrenin göstergesinden cP olarak okunmuştur. Milin dönüş hızı (d/d, rpm) gerçek kayma hızı yerine, göstergede okunan değerler ise görünür viskozite yerine kullanılmıştır. Aşağıdaki eşitlikle görünür viskozitenin birimi Pa.s'ye dönüştürülmüştür (Çelebi, 2009).

1 Pa.s = 1000 cP

3. 2. 7. 10. Pişirme Kaybı (PK)

Denemelerden elde edilen her bir köfte örneğinin kızartma sonrası pişirme kayıpları ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Altunakar, 2003).

Pişirme kaybı= ((Wc – Wf)/ Wc) x 100

Wc: Kaplamalı pişmemiş köfte ağırlığı (g)

Wf: Kızartılmış ürün ağırlığı (g)

3. 2. 7. 11. Son ürün verimi (SÜV)

Her bir köfte örneğinin kızartma işlemi öncesinde ve sonrasında tartılması esasına dayanan bir analizdir. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Altunakar, 2003).

% Son Ürün Verimi= (CW / C) x 100

CW: Pişmiş kaplamalı köfte ağırlığı (g)

C: Çiğ kaplamalı köfte ağırlığı (g)

3. 2. 7. 12. Çapta azalış yüzdesi (ÇA)

Köfte çapları bir kumpas ile ölçülmüş ve köfte çaplarındaki azalışlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Pinero ve ark., 2008).

Çap azalışı (%)= $[(R_1-R_2)/R_1]x100$

R_1: Çiğ kaplamalı köfte çapı (mm)

R_2: Pişmiş kaplamalı köfte çapı (mm)

3. 2. 7. 13. Kalınlık artış yüzdesi (KA)

Köfte enleri bir kumpas ile ölçülmüş ve köfte enlerindeki artışlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Das, 2007).

Kalınlık artışı (%)= $[(N_2-N_1)/N_1]x100$

N_1: Çiğ kaplamalı köfte eni (mm)

N_2: Pişmiş kaplamalı köfte eni (mm)

3. 2. 7. 14. Tekstür profil analizi (TPA)

Hazırlanan köfte örneklerinden her bir gruba ait köfte örneğinin TPA'sı, TA-XTPLUS (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, the UK) marka TPA cihazında Aliminyum p/36R probu kullanılarak ölçülmüştür.

3. 2. 7. 15. Duyusal analizler

Kaplama sonunda elde edilen ürünlerin kabul edilebilirliği ve tercih durumları Gökalp ve ark. (1999)'nın vermiş oldukları 0-9 puan arasında değişen Hedonik derecelendirme testine göre 8 panelist kullanılarak yapılmıştır. Verilerin ortalamaları alınmıştır. Hazırlanan duyusal test anket formu Ek-3'te verilmiştir.

3. 2. 7. 16. İstatistiki analizler

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma verileri Minitab® paket programında (ANOVA) Varyans Analizine tabi tutulmuş, varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar JMP (versiyon 8.0) paket programı LS Means Student's T çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. İstatistikî anlamlılık düzeyi ($p<0.05$) olarak kabul edilmiştir (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. 1. Analitik Sonuçlar

Araştırmada kullanılan hindi göğüs eti kıymasının ortalama nem, yağ ve protein miktarları sırasıyla %73.10, %0.50, %21.12 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan hindi göğüs eti kıyma örneklerine ilişkin yağ içeriği, Baggio ve ark. (2002)'nın bulmuş oldukları yağ içeriği (%0.50) ile benzer çıkmıştır. Ancak, Wong ve ark. (1993)'nın bulmuş oldukları yağ içeriğinden (%8.5) oldukça düşük çıkarken, Antony ve ark. (2000)'nın bulmuş oldukları yağ içeriğine (%1.3) yakın bulunmuştur. Yağ içeriğinin Wong ve ark. (1993)'nın çalışmasından farklı çıkma nedenin çalışmada kullanmış oldukları kıymanın hindinin farklı kısımlarından elde edilmiş olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Yaptığımız çalışmada hindi etinin nem miktarı, Wong ve ark. (1993)'nın ve Antony ve ark. (2000)'nın (sırasıyla %72.1 ve %73.9) buldukları miktara oldukça yakın bir değerde bulunmuştur. Bulduğumuz protein miktarı ise Antony ve ark. (2000)'nın buldukları miktara (%23.2) oldukça yakındır. Çizelge 4.1'de pişmiş ve pişmemiş köfte gruplarına ait protein miktarı (%) verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pişmemiş ve pişmiş köfte gruplarına ait protein miktarları

Kaplamalar	Protein miktarı (%)	
	Pişmemiş	Pişmiş
K	18.23	23.23
ZKS	19.56	21.10
ZKM	18.93	20.22
ZTS	17.01	18.41
ZTM	14.68	18.63
GKS	16.98	17.38
GKM	16.52	21.11
GTS	17.83	23.72
GTM	17.67	23.00

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Kaplamalarda kullanılan materyallere ait renk değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Kaplama hamurları ve film çözeltisine ait görünür viskozite ortalamaları ise Ek-Çizelge 5.'te verilmiştir. Ayrıca, bu değerlere ilişkin görünür viskozite (Pa.s) x speed (rpm) grafikleri Ek-Şekil 1.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre karragenan

ve tragakant hamurun ve MC film çözeltisinin pseudoplastik özellikte sıvı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Kaplama materyallerine ait renk değerleri

Kaplama materyali	*L**	*a**	*b**
Glüten	90.19	0.36	14.76
Zein	68.32	8.63	57.07
Karragenan hamuru	89.43	-1.01	16.10
Tragakant hamuru	86.95	-0.41	15.48
MC film çözeltisi	77.71	0.30	-0.50
Na-Al film çözeltisi	73.91	-0.91	4.11

4. 2. Kaplamanın Yapışma Yüzdesi (YY) Sonuçları

Farklı kaplama ve film çözeltileri ile kaplanan hindi köftelerine yapışan kaplamaların yüzdeleri Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Köftelere yapışan kaplama yüzdeleri

Kaplama formülasyonu	Yapışma yüzdesi (%)
K	-
ZKS	17.87
ZKM	19.89
ZTS	14.81
ZTM	16.66
GKS	16.92
GKM	19.38
GTS	12.16
GTM	16.15

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi, en yüksek yapışma oranı %19.89 ile ZKM'de tespit edilmiş ve bunu %19.38 ile GKM izlemiştir. En az yapışma gerçekleşen kaplamalar; %12.16 ile GTS ve bunu da %14.81 ile ZTS izlemiştir.

Çalışmamızda bulunan yapışma yüzdeleri, Akgün (2006)'ün bulduğu değerlere (%11.85-%18.76 arası) yakın çıkarken, Kılınççeker (2006)'in bulduğu değerlerden (%21.30-%29.60 arası) düşük çıkmıştır. Bunun nedeninin Aalhus ve ark. (2012)'nın da belirttiği gibi kullanılan hamur bileşenlerinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Ayrıca sıvı kaplamaların yapışma yüzdeleri, Kulp ve Loewe (1990)'in de belirttiği gibi viskozite farkından dolayı değişkenlik gösterebilir. Nitekim karragenan hamuru ve MC film çözeltisi birlikte uygulandıklarında diğerlerine göre en fazla yapışma yüzdesi göstermiştir.

4. 3. Renk Analiz Sonuçları

Renk değişimlerini belirlemek için *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık), *b** (sarılık) değerleri ölçülmüştür.

4. 3. 1. Pişmemiş köftelerin renk analiz sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin renk değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.'te ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin renk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	***L****		***a****		***b****	
		KO	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	37.18	3.07**	6.90	5.8**	174.57	22.56**
Depolama (B)	3	38.79	3.21*	0.56	0.47$^{ö.d.}$	19.56	2.53$^{ö.d.}$
A x B	24	5.91	0.49$^{ö.d.}$	1.65	1.39$^{ö.d.}$	4.56	0.59$^{ö.d.}$
Hata	36	12.10		1.19		7.74	
Toplam	71						

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.5. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin renk değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

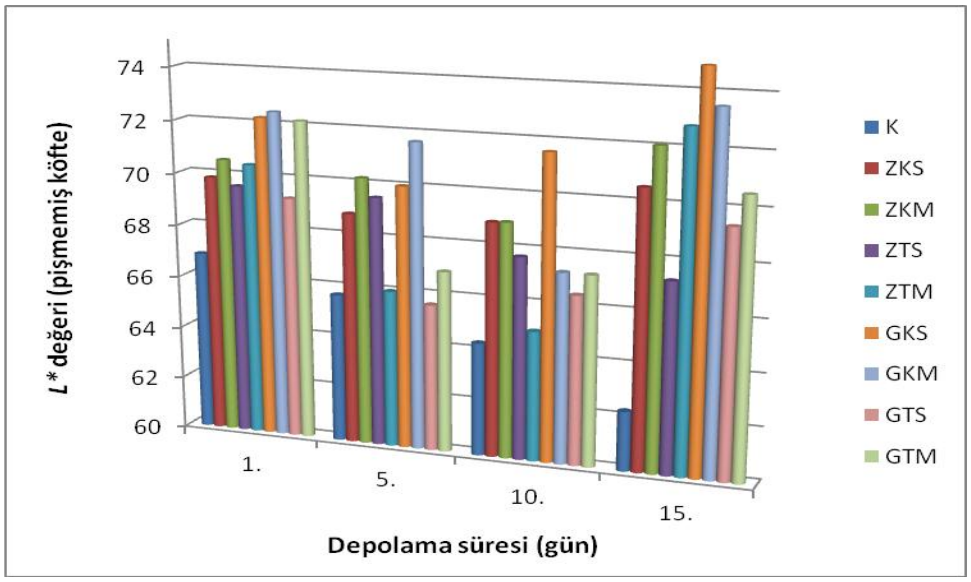
Faktör	**n**	***L****	***a****	***b****
Kaplamalar				
K	8	64.79±2.86^{d}	6.62±2.13^{a}	15.62±2.86^{b}
ZKS	8	69.53±2.38^{abc}	4.22±0.67^{b}	25.15±2.46^{a}
ZKM	8	70.43±3.62^{abc}	4.28±1.09^{b}	25.32±2.24^{a}
ZTS	8	68.51±2.33^{bc}	4.25±0.85^{b}	24.45±3.44^{a}
ZTM	8	68.54±3.91^{bc}	4.14±0.90^{b}	23.36±2.95^{a}
GKS	8	72.17±2.34^{a}	3.48±0.85^{b}	15.81±2.66^{b}
GKM	8	71.22±4.59^{ab}	3.49±0.91^{b}	15.47±2.10^{b}
GTS	8	67.68±3.42^{cd}	4.01±1.14^{b}	15.88±2.49^{b}
GTM	8	69.22±3.64^{abc}	4.04±1.21^{b}	16.07±2.52^{b}
Depolama (gün)				
1.	18	70.37±2.49^{a}	4.49±1.00^{a}	18.23±5.48^{a}
5.	18	68.27±3.33^{ab}	4.21±1.05^{a}	19.72±6.01^{a}
10.	18	67.49±3.36^{b}	4.08±1.21^{a}	20.08±4.31^{a}
15.	18	70.36±4.78^{a}	4.35±2.13^{a}	20.69±4.50^{a}

$^{a-d}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$; $p<0.05$) birbirinden farklıdır. K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

4. 3. 1. 1. Pişmemiş köftelerin *L** değeri sonuçları

Yapılan analizler sonucunda *L** değerleri depolama sürecinde sürekli değişim göstermiş ve bu değişim istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca farklı kaplamalar ile kaplanan köfte örneklerinin *L** değerlerindeki değişim istatistikî açıdan çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre kaplamalar ve depolama interaksiyonu ise istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4.).

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *L** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.1.'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde *L** değerlerindeki değişimler

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi, depolama süresince kontrol grubunun *L** değerleri, kaplanan köfte örneklerinin *L** değerlerinden düşük çıkmış ve sürekli bir düşüş göstermiştir. Depolamanın ilk günü GKM en yüksek *L** değerine sahipken, bunu GKS ve GTM izlemiştir. Aynı gün, kaplanan köfteler içerisinde en düşük *L** değerine GTS sahipken, bunu ZTS ve ZKS izlemiştir. Depolamanın ilk 5 gününde kaplanan örneklerin *L** değerleri düzenli azalış göstermesine karşın, 10. gün ve özellikle 15. günde genel olarak artış göstermiştir. Bu durum zamana bağlı olarak kaplanan köfte örneklerinin su kaybetmesinden veya yağlarının oksidasyona uğramasından kaynaklanmış olabilir. 15. gün sonunda GKS ile kaplı köfte örneğinde en yüksek *L** değeri bulunurken, bunu GKM ve ZTM ile kaplı köfte örnekleri izlemiştir. Kaplanan köftelerden ZTS, 15. gün sonunda en düşük *L** değerine sahipken, bunu GTS ve GTM takip etmiştir.

Çalışmada kullanılan glüten ve zein proteinlerin ölçülen *L** değerleri sırasıyla 90.19 ve 68.32 iken, karragenan ve tragakant hamurlarının ölçülen *L** değerleri sırasıyla 89.43 ve 86.95, MC ve Na-Al film çözeltilerinin ise sırasıyla 77.71 ve 73.91'dir. Bu bilgilerden ve Şekil 4.1.'den glüten ve karragenan hamur kaplamaların daha yüksek *L** değeri gösterdiği, MC'nin ise kısmen *L** değerine etkili olduğu söylenebilir.

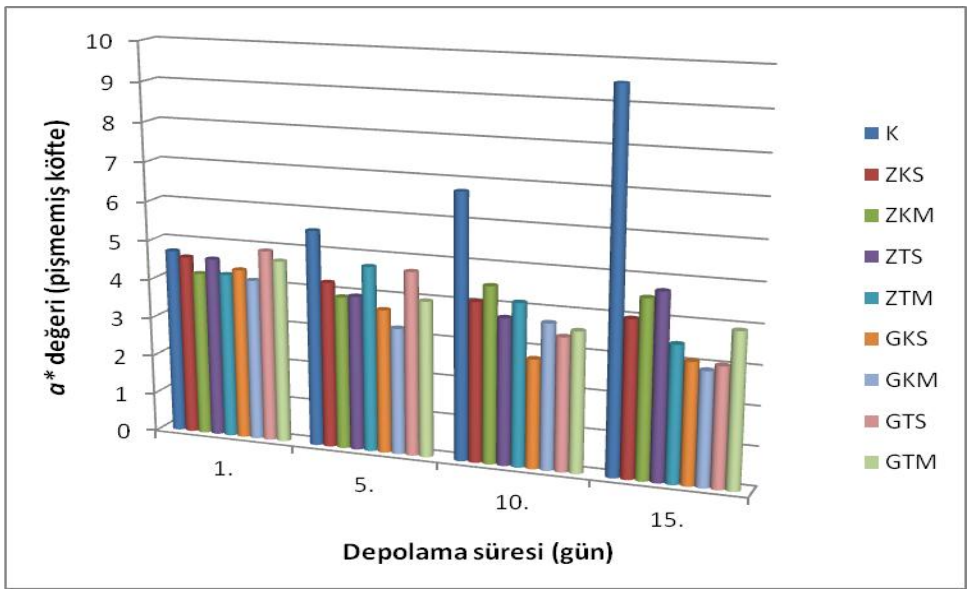
Kılınççeker ve Kurt (2010), glüten/zein karışımı kaplamalarda glüten miktarının artmasıyla *L** değerinin arttığını, *a** değerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışma ile çalışmamızda elde edilen glüten kaplı örneklerin ilk günkü *L** değerlerinin neden daha yüksek olduğu açıklanabilir. Dikel (2012)'in Çipura balıklarını kaplayarak, Özer (2008)'in piliç eti köftelerine antioksidan ilave ederek depolama yaptıkları çalışmalarda,

depolama süresince örneklerin *L** değerlerinde zamana bağlı olarak önce azalış sonra artışların olması çalışmamızı destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmalarda kontrol örneklerin zamanla *L** değerleri önce azalıp sonra artarken, bizim çalışmamızdaki kontrol örneğin *L** değeri sürekli olarak azalmıştır. Bunun nedeninin kullanılan et materyalleri ve köfte formülasyonları farklılığından ve muhafaza koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Lo´pez-Caballero ve ark. (2005)'nın balık etini kaplayarak depoladığı bir çalışmada, kaplanan örneklerin *L** değerleri zamanla önce azalıp sonra artarken, kontrol örneğin *L** değeri önce artmış sonra sabit kalmıştır.

4. 3. 1. 2. Pişmemiş köftelerin *a** değeri sonuçları

Yapılan analizler sonucunda köftelere uygulanan kaplamaların *a** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama sürecinde *a** değerlerindeki değişim ise istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p> 0.05$). Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonu da önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4.).

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *a** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.2.'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde *a** değerlerindeki değişimler

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi, depolama süresince kontrol grubunun *a** değerleri, ilk gün hariç diğer günlerde en yüksektir ve sürekli bir artış göstermektedir. Depolamanın ilk günü GTS en yüksek *a** değerine sahipken, bunu kontrol ve GTM

izlemiştir. Aynı gün, kaplanan köfteler içerisinde en düşük *a** değerine GKM sahipken, bunu ZKM ve ZTM izlemiştir. Depolamanın 5. gününde kaplanan örneklerden ZTM hariç diğerlerinin *a** değerlerinde düzenli bir azalış görülmüştür. Yine, depolamanın 10. gününde kaplanan örneklerden ZKM ve GKM hariç diğerlerinin *a** değerleri düzenli bir azalış göstermiştir. Depolama süresince *a** değerinde görülen azalmalar, muhtemelen myoglobinin oksidasyonundan kaynaklanmış olabilir.

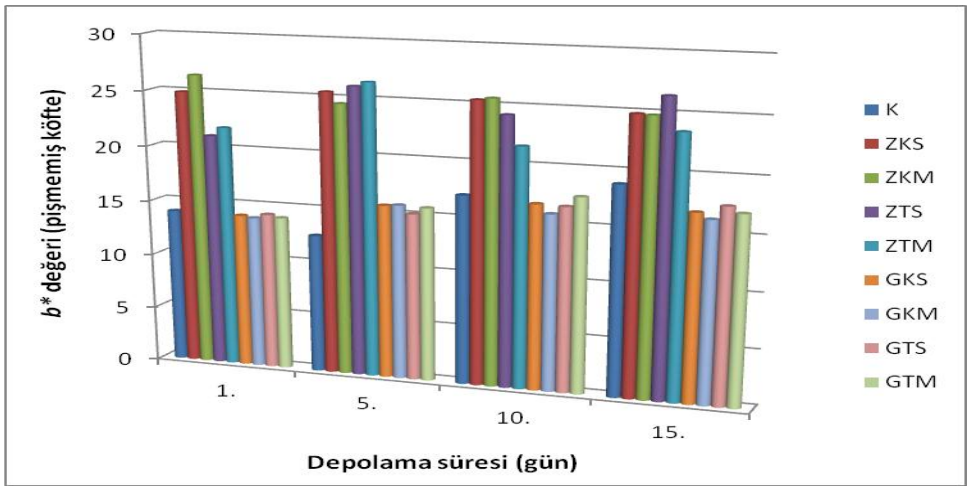
Çalışmada kullanılan glüten ve zein proteinlerinin ölçülen *a** değerleri sırasıyla 0.36 ve 8.63 iken, karragenan ve tragakant hamurlarının ölçülen *a** değerleri sırasıyla -1.01 ve -0.41, MC ve Na-Al film çözeltilerinin ise sırasıyla 0.3 ve -0.91'dir. Bu bilgilerden ve Şekil 4.2.'den zein kaplamaların daha yüksek *a** değeri gösterdiği, hamurların ve MC'un ise *a** değerine önemli şekilde etkili olmadığı söylenebilir.

Dikel (2012)'in ve Özer (2008)'in yaptıkları çalışmalarda, depolama süresince örneklerin *a** değerlerinde zamana bağlı olarak genel olarak azalışların olması çalışmamızı destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmalarda kontrol örneklerin zamanla *a** değerleri azalış gösterirken, bizim çalışmamızdaki kontrol örneğin *a** değeri sürekli olarak artmıştır. Bunun nedeninin kullanılan köfte formülasyonları ve et materyalleri farklılığından ve muhafaza koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. 3. 1. 3. Pişmemiş köftelerin *b** değeri sonuçları

Yapılan analizler sonucunda köftelere uygulanan kaplamaların *b** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Depolama sürecinde *b** değerlerindeki değişim ise istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonu da önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4.).

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *b** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.3.'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde *b** değerlerindeki değişimler

Depolama süresince kontrol, GKS, GKM, GTS ve GTM gruplarının *b** değerleri birbirine yakın çıkmış ve *b** değerlerinde artışlar görülmüştür. Zein ile hazırlanan ZKS, ZKM, ZTS ve ZTM kaplamaları ile kaplanan tüm köfte gruplarının *b** değerleri ise depolama boyunca diğerlerine göre en yüksek çıkmıştır.

Çalışmada kullanılan glüten ve zein proteinlerin ölçülen *b** değerleri sırasıyla 14.76 ve 57.07 iken, karragenan ve tragakant hamurlarının ölçülen *b** değerleri sırasıyla 16.1 ve 15.48, MC ve Na-Al film çözeltilerinin ise sırasıyla -0.5 ve 4.11'dir. Bu bilgilerden ve Şekil 4.3.'ten zein kaplamaların daha yüksek *b** değeri gösterdiği ve diğer kaplama materyallerinin *b** değerine önemli şekilde etkili olmadığı söylenebilir.

Lo´pez-Caballero ve ark. (2005)'nın çalışmasında kontrol örneğin *b** değerinde zamanla artış görülürken, kaplanan örneklerin *b** değerlerinde önce artış sonra azalış görülmektedir. Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi, kontrol örneğin zamanla *b** değeri artış gösterirken, kaplanan örneklerin *b** değerleri genel olarak artış göstermiştir. Yine, Dikel (2012)'in çalışmasında zamanla kontrol örneğin *b** değerlerinde artış görülürken, kaplanan örneklerin *b** değerlerinde artış ve azalışlar görülmektedir. Bu durumun örneklerde bulunan yağların zamanla parçalanmasından ve kaplanan örneklerin kontrole göre daha uzun süre su tutmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. 3. 2. Pişmiş köftelerin renk analiz sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin renk değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin renk değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Kaplamalar (A)	8	16.86	1.13$^{ö.d.}$	8.81	3.44**	24.01	2.06$^{ö.d.}$
Depolama (B)	3	81.41	5.46**	3.42	1.34$^{ö.d}$	84.99	7.29**
AxB	24	18.16	1.22$^{ö.d.}$	3.93	1.53$^{ö.d.}$	19.63	1.68$^{ö.d.}$
Hata	36	14.91		2.56		11.65	
Toplam	71						

**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.7. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin renk değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

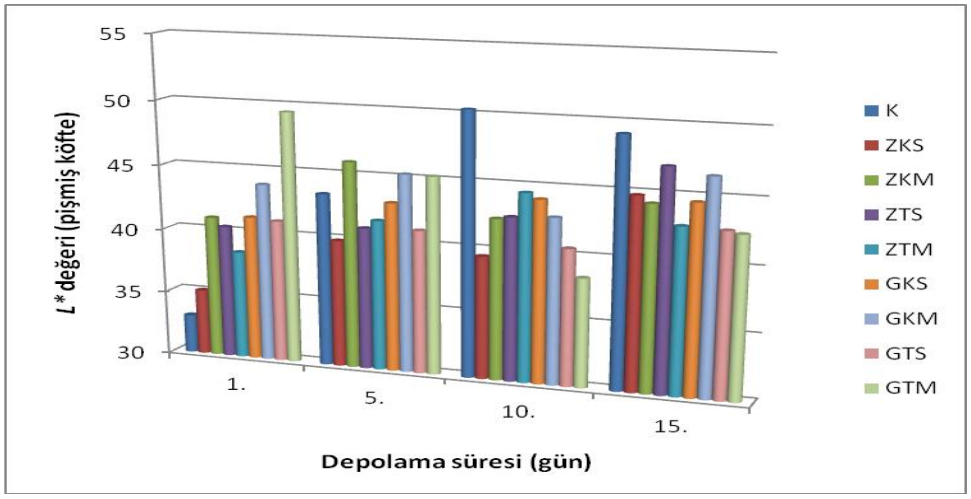
Faktör	n	*L**	*a**	*b**
Kaplamalar				
K	8	43.95±7.64^{a}	11.54±3.31^{b}	19.27±6.18^{a}
ZKS	8	39.80±3.85^{a}	14.96±1.02^{a}	16.23±4.66^{a}
ZKM	8	43.39±3.42^{a}	15.00±1.01^{a}	22.02±4.88^{a}
ZTS	8	42.72±4.42^{a}	14.31±0.69^{a}	20.32±4.84^{a}
ZTM	8	41.80±3.59^{a}	13.62±1.79^{a}	19.91±3.39^{a}
GKS	8	43.21±3.71^{a}	13.82±1.83^{a}	18.97±2.22^{a}
GKM	8	44.58±3.80^{a}	13.38±1.84^{a}	20.59±2.99^{a}
GTS	8	41.32±3.30^{a}	14.53±0.93^{a}	17.41±4.05^{a}
GTM	8	42.52±4.17^{a}	13.88±1.95^{a}	18.63±3.86^{a}
Depolama (gün)				
1.	18	39.74±5.98^{b}	14.07±1.88^{a}	16.71±5.15^{c}
5.	18	42.94±3.06^{a}	14.18±1.42^{a}	19.82±3.68^{ab}
10.	18	42.78±3.61^{a}	14.08±2.07^{a}	18.61±3.38^{bc}
15.	18	44.90±2.64^{a}	13.24±2.30^{a}	21.90±3.49^{a}

$^{a-c}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

4. 3. 2. 1. Pişmiş köftelerin *L** değeri sonuçları

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların pişirme sonrası *L** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmazken (p>0.05), depolama süresinin pişirme sonrası *L** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur (p<0.01). Yapılan analiz sonucuna göre kaplamalar ve depolama interaksiyonu ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.6.).

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *L** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.4.'te görülmektedir.



Şekil 4.4. Depolama süresince pişirilen köftelerin *L** değerlerindeki değişimler

Depolama süresince kontrol grubunun *L** değerleri, depolamanın 10. gününe kadar artmış ve son günü azalmıştır. Kaplanan köftelerde ise böyle bir durum görülmemiştir. Depolamanın ilk günü GTM en yüksek *L** değerine sahipken, bunu GKM ve GKS izlemiştir. Aynı gün, köfteler içerisinde en düşük *L** değerine kontrol grubu örneği sahipken, bunu ZKS ve ZTM izlemiştir. Depolamanın ilk 5 gününde GTM hariç diğer tüm örneklerin *L** değerleri düzenli artış göstermesine karşın, 10. günde düzenli bir artış veya azalış görülmemekle birlikte 15. günde ZTM hariç diğerlerinin *L** değerleri artış göstermiştir. 15. gün sonunda kontrol grubu örnekte en yüksek *L** değeri belirlenirken, bunu ZTS ve GKM izlemiştir. Kaplanan köftelerden GTM, 15. gün sonunda en düşük *L** değerine sahipken, bunu GTS ve ZTM takip etmiştir.

Kılınççeker ve Kurt (2010), glüten/zein karışımı kaplamalarda glüten miktarının artmasıyla *L** değerinin arttığını, *a** değerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışma ile çalışmamızda kızartılan glüten kaplı örneklerin ilk günkü *L** değerlerinin neden daha yüksek olduğu açıklanabilir. Şekil 4.4.'te görüldüğü gibi, ilk gün glüten kaplamalarda yüksek *L** değeri görülmesine karşın, diğer günlerde değişkenlik görülmüştür. Bunun nedeninin zamana bağlı olarak nem kaybı, oksidasyon, kızartma işlemi, protein ve hamur kaplamaların renk, su ve yağ tutma özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Modi ve ark. (2009) ve Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010)'un köfteler üzerine yaptıkları çalışmalarda kızartma sonrası tüm köfte gruplarının *L** değerleri pişmemiş olanlara göre genel olarak azalmaktadır. Şekil 4.4.'te görüldüğü gibi, yaptığımız

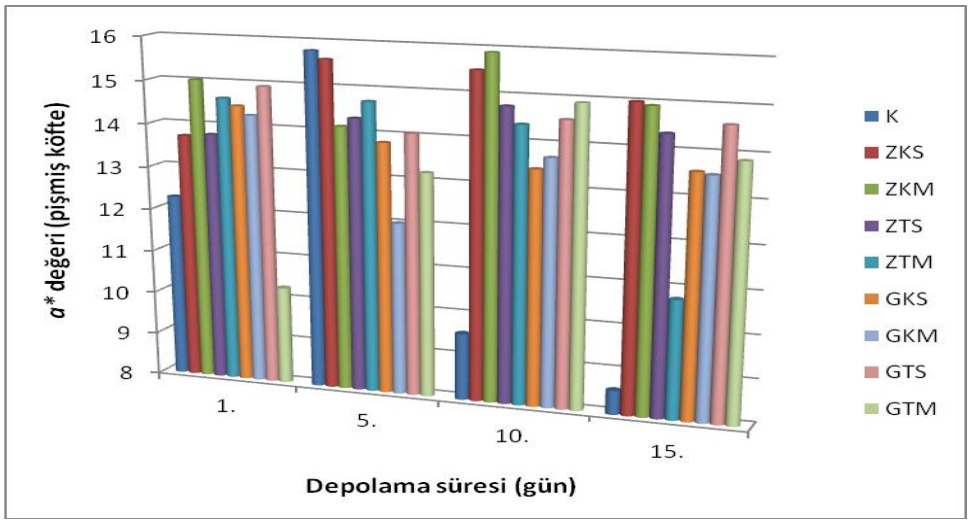
çalışmada da tüm köfte gruplarının *L** değerleri pişmemiş durumları(Şekil 4.1.)'na göre azalmıştır. Kılınççeker (2013)'in tavuk köftelerini kızarttığı bir çalışmada kontrol örneğin *L** değerleri her iki durumda da en yüksek bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer şekilde çalışmamızdaki kontrol grubu örneğin *L** değeri de zamana bağlı olarak artış göstermiş ve depolamanın 10. ve 15. günü en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bunun nedeninin hem ürünün bozulmasından hem de kızartma işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mackay (1999)'in de belirttiği gibi; "Ürün yüzeyinin sıcaklığı 100 ^{o}C'ye ulaştığında, su evaporasyon bölgelerine doğru hareketlenir. Yüzey sürekli su kaybeder, sıcaklık yükselir ve yüzeyde yapısal ve kimyasal değişimler sonucu kabuk oluşur. Kabuğun yapı ve renginin oluşumunda çoğunlukla etkisi olan sıcaklık, zaman ve nem içeriğinin birlikte gösterdikleri etki hâkimdir" ifadesinden kızartma işlemi ve parametrelerinin örneklerin rengi üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Depolama boyunca yüzeyden kaybolan nemden dolayı *L** değerleri azalan örneklerin kızartma işlemiyle daha yüksek *L** değeri gösterdiği düşünülmektedir. Nitekim Mackay (1999)'in belirttiği gibi, ürün ilk önce yüzeyden su kaybettiği için, yüzeyi daha kuru örneklerin iç sıcaklığının daha çabuk artacağı ve içerisindeki suyun evaporasyon bölgelerine doğru hareket edeceği düşünülmektedir. Böylelikle kızartma sonrası yoğunlaşmayla birlikte ürünün dış yüzeyinde su miktarının dolayısıyla *L** değerinin arttığı söylenebilir. Yüzeyi daha nemli örneklerde de yüzeyin ısınmasıyla birlikte yüzeyde bulunan suyun büyük bir kısmının uzaklaştığı ve böylelikle yüzeyin daha kuru hale geldiği düşünülmektedir.

4. 3. 2. 2. Pişmiş köftelerin *a** değeri sonuçları

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların pişirme sonrası *a** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ancak yapılan analiz sonuçlarına göre depolama süresinin veya kaplamalar ve depolama interaksiyonunun pişirme sonrası *a** değerleri üzerine etkisi ise istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.6.).

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *a** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.5.'te görülmektedir.



Şekil 4.5. Depolama süresince pişirilen köftelerin *a** değerlerindeki değişimler

Depolama süresince kontrol grubunun *a** değerleri, 5. gün artarken 10. ve 15. günde önemli şekilde azalmıştır. Depolamanın ilk günü ZKM en yüksek *a** değerine sahipken, bunu GTS ve ZTM izlemiştir. Aynı gün, köfteler içerisinde en düşük *a** değerine GTM sahipken, bunu kontrol grubu ve ZKS izlemiştir. Depolamanın 15. günü ZKS en yüksek *a** değerine sahipken, bunu ZKM ve GTS izlemiştir. Aynı gün, köfteler içerisinde en düşük *a** değerine kontrol grubu örnek sahipken, bunu ZTM ve GKM izlemiştir.

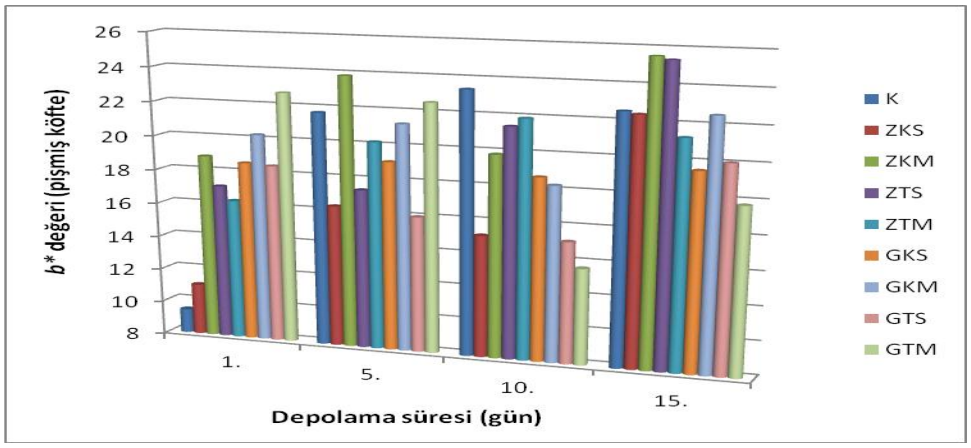
Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi, örneklerin *a** değerleri pişmemiş durumları(Şekil 4.2.)'na göre daha yüksek çıkmıştır. Depolamanın 10. ve 15. günü kontrol grubu örneğin en düşük *a** değeri göstermesinin artan *L** değerinden ve metmyoglobinin daha ileri derecede oksidasyona uğramış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Özben Demirci (2008)'nin yaptığı bir çalışmada köfte örneklerinde *a** değerlerinin pişmemiş durumlarına göre daha düşük çıktığı bildirilmiştir. Bu değişkenliğin kullanılan köfte formülasyonlarından, et ve kaplama materyalleri farklılığından ve kızartma işleminin parametrelerine bağlı olarak gösterdiği etkilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, Doğan (2004), Ansarifar ve ark. (2012), Kılınççeker (2013), Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010), Modi ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmalardan formülasyonlara katılan materyallerin *a** değerlerini kontrol gruplarına göre azaltabildiği veya arttırabildiği anlaşılmaktadır. Akgün (2006)'ün yaptığı çalışmada ise; et çeşidine göre kızartma sonrası *a** değerlerinin değiştiği, kaplanan et materyallerinde *a** değerlerinin et çeşidine göre kontrol grubundan düşük veya yüksek çıkabildiği görülmüştür. Barbut (2013)'un çalışmasında da kaplanan et

örneklerinde *a** değerleri kontrol grubuna göre artış göstermiştir. Yine, Doğan (2004), Ansarifar ve ark. (2012) ve Barbut (2013)'un çalışmalarından kızartma süresinin ve sıcaklığının artması ile *a** değerlerinde artışların görülebileceği anlaşılmaktadır.

4. 3. 2. 3. Pişmiş köftelerin *b** değeri sonuçları

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların pişirme sonrası *b** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Yapılan analiz sonucuna göre depolama süresinin pişirme sonrası *b** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, kaplamalar ve depolama interaksiyonunun pişirme sonrası *b** değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.6.).

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak ölçülen *b** değeri sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.6.'da görülmektedir.



Şekil 4.6. Depolama süresince pişirilen köftelerin *b** değerlerindeki değişimler

Depolama süresince kontrol grubunun *b** değerleri, 5. ve 10. gün artarken 15. gün azalmıştır. Depolamanın ilk günü GTM en yüksek *b** değerine sahipken, bunu GKM ve ZKM izlemiştir. Aynı gün, köfteler içerisinde en düşük *b** değerine kontrol örneği sahipken, bunu ZKS ve ZTM izlemiştir. Depolamanın 5. günü GTS ve GTM hariç diğerlerinin *b** değerleri düzenli bir artış göstermiştir. Yine, 15. günde kontrol ve ZTM hariç diğerlerinin *b** değerleri düzenli bir artış göstermiştir. Depolamanın 15. günü ZKM en yüksek *b** değerine sahipken, bunu ZTS ve kontrol izlemiştir. Aynı gün, köfteler içerisinde en düşük *b** değerine GTM örnek sahipken, bunu GKS ve GTS izlemiştir.

Zein ile kaplanan örneklerin *b** değerleri pişmemiş durumları(Şekil 4.3.)'na göre genel olarak düşüş gösterirken, glüten kaplı örneklerin *b** değerleri pişmemiş durumları(Şekil 4.3.)'na göre genel olarak artış göstermiştir. Özben Demirci (2008)'nin çalışmasında, pişirme sonrası köfte örneklerinde *b** değerlerinin pişmemiş durumlarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi, bu çalışmada depolama boyunca pişirilen örneklerin *b** değerlerinde genel olarak artışlar olmuştur. Bunun nedeninin kaplama materyalleri ve kızartma yağından ve özellikle kızartma sıcaklığının etkisi ile meydana gelen nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu, dehidrasyon ve maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Doğan (2004)'ın bir çalışmasında, soya unu ilaveli köftelerin *b** değerinin pişirmenin 3. dk.'sında kontrol grubundan yüksek olduğu görülürken, 6. dk.'sında düşük, 9. ve 12. dk.'sında ise tekrar yüksek olduğu görülmüştür.

4. 4. Nem Tayini Sonuçları

4. 4. 1. Pişmemiş köftelerin nem tayini sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin nem oranlarına ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların nem oranı üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmazken, depolama süresinin nem oranı üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yapılan analiz sonucuna göre kaplamalar ve depolama interaksiyonu ise önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.8. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin nem oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**Nem oranı (%)**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	13.96	1.56$^{ö.d.}$
Depolama (B)	3	99.09	11.06**
A x B	24	3.57	0.40$^{ö.d.}$
Hata	36	8.96	
Toplam	71		

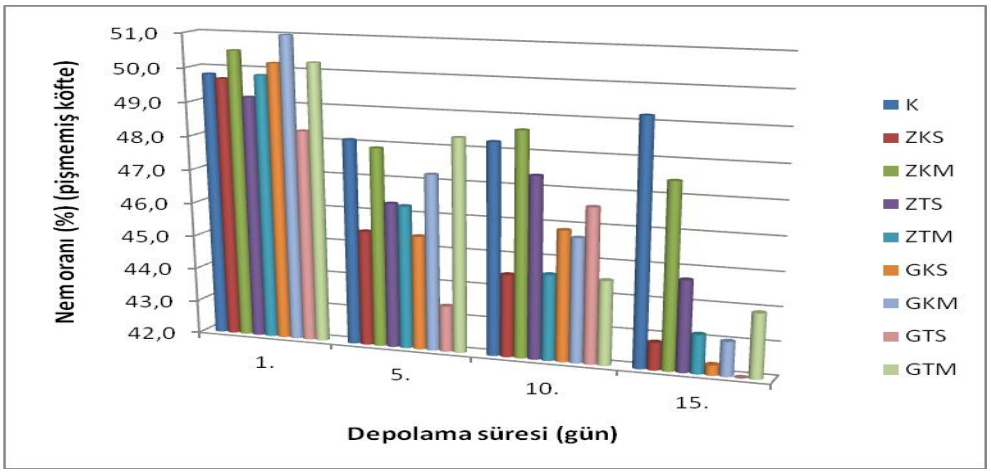
**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.9. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin nem oranlarına ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**Nem oranı (%)**
Kaplamalar		
K	8	48.84±1.78[a]
ZKS	8	45.60±3.34[a]
ZKM	8	48.62±2.10[a]
ZTS	8	46.89±3.67[a]
ZTM	8	45.95±2.86[a]
GKS	8	45.94±3.61[a]
GKM	8	46.76±4.15[a]
GTS	8	44.89±4.29[a]
GTM	8	46.75±3.43[a]
Depolama (gün)		
1.	18	49.87±2.52[a]
5.	18	46.48±2.91[b]
10.	18	46.21±2.50[bc]
15.	18	44.21±3.09[c]

[a-c]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan (%) nem tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.7.'de görülmektedir.



Şekil 4.7. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde nem oranlarındaki değişimler

Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi, pişmemiş köfte örneklerinin tümünde 5. gün sonunda nem oranları düzenli olarak azalmıştır. Ancak, 10. gün sonunda kontrol, ZKM, ZTS, GKS, GTS örneklerinde azda olsa bir artış gözlenmiştir. Depolamanın 15. gününde ise kontrol örnek hariç tüm örneklerin nem oranları düzenli olarak azalmıştır

ve kontrol örneğin nem oranı artmaya devam etmiştir. Depolama sonunda en yüksek nem oranı azalışını GKM (%15.8) gösterirken, bunu GKS (%15.7) ve GTS (%14.4) izlemiştir. Aynı günde en düşük nem oranı azalışını ise kontrol örnek (%1.2) gösterirken, bunu ZKM (%6.0) ve ZTS (%9.1) izlemiştir.

Şekil 4.7'de ilk gün ölçülen nem oranlarına bakıldığında kaplama yapılan köftelerin nem oranları kontrol örneğine göre artış ve azalış göstermektedir. Khanedan ve ark. (2011) ve Basem ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışmalarda kaplanan örneklerin nem oranlarının kontrole göre arttığı görülmektedir. Bunun nedeninin uygulanan kaplama materyallerinden ve yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010) ve Özben Demirci (2008)'nin çalışmalarında köfte formülasyonlarına ilave edilen materyallerin örneklerin nem oranını kontrol örneğine göre azalttığı, Modi ve ark. (2009), Ulu (2006) ve Kumar ve Sharma (2004)'nın çalışmasında ise arttırdığı görülmektedir.

Depolama boyunca nem oranındaki genel olarak düşüşler, Sharaf ve ark. (2009) ve Khanedan ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak bu çalışmalarda dondurularak depolanan kontrol örneklerin nem oranında artışlar görülmezken, bizim çalışmamızda kontrol örneğin nem oranında artışlar görülmüştür.

4. 4. 2. Pişmiş köftelerin nem tayini sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin nem oranlarına ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin nem oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**Nem oranı (%)**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	9.43	0.50$^{ö.d.}$
Depolama (B)	3	100.02	5.25**
A x B	24	6.14	0.32$^{ö.d.}$
Hata	36	19.05	
Toplam	71		

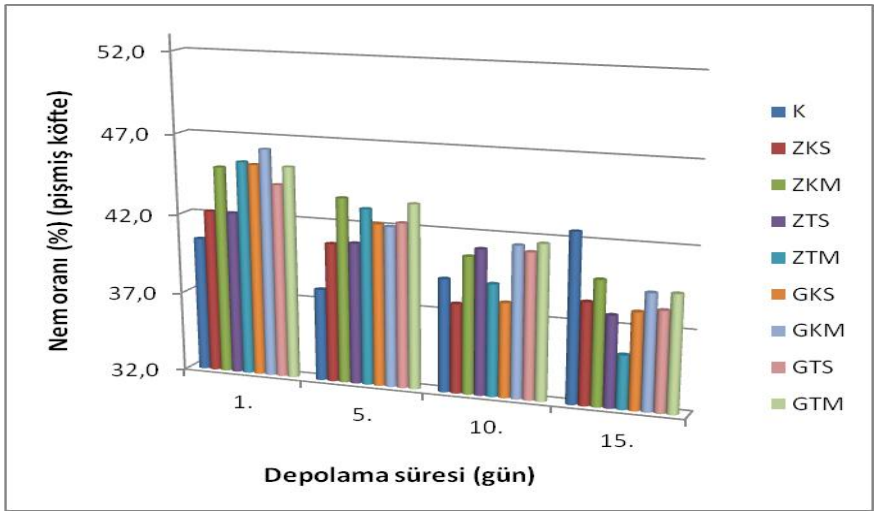
**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların nem oranı üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmazken ($p>0.05$), depolama süresinin pişirme sonrası nem oranı üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Yapılan analiz sonucuna göre kaplamalar ve depolama interaksiyonu ise önemli bulunmamıştır. Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan (%) nem tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler ise Şekil 4.8.'de görülmektedir.

Çizelge 4.11. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin nem oranlarına ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**Nem oranı (%)**
Kaplamalar		
K	8	39.96±4.27[a]
ZKS	8	39.73±4.31[a]
ZKM	8	42.24±3.06[a]
ZTS	8	40.46±4.53[a]
ZTM	8	40.70±4.71[a]
GKS	8	40.85±4.08[a]
GKM	8	42.26±3.37[a]
GTS	8	41.46±5.70[a]
GTM	8	42.80±3.53[a]
Depolama (gün)		
1.	18	44.17±3.06[a]
5.	18	41.78±3.71[ab]
10.	18	39.96±3.31[bc]
15.	18	38.75±4.40[c]

[a-c]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC



Şekil 4.8. Depolama süresince pişirilen köftelerin nem oranlarındaki değişimler

Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi, pişmiş köfte örneklerinin tümünde 5. gün sonunda nem oranları düzenli olarak azalmıştır. Ancak, 10. gün sonunda kontrol ve ZTS örneklerinin nem oranlarında azda olsa bir artış görülmüş, diğerlerinde ise azalma devam etmiştir. Depolamanın 15. gününde ise ilk günkü nem oranlarına kıyasla kontrol örnek hariç tüm örneklerin nem oranları düzenli olarak azalmış ve kontrol örneğin nem oranı tekrar artış göstermiştir. Tüm örneklerin nem oranlarının ise pişmemiş durumlarına (Şekil 4.7.) göre daha düşük olduğu görülmüştür. Depolama sonunda en yüksek nem oranı azalışını ZTM (%22.1) gösterirken, bunu GKS (%16) ve GKM (%15.1) izlemiştir. Aynı gün en düşük nem oranı azalışını ise kontrol örnek (%5.3 nem oranı artışı ile) gösterirken, bunu ZKS (%9.0) ve ZTS (%10.6) izlemiştir.

Kızartılan ürünlerde nem oranı birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir. Pişirilen pek çok ürünün nem oranı azalmaktadır. Bizim çalışmamızda da nem oranlarındaki azalış Kılınççeker ve Kurt (2012), Kumar ve Sharma (2004), Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010), Modi ve ark. (2009) ve Özben Demirci (2008)'nin çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan bazı çalışmalarda ise pişirilen ürünlerin nem oranlarında artışlar görülmüştür. Bu ürünlerin genellikle yüksek yağlı gıdalar olduğu, Putra ve ark. (2011) ve Ulu (2006)'nun yaptığı çalışmalardan anlaşılmaktadır. Ancak, çalışmamızdaki kontrol örneğin 15. gün analizinde yağ oranı diğerlerine göre çok yüksek olmamasına ve protein gibi su tutucu materyaller içermemesine rağmen nem oranında artış görülmüştür. Bu artışa kontrol örnekteki yağların parçalanmasının ve mikrobiyal bozulmanın neden olduğu düşünülmektedir.

4. 5. Yağ Tayini Sonuçları

4. 5. 1. Pişmemiş köftelerin yağ tayini sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin yağ oranlarına ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.13.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin yağ oranı üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonunun yağ oranı üzerine etkisi de çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin yağ oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Yağ oranı		
	SD	KO	F
Kaplamalar (A)	8	24.10	141.62**
Depolama (B)	3	237.15	1393.87**
A x B	24	3.83	22.49**
Hata	36	0.17	
Toplam	71		

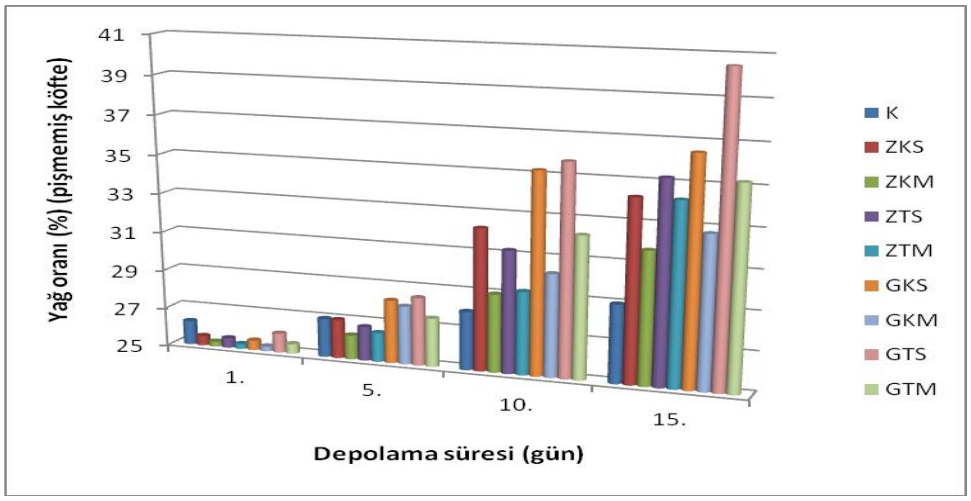
**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.13. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin yağ oranlarına ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	Yağ oranı (%)
Kaplamalar		
K	8	27.81±1.51[f]
ZKS	8	30.00±3.58[d]
ZKM	8	28.19±2.58[f]
ZTS	8	29.88±3.93[d]
ZTM	8	29.00±3.52[e]
GKS	8	32.00±4.18[b]
GKM	8	29.63±2.25[d]
GTS	8	33.25±5.53[a]
GTM	8	30.56±3.61[c]
Depolama (gün)		
1.	18	26.86±0.94[d]
5.	18	27.31±0.84[c]
10.	18	31.47±2.63[b]
15.	18	34.50±2.93[a]

[a-f]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan yağ tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.9.'da görülmektedir.



Şekil 4.9. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde yağ oranlarındaki değişimler

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, depolama süresince pişmemiş köfte örneklerinin tümünde yağ oranları düzenli olarak artmıştır. Depolamanın 1. ve 5. gününde örneklerin yağ oranları birbirlerine yakın bulunmuştur. Ancak, kaplanan örneklerin özellikle depolamanın 10. ve 15. gününde yağ oranlarında önemli şekilde artışlar belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde GTS en yüksek yağ oranına sahipken, bunu GKS, ZTS ve GTM izlemektedir. Aynı gün en düşük yağ oranına ise kontrol örnek sahipken, bunu ZKM ve GKM izlemiştir.

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, ilk gün analizinde yağ oranları kontrol örneğine göre düşük çıkmıştır. Yağ oranlarındaki bu azalış Kumar ve Sharma (2004), Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010), Modi ve ark. (2009), Ulu (2006) ve Özben Demirci (2008)'nin çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Depolama boyunca yağ oranlarındaki artışlar, Vanitha ve ark. (2013)'nın dondurarak 90 gün depoladıkları balık burgerlerinde buldukları değerlerden yüksek bulunurken, artış göstermesi bakımından benzerlik göstermektedir. Depolamanın 10. ve 15. gün analizlerinde GTS ve GKS örneklerinin yağ oranları yüksek bulunmuştur. Bu yükselişin, Na-Al filminin neme karşı daha duyarlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Na-Al film kaplı örneklerin depolama boyunca daha fazla su kaybettiği ve böylece toplam kütlede yağ oranının arttığı tahmin edilmektedir.

4. 5. 2. Pişmiş köftelerin yağ tayini sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin yağ oranlarına ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.'te ve LS Means Student's

T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.15.'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin pişirme sonrası yağ oranı üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi de çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin yağ oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Yağ oranı		
	SD	KO	F
Kaplamalar (A)	8	5.45	32.71**
Depolama (B)	3	190.95	1145.69**
A x B	24	5.27	31.63**
Hata	36	0.17	
Toplam	71		

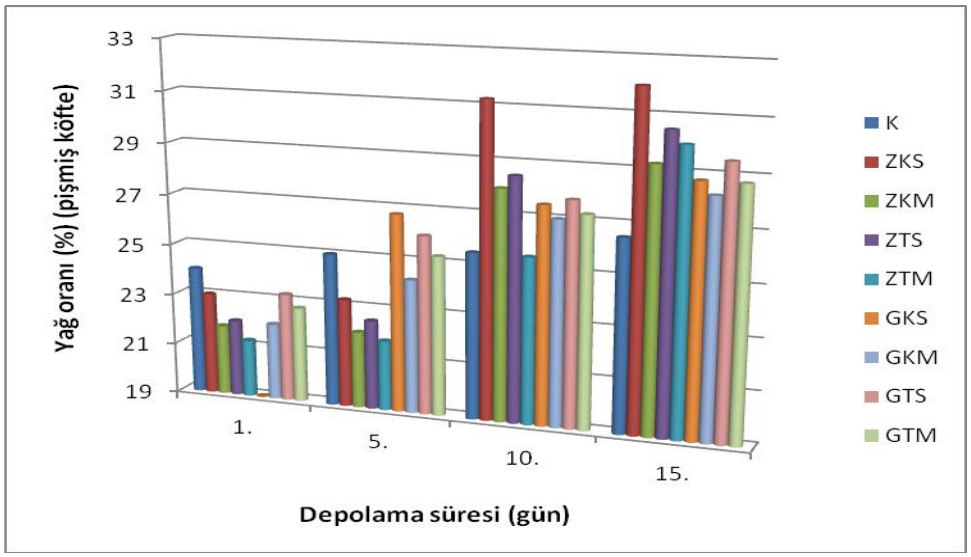
**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.15. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin yağ oranlarına ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	Yağ oranı (%)
Kaplamalar		
K	8	25.25 ± 1.04^{e}
ZKS	8	27.38 ± 4.57^{a}
ZKM	8	25.25 ± 3.64^{e}
ZTS	8	25.88 ± 3.97^{cd}
ZTM	8	24.63 ± 3.77^{f}
GKS	8	25.50 ± 4.09^{de}
GKM	8	25.38 ± 2.62^{e}
GTS	8	26.63 ± 2.49^{b}
GTM	8	26.00 ± 2.42^{c}
Depolama (gün)		
1.	18	22.11 ± 1.42^{d}
5.	18	24.08 ± 1.76^{c}
10.	18	27.58 ± 1.71^{b}
15.	18	29.28 ± 1.53^{a}

$^{a-f}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan yağ tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.10.'da görülmektedir.



Şekil 4.10. Depolama süresince pişirilen köftelerin yağ oranlarındaki değişimler

Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi, pişmiş köfte örneklerinin tümünde yağ oranları düzenli olarak artmıştır. Kontrol örneğinde yağ oranı artışları çok düşük seviyede olmuştur. 1. gün pişirilen örneklerden kontrol örneği en yüksek yağ oranına sahipken, bunu GTS ve ZKS izlemiştir. Aynı gün en düşük yağ oranına ise GKS sahipken, bunu ZTM ve ZKM izlemiştir. 5. gün pişirilen örneklerden zein kaplamalar ile kaplanan örneklerin yağ oranları kontrol örneğine nazaran daha düşük çıkmış, ancak glüten kaplamalardan GKM hariç diğerlerinin yağ oranları kontrol örneğine nazaran yüksek çıkmıştır. 10. ve 15. günlerde pişirilen örneklerden zein kaplamalar ile kaplanan örneklerin yağ oranlarında önemli şekilde artışlar gözlenmiş ve tüm kaplanan örneklerin yağ oranları kontrol örneğine nazaran yüksek çıkmıştır.

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi ilk gün analizinde yağ oranları kontrol örneğine göre düşük çıkmıştır. Yağ oranlarındaki bu azalışlar, Kılınççeker ve Hepsag (2011), Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010), Doğan (2004), Kılınççeker (2006), Soorgi ve ark. (2011), Kumar ve Sharma (2004), Ulu (2006), Modi ve ark. (2009) ve Özben Demirci (2008)'nin çalışmaları ile uyuşmaktadır. Kontrol örneğin yağ oranlarında görülen artışlar, kaplanan örneklere nazaran daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

4. 6. pH Tayini Sonuçları

4. 6. 1. Pişmemiş köftelerin pH tayini sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin pH değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**pH**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	0.47	13.17**
Depolama (B)	3	3.51	98.39**
A x B	24	0.34	9.56**
Hata	36	0.04	
Toplam	71		

**p<0.01 seviyesinde önemli

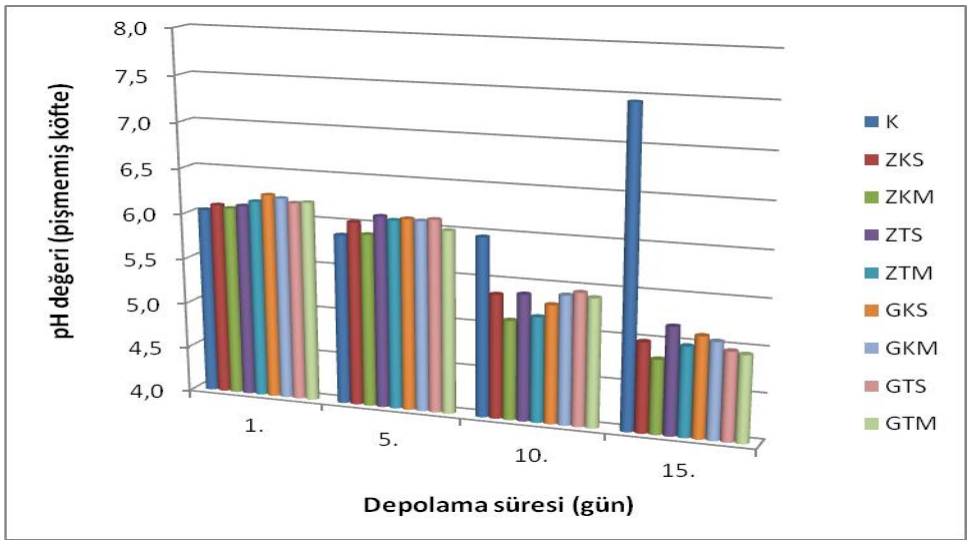
Çizelge 4.17. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin pH değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**pH**
Kaplamalar		
K	8	6.33 ± 0.70^{a}
ZKS	8	5.62 ± 0.52^{bc}
ZKM	8	5.47 ± 0.58^{c}
ZTS	8	5.70 ± 0.49^{b}
ZTM	8	5.60 ± 0.57^{bc}
GKS	8	5.69 ± 0.55^{b}
GKM	8	5.70 ± 0.54^{b}
GTS	8	5.68 ± 0.55^{b}
GTM	8	5.64 ± 0.55^{bc}
Depolama (gün)		
1.	18	6.15 ± 0.08^{a}
5.	18	6.03 ± 0.15^{a}
10.	18	5.39 ± 0.30^{b}
15.	18	5.28 ± 0.81^{b}

[a-c]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin pH değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonunun pH değerleri üzerine etkisi de çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan pH tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.11.'de görülmektedir.



Şekil 4.11. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde pH değerlerindeki değişimler

Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi, depolama boyunca pişmemiş köftelerde kontrol örneği hariç diğer örneklerin pH değerleri düzenli olarak azalmıştır. Ancak, kontrol örneğinde 5. gün sonunda pH değeri düşüş gösterse de 10. ve 15. gün sonunda pH değeri sürekli artış göstermiştir. Özellikle depolamanın 15. günü kontrol örneğin pH değeri çok önemli şekilde artış göstermiştir. Depolama sürecinde kaplanan köftelerin pH değerlerinde sürekli bir azalış görülmekle birlikte, örneklerin pH değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır.

Elde edilen bulgulardan görüldüğü gibi kaplanan köftelerin ilk günkü pH değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. Bunun nedeninin Akgün (2006) ve Özben Demirci (2008)'nin çalışmasında olduğu gibi kaplama materyallerinden kaynakladığı düşünülmektedir. Depolama süresince kaplanan örneklerin pH değerleri ise düşüş göstermiştir. Emiroğlu ve ark. (2010) ve Özer ve Sarıçoban (2010)'nın çalışmalarında depolama süresince pH değerlerinde düşüşlerin görülmesine benzer sonuçlar çalışmamızda görülmüştür. Bu düşüşlerin mikrobiyolojik faaliyetlerin etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 4.11'de görüldüğü gibi, depolamanın ileriki aşamalarında kontrol örneğin pH'sında artışlar görülmüştür. Uğur ve ark. (2003)'ı çiğ et gibi yüksek protein içeriğine sahip gıdalarda pH değerinin 6.3'ün üzerinde bulunmasının, o gıdanın bozulmuş olarak değerlendirilmesine neden olduğunu bildirmişlerdir (Çolak ve ark., 2011). Buna göre 15. gün kontrol örneğin tamamen kokuştuğu söylenebilir. Depolama süresince kontrol örneğin pH değerindeki düşüş ve artışlar, Song ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir. Depolamanın ileriki günlerinde pH değerindeki bu artışa, kontrol örnekteki mikrobiyal bozulmaların yanı sıra enzim ve bakterilerin etkisiyle serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonundaki değişmelerin de neden olabileceği düşünülmektedir.

4. 6. 2. Pişmiş köftelerin pH tayini sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin pH değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin pişirme sonrası pH değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi de çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin pH değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**pH**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	0.42	8.59**
Depolama (B)	3	2.32	47.61**
A x B	24	0.18	3.74**
Hata	36	0.05	
Toplam	71		

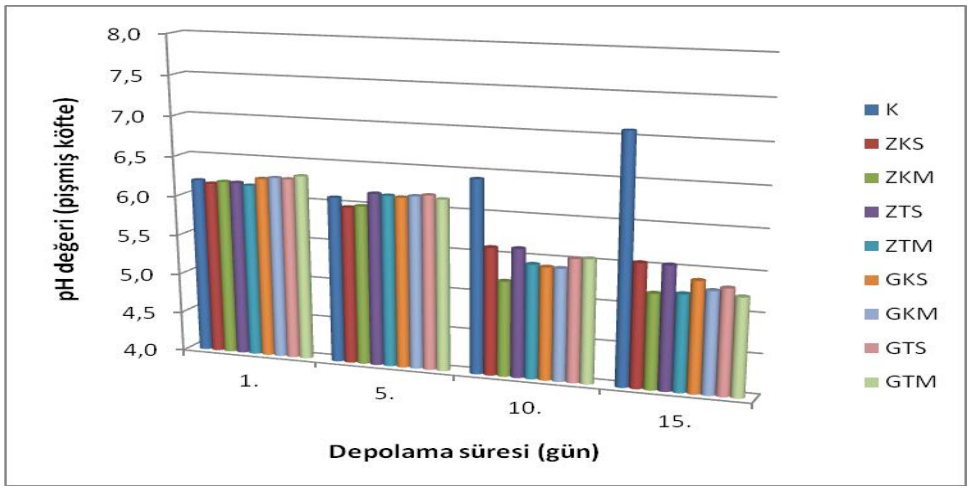
**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.19. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin pH değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**pH**
Kaplamalar		
K	8	6.45 ± 0.44^{a}
ZKS	8	5.82 ± 0.34^{bc}
ZKM	8	5.65 ± 0.50^{c}
ZTS	8	5.88 ± 0.40^{b}
ZTM	8	5.74 ± 0.48^{bc}
GKS	8	5.80 ± 0.45^{bc}
GKM	8	5.78 ± 0.50^{bc}
GTS	8	5.83 ± 0.47^{bc}
GTM	8	5.81 ± 0.50^{bc}
Depolama (gün)		
1.	18	6.23 ± 0.06^{a}
5.	18	6.11 ± 0.15^{a}
10.	18	5.57 ± 0.41^{b}
15.	18	5.53 ± 0.60^{b}

$^{a-c}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan pH tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.12.'de görülmektedir.



Şekil 4.12. Depolama süresince pişirilen köftelerin pH değerlerindeki değişimler

Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi, pişmiş köftelerde kontrol örneği hariç diğer örneklerin pH değerleri düzenli olarak azalmıştır. Ancak, kontrol örnekte 5. gün sonunda pH değeri düşüş gösterse de 10. ve 15. gün sonunda pH değeri sürekli artış

göstermiştir. Özellikle depolamanın 15. günü kontrol örneğin pH değeri önemli şekilde artış göstermiştir. Depolama sürecinde kaplanan köftelerin pH değerlerinde sürekli bir azalış görülmekle birlikte, örneklerin pH değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır. Ayrıca, kaplanan köftelerde pişirme sonrası bulunan pH değerleri, pişmemiş durumdaki pH değerleri(Şekil 4.11.)'ne kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Özben Demirci (2008), Modi ve ark. (2009), Serdaroğlu ve Yıldız-Turp (2010), Kumar ve Sharma (2004), Kılınççeker ve Kurt (2012) ve Putra ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışmalarda da pH değerlerinde görülen bu artışlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Depolamanın ileriki aşamalarında kontrol örneğin pH'sında görülen artışların ise örneğin bozulmaya başlamasından ileri geldiği düşünülmektedir.

4. 7. Su Aktivitesi (a_w) Tayini Sonuçları

4. 7. 1. Pişmemiş köftelerin a_w tayini sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin a_w değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin a_w değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi de önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.20. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin a_w değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**a_w**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	0.00013	$1.56^{ö.d.}$
Depolama (B)	3	0.00014	$1.76^{ö.d.}$
A x B	24	0.00006	$0.71^{ö.d.}$
Hata	36	0.00008	
Toplam	71		

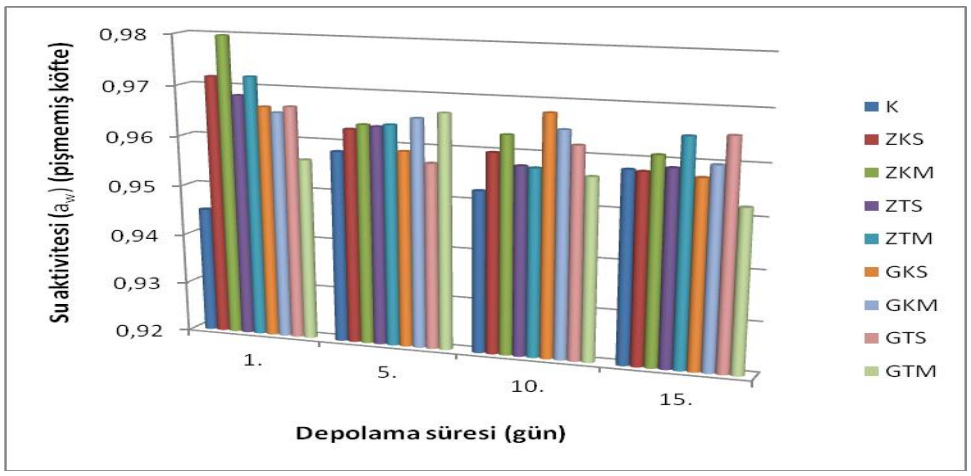
ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.21. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin a_w değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**a_w**
Kaplamalar		
K	8	0.953±0.008[a]
ZKS	8	0.963±0.007[a]
ZKM	8	0.967±0.009[a]
ZTS	8	0.962±0.012[a]
ZTM	8	0.965±0.007[a]
GKS	8	0.963±0.007[a]
GKM	8	0.964±0.006[a]
GTS	8	0.963±0.010[a]
GTM	8	0.958±0.010[a]
Depolama (gün)		
1.	18	0.966±0.012[a]
5.	18	0.962±0.007[a]
10.	18	0.960±0.008[a]
15.	18	0.959±0.007[a]

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan a_w tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.13.'te görülmektedir.



Şekil 4.13. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde a_w değerlerindeki değişimler

Şekil 4.13.'te görüldüğü gibi, pişmemiş köfte örneklerinden kontrol, GKM ve GTM hariç diğerlerinin 5. gün sonunda a_w değerleri düzenli olarak azalmıştır. 1. gün en yüksek a_w değerlerine ZKM sahipken, bunu ZKS, ZTM ve ZTS izlemiştir. Yine, 1. gün

en düşük a_w'ye ise kontrol örneği sahipken, bunu GTM ve GKM izlemiştir. 10. gün sonunda ise GKS ve GTS hariç diğerlerinin a_w değerleri azalış göstermiştir. 15. gün ZTM ve GTS en yüksek a_w değerlerine sahipken, bunu ZKM ve GKM izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük a_w'ye GTM sahipken, bunu GKS, ZKS ve kontrol izlemiştir. Depolama sonunda en yüksek a_w azalışını ZKM (%1.9) gösterirken, bunu ZKS (%1.4) ve ZTS (%1) izlemiştir. Ayrıca, en düşük a_w azalışını kontrol örneği (%1.4 a_w artışı ile) gösterirken, bunu GTS (%0.1) ve GTM (%0.4) izlemiştir.

Su aktivitesi değeri, gıdalarda mikroorganizmaların gelişimi için çok önemli bir parametredir (Bingöl, 2009; Çolak ve ark., 2011). Kaplanan örneklerin a_w değerleri depolama süresince genellikle kontrol örneğine göre daha yüksek değerlerdedir. Bunun nedeninin kaplama materyallerinden ve yönteminden ileri geldiği düşünülmektedir. Örneğin; Arief ve ark. (2012)'nın yaptıkları çalışmada et örneklerine katılan maddeler a_w değerlerinin artmasına neden olurken, Çolak ve ark. (2011)'nın çalışmalarında ise et örneklerine ilave ettikleri materyallerle örneklerin a_w değerlerinde hem artış hem de azalış görülebilmektedir. Kuru madde içeriğinin artması a_w değerlerinin düşmesine neden olmaktadır (Ayhan, 2000).

4. 7. 2. Pişmiş köftelerin a_w tayini sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin a_w değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.23.'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin pişirme sonrası a_w değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.22. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin a_w değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**a_w**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	0.00043	3.84**
Depolama (B)	3	0.00088	7.80**
A x B	24	0.00018	1.58$^{ö.d.}$
Hata	36	0.00011	
Toplam	71		

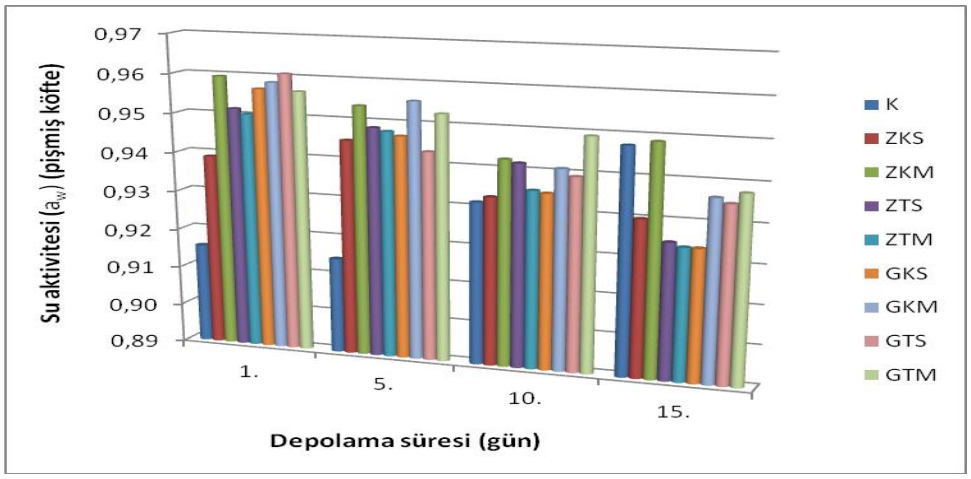
**$p<0.01$ seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.23. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin a_w değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**a_w**
Kaplamalar		
K	8	0.927 ± 0.021^{d}
ZKS	8	0.937 ± 0.011^{cd}
ZKM	8	0.951 ± 0.008^{a}
ZTS	8	0.942 ± 0.013^{abc}
ZTM	8	0.939 ± 0.014^{bc}
GKS	8	0.941 ± 0.014^{abc}
GKM	8	0.948 ± 0.011^{ab}
GTS	8	0.945 ± 0.014^{abc}
GTM	8	0.950 ± 0.009^{ab}
Depolama (gün)		
1.	18	0.950 ± 0.016^{a}
5.	18	0.945 ± 0.014^{ab}
10.	18	0.939 ± 0.008^{bc}
15.	18	0.934 ± 0.013^{c}

$^{a-d}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan a_w tayini sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.14.'te görülmektedir.



Şekil 4.14. Depolama süresince pişirilen köftelerin a_w değerlerindeki değişimler

Şekil 4.14.'te görüldüğü gibi, 1. gün en yüksek a_w değerine GTS sahipken, bunu ZKM ve GKM izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük a_w değerine kontrol örneği sahipken, bunu ZKS ve ZTM izlemiştir. Pişmiş köfte örneklerinden kontrol örnek ve ZKS hariç diğerlerinin a_w değerleri 5. ve 10. gün sonunda sürekli bir azalış göstermiştir. ZKS

örneğinin a_w değeri 5. gün artış gösterirken, diğer analiz günlerinde azalış göstermiştir. Kontrol örneğin a_w değeri ise 5. gün azalış göstermekle birlikte, diğer günlerde sürekli bir artış göstermektedir. 10. gün sonunda kontrol örneği hariç diğerlerinin a_w değerleri azalış göstermiş, kontrol örneğin a_w değeri ise artmıştır. 15. gün ZKM en yüksek a_w değerlerine sahipken, bunu kontrol örnek ve GTM izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük a_w değerine ZTM ve GKS sahipken, bunu ZTS ve ZKS izlemiştir. 15. gün pişirme sonrası bulunan örneklerin a_w değerleri, ilk günkü a_w değerlerine göre kıyaslandığında, en yüksek a_w azalışını GKS (%3.4) gösterirken, bunu ZTS (%2.8) ve ZTM (%2.79) izlemiştir. Ayrıca, en düşük a_w azalışını kontrol örnek (%3.5 a_w artışı ile) gösterirken, bunu ZKS (%0.1) ve ZKM (%1.1) izlemiştir. Kaplanan köftelerde pişirme sonrası bulunan a_w değerleri, pişmemiş durumdaki a_w değerlerine (Şekil 4.13.) kıyasla daha düşük çıkmıştır. Bu düşüşün kızartma işlemine ve parametrelerine bağlı olarak gerçekleştiği aynı zamanda kaplamaların su tutma özelliklerine göre de değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Ayrıca, a_w değerleri üzerine örneklerin pişmemiş a_w değerlerinin de etkili olduğu söylenebilir. Örneğin; depolama süresince pişirilen kontrol örneklerde a_w değerinde artışlar görülmektedir.

4. 8. TBA Analiz Sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TBA değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24.'te ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.25.'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların veya depolama süresinin TBA değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.24. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TBA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**TBA**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	1.60	26.16**
Depolama (B)	3	0.59	9.68**
A x B	24	0.03	0.56$^{ö.d.}$
Hata	36	0.06	
Toplam	71		

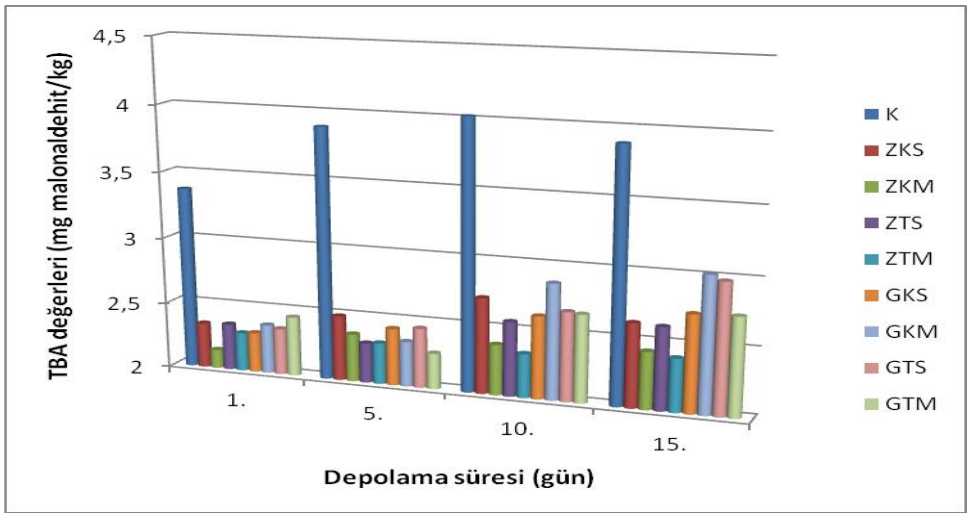
**$p<0.01$ seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.25. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TBA değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	TBA
Kaplamalar		
K	8	3.79 ± 0.36^{a}
ZKS	8	2.54 ± 0.16^{bc}
ZKM	8	2.32 ± 0.16^{c}
ZTS	8	2.46 ± 0.18^{bc}
ZTM	8	2.33 ± 0.14^{c}
GKS	8	2.52 ± 0.24^{bc}
GKM	8	2.65 ± 0.37^{b}
GTS	8	2.61 ± 0.42^{b}
GTM	8	2.53 ± 0.28^{bc}
Depolama (gün)		
1.	18	2.44 ± 0.36^{b}
5.	18	2.54 ± 0.51^{b}
10.	18	2.76 ± 0.53^{a}
15.	18	2.83 ± 0.51^{a}

$^{a-c}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmemiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan TBA analiz sonuçlarına ilişkin ortalama değerler Şekil 4.15.'te görülmektedir.



Şekil 4.15. Pişmemiş köftelerin depolama sürecinde TBA değerlerindeki değişimler

Şekil 4.15.'te görüldüğü gibi, depolama boyunca kontrol örneğin TBA değerleri en yüksek değerlerdedir. 1. gün en yüksek TBA değerine kontrol örneği sahipken, bunu GTM ve GKM izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük TBA değerine ZKM sahipken, bunu

ZTM ve GKS izlemiştir. Köfte örneklerinden ZTS, GKM ve GTM 5. gün sonunda ilk günkü TBA değerlerine göre daha düşük TBA değerine sahiptir. Aynı gün diğer örneklerin TBA değerleri ise ilk güne göre artış göstermiştir. 10. gün sonunda tüm köfte örneklerinin TBA değerleri artmıştır. Depolamanın 15. gününde kontrol ve ZKS örneklerinin TBA değerlerinde bir azalma görülürken, diğerlerinin TBA değerlerinde artışlar devam etmiştir. 15. gün kontrol örneği en yüksek TBA değerine sahipken, bunu GKM ve GTS izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük TBA değerine ZTM sahipken, bunu ZKM ve ZTS izlemiştir.

Şekil 4.15'te görüldüğü gibi, depolama boyunca kaplanan örneklerin TBA değerleri kontrol örneğine göre düşük çıkmıştır. Bu nedenle genel olarak kaplamaların köfte örneklerinde bozulmayı geciktirdiği söylenebilir. Ayrıca, genel olarak zein kaplamaların glüten kaplamalara kıyasla daha geç bozulmaya başladığı ve zein ile kaplı örneklerden de en etkili olanının ZTM kaplamaların olduğu söylenebilir. Yaptığımız çalışmada elde edilen TBA değerleri, Song ve ark. (2011), Ferna´ndez-Lo´pez ve ark. (2005), Das ve ark. (2008), Kumar ve ark. (2007), Kaba ve ark. (2012) ve Sharaf ve ark. (2009) gibi pek çok araştırmacının elde ettiği sonuçlar ile gerek depolama sürecindeki artışlar, gerek kullanılan kaplama ve katkı materyallerinin TBA değerlerini azaltıcı etkisi açısından benzerlik göstermektedir.

4. 9. Pişirme Kayıpları (PK)

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin PK değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.27.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların PK değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, depolama süresinin veya kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.26. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin PK değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	PK		
	SD	KO	F
Kaplamalar (A)	8	188.10	8.25**
Depolama (B)	3	23.72	1.04ö.d.
A x B	24	13.43	0.59ö.d.
Hata	36	22.80	
Toplam	71		

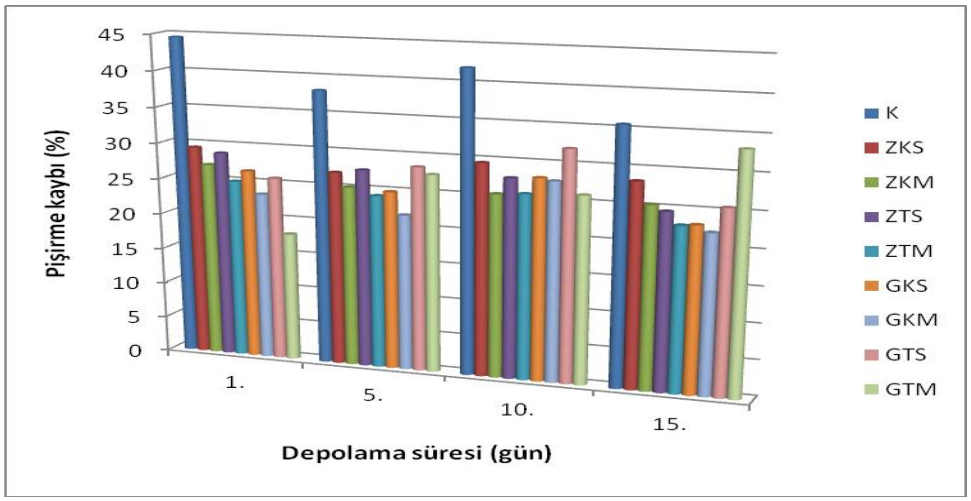
**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.27. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin PK değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	PK (%)
Kaplamalar		
K	8	40.07±5.29[a]
ZKS	8	28.61±1.94[b]
ZKM	8	25.78±2.16[bc]
ZTS	8	27.20±3.83[bc]
ZTM	8	24.45±1.77[bc]
GKS	8	25.63±3.32[bc]
GKM	8	23.77±5.53[c]
GTS	8	27.98±5.03[bc]
GTM	8	27.23±7.24[bc]
Depolama (gün)		
1.	18	28.05±8.07[a]
5.	18	27.21±4.86[a]
10.	18	29.39±5.75[a]
15.	18	26.78±5.83[a]

[a-c]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan analizler sonucu elde edilen PK değerlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 4.16.'da görülmektedir.



Şekil 4.16. Depolama süresince pişirilen köftelerin pişirme kayıplarındaki (%) değişimler

Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi, tüm analiz günlerinde kontrol örneğin pişirme kaybı değerleri en yüksek düzeydedir. 1. gün en yüksek pişirme kaybı değerine kontrol örneği sahipken, bunu ZKS ve ZTS izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük pişirme kaybı değerine GTM sahipken, bunu GKM ve ZTM izlemiştir. Köfte örneklerinden GTS ve GTM hariç diğerlerinin pişirme kaybı değerleri, 5. gün sonunda ilk günkü pişirme kaybı değerlerine göre düşük çıkmıştır. Ancak, 10. gün sonunda GTM hariç diğer örneklerin pişirme kaybı değerlerinde bir artış görülmekle birlikte, kaplanan örneklerden GTS en yüksek pişirme kaybı değerine sahiptir. 10. gün sonunda en yüksek pişirme kaybı değerine kontrol örneği sahipken, bunu GTS ve ZKS izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük pişirme kaybı değerine ZKM sahipken, bunu ZTM ve GTM izlemiştir. 15. günde ise GTM hariç diğer örneklerin pişirme kaybı değerleri azalış göstermekle birlikte, GTM'nin pişirme kaybı değeri artış göstermiştir. 15. gün sonunda en yüksek pişirme kaybı değerine kontrol örneği sahipken, bunu GTM ve ZKS izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük pişirme kaybı değerine GKM sahipken, bunu ZTM ve GKS izlemiştir.

Chandralekha ve ark. (2012) ve Kassem ve ark. (2010)'nın çalışmalarında kullandıkları kaplama ve katkı materyallerinin pişirme kaybı değerlerini kontrol örneğine göre azalttığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda da buna benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedeninin kullanılan materyaller, kaplama uygulama yöntemleri ve örneklerin bileşimlerinin yanı sıra kızartma işlemi parametreleri(yağ, sıcaklık, süre vb.)'nden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda kızartma parametreleri değiştirilmeden uygulandığı için analiz günlerinde genellikle glüten kaplamaların pişirme kayıplarını azalttığı söylenebilir.

4. 10. Son Ürün Verimleri (SÜV)

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin SÜV değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.29.'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların SÜV değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, depolama süresinin veya kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.28. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin SÜV değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SÜV		
	SD	KO	F
Kaplamalar (A)	8	187.70	7.85**
Depolama (B)	3	24.45	1.02$^{ö.d.}$
A x B	24	11.85	0.50$^{ö.d.}$
Hata	36	23.90	
Toplam	71		

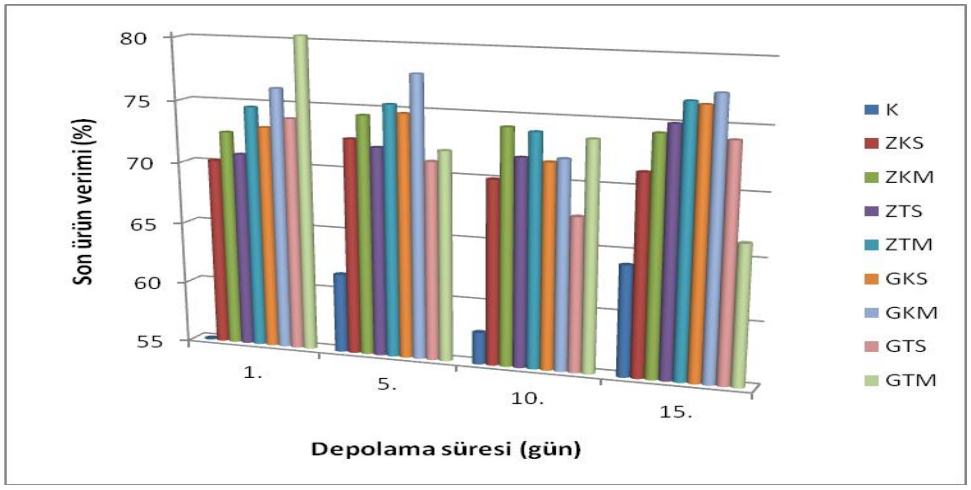
**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.29. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin SÜV değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	SÜV (%)
Kaplamalar		
K	8	59.93±5.29^{b}
ZKS	8	71.39±1.94^{a}
ZKM	8	74.23±2.16^{a}
ZTS	8	72.80±3.83^{a}
ZTM	8	75.55±1.77^{a}
GKS	8	74.37±3.32^{a}
GKM	8	76.23±5.53^{a}
GTS	8	72.02±5.03^{a}
GTM	8	72.28±7.28^{a}
Depolama (gün)		
1.	18	71.73±8.07^{a}
5.	18	72.79±4.86^{a}
10.	18	70.61±5.75^{a}
15.	18	73.22±5.83^{a}

$^{a-b}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan analizler sonucu elde edilen SÜV değerlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 4.17.'de görülmektedir.



Şekil 4.17. Depolama süresince pişirilen köftelerin son ürün verimlerindeki (%) değişimler

Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi, tüm analiz günlerinde kontrol örneğin son ürün verimi değerleri en düşük düzeydedir. 1. gün en yüksek son ürün verimi değerine GTM sahipken, bunu GKM ve ZTM izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük son ürün verimi değerine kontrol örneği sahipken, bunu ZKS ve ZTS izlemiştir. Köfte örneklerinden GTS ve GTM hariç diğerlerinin son ürün verimi değerleri, 5. gün sonunda ilk günkü son ürün verimi değerlerine göre yüksek çıkarken, GTS ve GTM'nin son ürün verimi değerleri azalmıştır. Ancak, 10. gün sonunda GTM hariç diğer örneklerin son ürün verimi değerlerinde bir azalış görülürken, GTM'nin son ürün verimi değerinde artış görülmüştür. 10. güne kıyasla 15. gün sonunda GTM hariç diğer örneklerin son ürün verimi değerlerinde bir artış görülürken, GTM'nin son ürün verimi değerinde azalış görülmüştür. 15. gün sonunda en yüksek son ürün verimi değerine GKM sahipken, bunu ZTM ve GKS izlemiştir. Aynı gün sonunda en düşük son ürün verimi değerine kontrol örneği sahipken, bunu GTM ve ZKS izlemiştir.

Kılınççeker (2006), Pinero ve ark. (2008) ve Doğan (2004)'ın çalışmalarında kaplama ve formülasyonlarda kullanılan materyallere bağlı olarak örneklerin verimleri kontrol örneğine göre artarken, Putra ve ark. (2011) ve Das ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışmalarda ise azalmaktadır. Sharaf ve ark. (2009) ve Kılınççeker (2013)'in çalışmasında ise kullanılan materyallerin aynı olmasına rağmen kullanım oranlarına bağlı olarak örneklerin verimleri kontrol örneğine göre hem artış hem de azalış gösterebilmektedir. Şekil 4.17'ye baktığımızda, çalışmamızda kullanılan kaplamaların

depolama süresince kontrol örneğine göre daha yüksek bir verim elde etmeyi sağladığı görülebilmektedir. Ayrıca, analizin özellikle 1. gününe bakıldığında genellikle glüten ve MC kaplı örneklerin daha yüksek verime sahip oldukları söylenebilir.

4. 11. Kalınlık ve Çapta Değişim Yüzdeleri

4. 11. 1. Köftelerdeki kalınlık artış yüzdeleri (KA)

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin KA değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.31.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların KA değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmazken ($p>0.05$), depolama süresinin etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.30. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin KA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**KA**		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	88.25	1.32$^{ö.d.}$
Depolama (B)	3	749.86	11.25**
A x B	24	30.16	0.45$^{ö.d.}$
Hata	36	66.65	
Toplam	71		

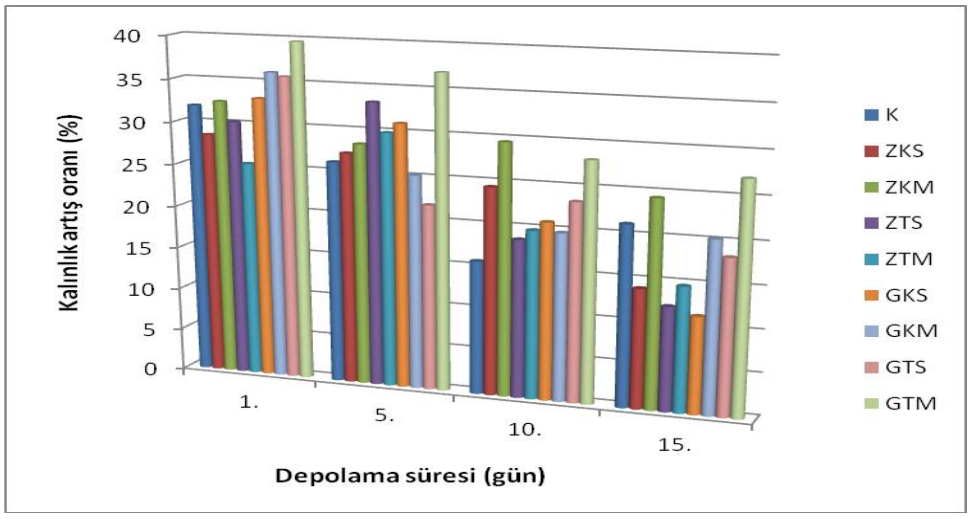
**p<0.01 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.31. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin KA değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	KA (%)
Kaplamalar		
K	8	23.77±7.09[a]
ZKS	8	23.57±7.61[a]
ZKM	8	28.71±5.56[a]
ZTS	8	23.59±9.37[a]
ZTM	8	22.44±8.48[a]
GKS	8	24.07±13.03[a]
GKM	8	25.32±8.14[a]
GTS	8	24.81±10.65[a]
GTM	8	32.96±10.93[a]
Depolama (gün)		
1.	18	32.54±5.59[a]
5.	18	28.89±7.94[a]
10.	18	22.25±7.65[b]
15.	18	18.20±8.51[b]

[a-b]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan analizler sonucu elde edilen KA değerlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 4.18.'de görülmektedir.



Şekil 4.18. Depolama süresince pişirilen köftelerin kalınlık artış yüzdelerindeki (%) değişimler

Şekil 4.18.'de görüldüğü gibi, 1. gün en yüksek kalınlık artış yüzdesine GTM sahipken, bunu GKM ve GTS izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük kalınlık artış yüzdesine ZTM sahipken, bunu ZKS ve ZTS izlemiştir. 5. gün ise en yüksek kalınlık artış

yüzdesine yine GTM sahipken, bunu ZTS ve GKS izlemiştir. Yine, 5. gün en düşük kalınlık artış yüzdesine GTS sahipken, bunu GKM ve kontrol örneği izlemiştir. 10. gün pişirilen köftelerden en yüksek kalınlık artış yüzdesine ZKM sahipken, bunu GTM ve ZKS izlemiştir. Yine, 10. gün en düşük kalınlık artış yüzdesine kontrol örneği sahipken, bunu ZTS ve GKM izlemiştir. Depolamanın 15. günü pişirilen köftelerden en yüksek kalınlık artış yüzdesine GTM sahipken, bunu ZKM ve kontrol örneği izlemiştir. Aynı günde en düşük kalınlık artış yüzdesine GKS sahipken, bunu ZTS ve ZKS izlemiştir. İlk gün pişirilen köftelerden glüten ile kaplı örneklerin, zein ile kaplı örneklere göre kalınlık artış yüzdeleri daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, GTM ile kaplı örneğin 1., 5. ve 15. gün analizlerindeki kalınlık artış yüzdelerinin de en yüksek olduğu görülmektedir. Örneklerin en yüzdelerindeki bu artışın, kızartma işleminin bir sonucu olarak oluşan su buharının ve serbest kalan ürün yağının gıdanın geniş yüzeyine daha fazla yönelmesine bağlı olarak, köftenin şeklinden ileri geldiği düşünülmektedir. Güven (2010)'in yaptığı çalışmada hamburgerlerin kalınlıklarındaki artışlar, çalışmamıza benzerlik göstermektedir.

4. 11. 2. Köftelerdeki çap azalış yüzdeleri (ÇA)

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin ÇA değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.33.'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların ÇA değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, depolama süresinin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kaplamalar ve depolama interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.32. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin ÇA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	ÇA		
	SD	**KO**	**F**
Kaplamalar (A)	8	52.75	3.84**
Depolama (B)	3	56.17	4.09*
A x B	24	9.12	0.66$^{ö.d.}$
Hata	36	13.72	
Toplam	71		

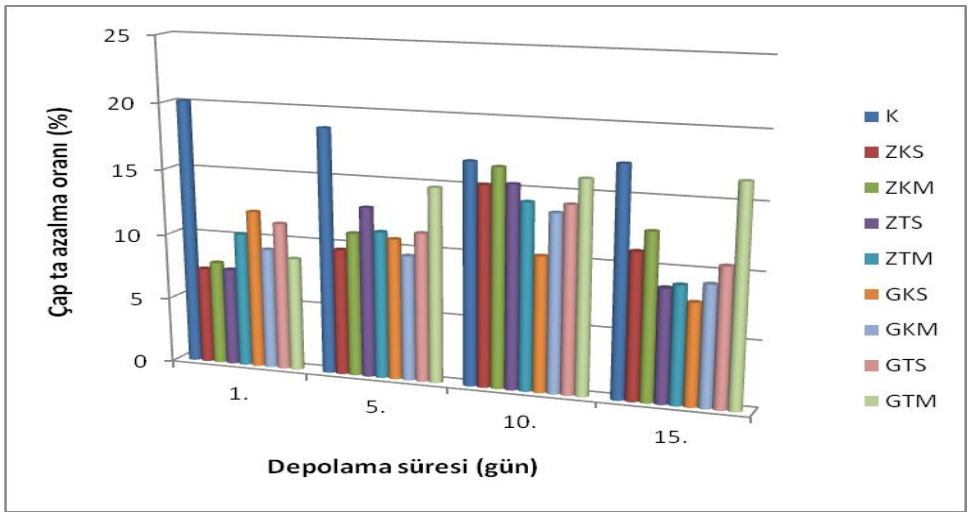
**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.33. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin ÇA değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	ÇA (%)
Kaplamalar		
K	8	18.23±2.15[a]
ZKS	8	10.81±3.94[bc]
ZKM	8	12.00±5.46[bc]
ZTS	8	11.09±4.40[bc]
ZTM	8	11.13±4.13[bc]
GKS	8	10.20±2.05[c]
GKM	8	10.35±2.94[c]
GTS	8	11.83±3.37[bc]
GTM	8	14.33±3.90[b]
Depolama (gün)		
1.	18	10.59±4.83[b]
5.	18	12.19±3.77[ab]
10.	18	14.68±4.03[a]
15.	18	11.42±3.60[b]

[a-c]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Pişmiş köfte örneklerinde periyodik olarak yapılan analizler sonucu elde edilen ÇA değerlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 4.19.'da görülmektedir.



Şekil 4.19. Depolama süresince pişirilen köftelerin çap azalış yüzdelerindeki değişimler

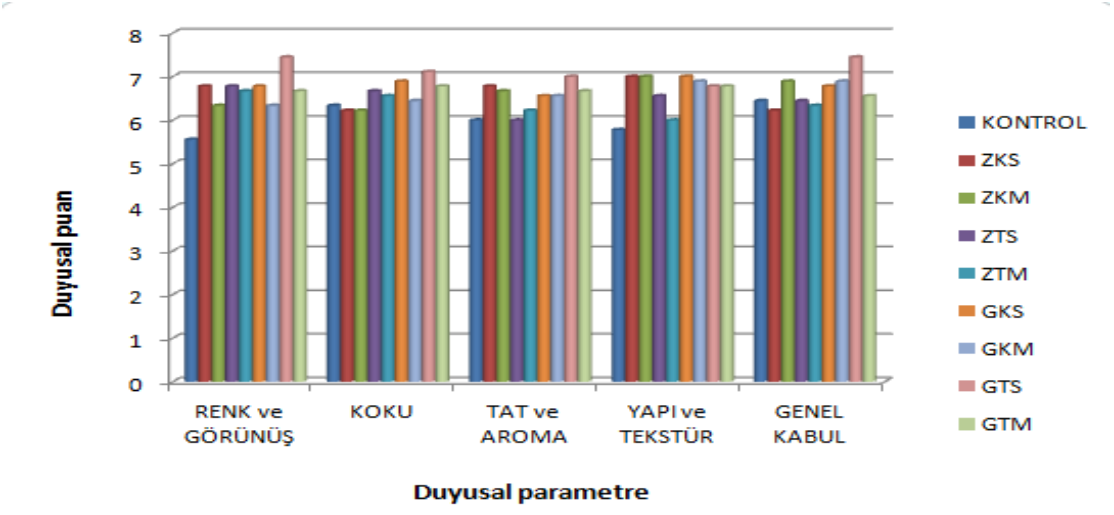
Şekil 4.19.'da görüldüğü gibi, tüm analiz günlerinde kontrol örneğin çap azalış yüzdeleri en yüksek değerlerdedir. 1. gün en yüksek çap azalış yüzdesine kontrol örneği

sahipken, bunu GKS ve GTS izlemiştir. Yine, 1. gün en düşük çap azalış yüzdesine ZKS sahipken, bunu ZTS ve ZKM izlemiştir. 1., 5. ve 10. gün analizlerinde kontrol örneği ve GKS hariç diğer örneklerin çap azalış yüzdeleri sürekli bir artış gösterirken, kontrol örneği ve GKS sürekli bir azalış göstermiştir. Nitekim GKS'nin çap azalış yüzdesi 15. günde de azalarak en düşük çap azalış yüzdesini göstermiş ve bunu ZTS ve ZTM izlemiştir. Aynı gün en yüksek çap azalış yüzdesine ise kontrol örneği sahipken, bunu GTM ve ZKM izlemiştir. Kaplanan örnekler içerisinde GTM ile kaplı örneğin 5. ve 15. gün analizlerindeki çap azalış yüzdelerinin de en yüksek olduğu görülmektedir.

Elde edilen bulgulardan görüldüğü gibi, tüm analiz günlerinde kontrol örneğin çap azalışı kaplanan örneklere göre daha fazladır. Bu açıdan çalışmamız, Putra ve ark. (2011) ve Pinero ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışmalara benzerlik göstermektedir. Çaptaki bu azalmanın, kızartma işleminin bir sonucu olarak oluşan su buharının ve serbest kalan ürün yağının gıdanın geniş yüzeyine daha fazla yönelmesine bağlı olarak, köftenin şeklinden ileri geldiği düşünülmektedir.

4. 12. Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin duyusal puanlama değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34.'te ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.35.'te verilmiştir. Köfte örneklerinde yapılan duyusal değerlendirme grafiği de Şekil 4.20.'de görülmektedir.



Şekil 4.20. Köfte örneklerine ait duyusal değerlendirme grafiği

Çizelge 4.34. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin duyusal puanlama değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		Renk ve Görünüş		Koku		Tat ve Aroma		Yapı ve Tekstür		Genel Kabul	
	SD	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kaplamalar	8	2.31	1.07$^{ö.d.}$	0.86	0.98$^{ö.d.}$	1.09	0.60$^{ö.d.}$	1.85	1.22$^{ö.d.}$	1.28	0.71$^{ö.d.}$
Hata	72	2.15	-	0.87	-	1.80	-	1.52	-	1.80	-
Toplam	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.35. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin duyusal puanlama değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	**n**	**Renk ve Görünüş**	**Koku**	**Tat ve Aroma**	**Yapı ve Tekstür**	**Genel Kabul**
Kaplamalar						
K	9	5.56±1.59^{a}	6.33±1.00^{a}	6.00±1.41^{a}	5.78±1.39^{a}	6.44±1.33^{a}
ZKS	9	6.78±1.20^{a}	6.22±1.09^{a}	6.78±0.83^{a}	7.00±1.12^{a}	6.22±1.20^{a}
ZKM	9	6.33±1.58^{a}	6.22±0.67^{a}	6.67±1.12^{a}	7.00±1.00^{a}	6.89±1.45^{a}
ZTS	9	6.78±1.30^{a}	6.67±0.50^{a}	6.00±1.58^{a}	6.56±1.42^{a}	6.44±1.13^{a}
ZTM	9	6.67±1.87^{a}	6.56±0.73^{a}	6.22±1.39^{a}	6.00±1.23^{a}	6.33±1.41^{a}
GKS	9	6.78±1.64^{a}	6.89±1.27^{a}	6.56±1.42^{a}	7.00±1.12^{a}	6.78±1.79^{a}
GKM	9	6.33±1.50^{a}	6.44±1.13^{a}	6.56±1.42^{a}	6.89±1.27^{a}	6.89±1.36^{a}
GTS	9	7.44±0.88^{a}	7.11±0.78^{a}	7.00±1.41^{a}	6.78±1.09^{a}	7.44±0.88^{a}
GTM	9	6.67±1.41^{a}	6.78±0.97^{a}	6.67±1.32^{a}	6.78±1.39^{a}	6.56±1.33^{a}

^{a}: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 4.34.'te görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların renk ve görünüş değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.20.'de görüldüğü gibi, çalışmamızda GTS ile kaplanan köfteler renk ve görünüş bakımından duyusal panelistlerce en çok beğenilen köfte grubu olmuştur. Kontrol örneğin ise diğer köfte gruplarına göre en az beğenildiği görülmektedir (Çizelge 4.35).

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların koku değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda köfteler koku bakımından incelendiğinde, sonuçların 6.22 ile 7.11 arasında değiştiği ve GTS ile kaplanan köftelerin koku bakımından duyusal panelistlerce en çok beğenilen köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Duyusal değerlendirme kriterlerinden tat ve aroma değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların tat ve aroma değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Köftelerin tat ve aroma değerleri incelendiğinde, sonuçların 6.0 ile 7.0 arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.20.). GTS ile kaplanan köftelerin tat ve aroma bakımından duyusal panelistlerce en çok beğenilen köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların yapı ve tekstür değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.20.'de görüldüğü gibi, yapı ve tekstür bakımından genelde kaplanan örneklerin kontrol örneğine göre daha çok beğenildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.34.'te görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların genel kabul değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.20.'de görüldüğü gibi, çalışmamızda GTS ile kaplanan köfteler genel kabul bakımından duyusal panelistlerce en çok tercih edilen köfte grubu olmuştur. ZKS kaplı örneğin ise diğer köfte gruplarına göre en az tercih edildiği görülmektedir (Çizelge 4.35).

4. 13. TPA Sonuçları

4. 13. 1. Pişmemiş köftelerin TPA sonuçları

Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TPA değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36.'da ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.37.'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TPA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		Hardness		Adhesiveness		Springiness		Cohesiveness		Gumminess		Chewiness		Resilience	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kaplamalar	8	1559518	4.06*	443333	3.20$^{ö.d.}$	0.0366	1.89$^{ö.d.}$	0.004331	4.52*	247583	3.12$^{ö.d.}$	360911	2.29$^{ö.d.}$	0.0001791	3.90*
Hata	9	383867		138419		0.0194		0.000958		79298		157539		0.0000459	
Toplam	17														

*p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

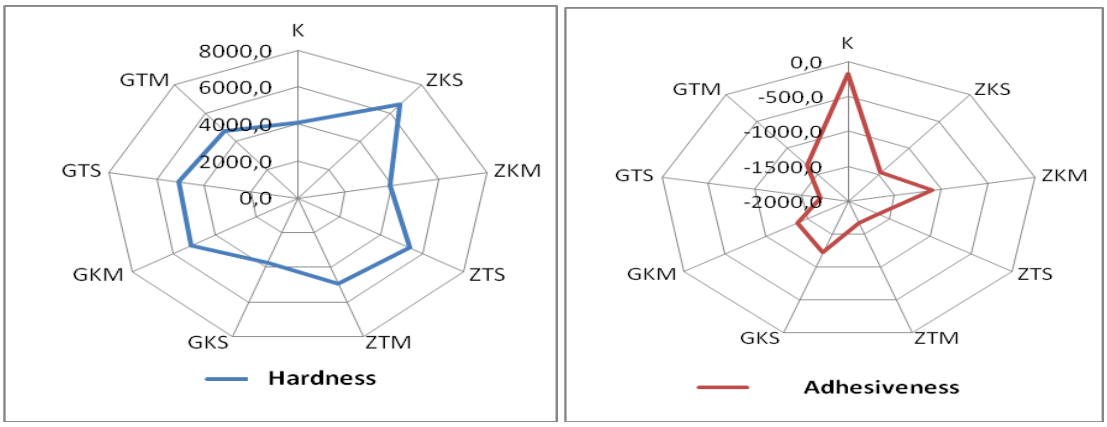
Çizelge 4.37. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerin TPA değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	Hardness (N)	Adhesiveness	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (Nmm)	Resilience
Kaplamalar								
K	2	4095.1±561.9^{bcd}	-169.2±37.1^{a}	0.45±0.10^{a}	0.37±0.03^{c}	1507.9±81.5^{a}	683.7±185.5^{a}	0.079±0.004^{bc}
ZKS	2	6587.2±34.7^{a}	-1459.0±557.5^{a}	0.63±0.21^{a}	0.36±0.05^{c}	2353.3±362.8^{a}	1512.3±724.0^{a}	0.072±0.000^{c}
ZKM	2	3880.8±1175.8^{cd}	-1103.4±623.7^{a}	0.79±0.10^{a}	0.39±0.04^{bc}	1554.9±621.0^{a}	1260.6±646.4^{a}	0.070±0.007^{c}
ZTS	2	5397.0±1206.7^{ab}	-1639.1±461.2^{a}	0.78±0.25^{a}	0.42±0.03^{abc}	2270.7±366.8^{a}	1717.3±274.7^{a}	0.072±0.015^{c}
ZTM	2	4921.1±338.3^{bcd}	-1676.3±117.5^{a}	0.89±0.06^{a}	0.45±0.01^{ab}	2192.3±80.6^{a}	1953.0±67.2^{a}	0.085±0.004^{abc}
GKS	2	3729.1±66.4^{d}	-1226.4±238.8^{a}	0.74±0.12^{a}	0.48±0.04^{a}	1770.9±114.4^{a}	1314.7±294.5^{a}	0.085±0.004^{abc}
GKM	2	5166.3±143.5^{bc}	-1375.1±451.1^{a}	0.68±0.14^{a}	0.42±0.02^{abc}	2192.2±151.0^{a}	1507.3±411.2^{a}	0.090±0.001^{ab}
GTS	2	5053.6±381.3^{bcd}	-1703.5±43.0^{a}	0.88±0.06^{a}	0.48±0.01^{a}	2439.4±112.1^{a}	2154.1±251.4^{a}	0.097±0.004^{a}
GTM	2	4753.8±119.2^{bcd}	-1318.6±236.2^{a}	0.71±0.09^{a}	0.47±0.01^{a}	2253.5±13.7^{a}	1598.8±206.0^{a}	0.090±0.009^{ab}

$^{a-d}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 4.36.'da görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların hardness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Pişmemiş köftelerin hardness ve adhesiveness değerlerindeki değişimler Şekil 4.21.'de görüldüğü gibidir.

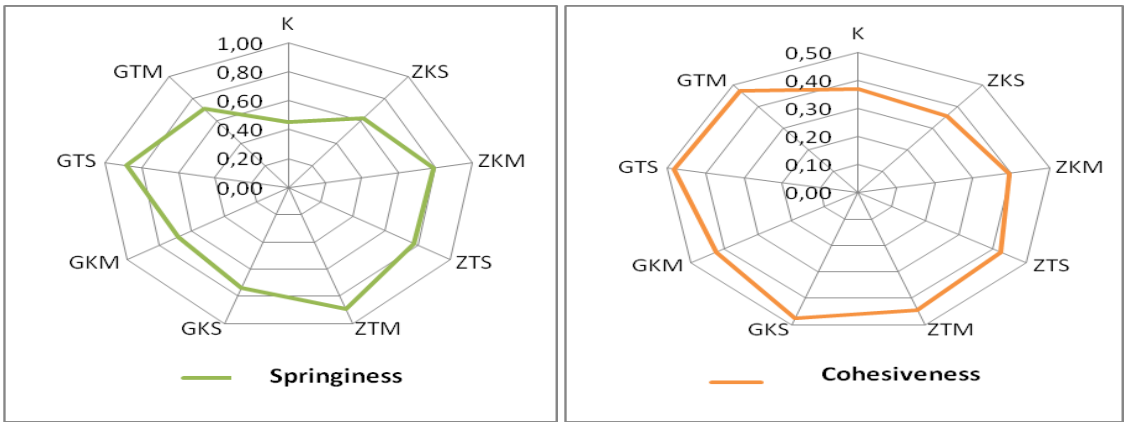


Şekil 4.21. Pişmemiş köftelerin hardness ve adhesiveness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.21.'de görüldüğü gibi, köfteler hardness bakımından incelendiğinde, sonuçların 3729.06 N ile 6587.20 N arasında değiştiği ve ZKS ile kaplanan köftelerin hardness bakımından en çok hardness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların adhesiveness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda köfteler adhesiveness bakımından incelendiğinde, sonuçların -1703.50 ile -169.20 arasında değiştiği ve kontrol örneğin adhesiveness bakımından en çok adhesiveness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21.).

TPA kriterlerinden springiness değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların springiness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. Pişmemiş köftelerin springiness ve cohesiveness değerlerindeki değişimler Şekil 4.22.'de görülmektedir.

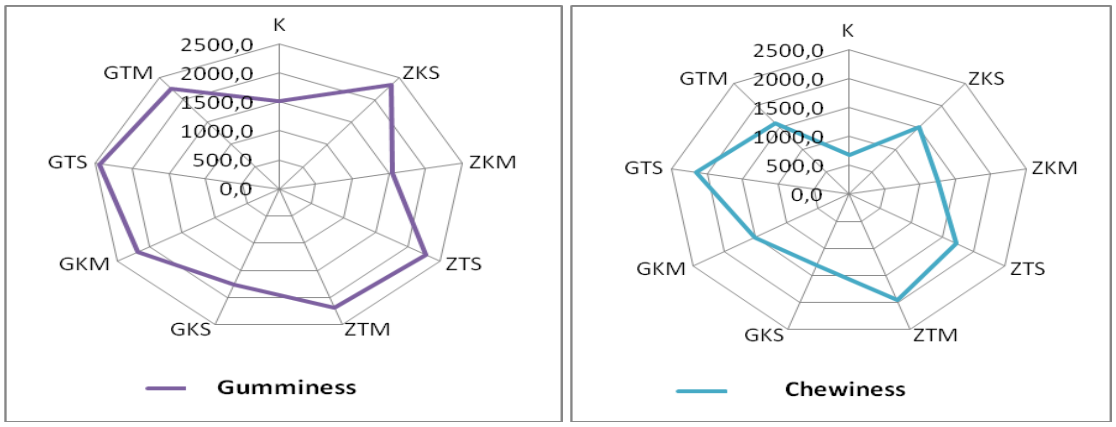


Şekil 4.22. Pişmemiş köftelerin springiness ve cohesiveness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.22.'de görüldüğü gibi, köfteler springiness bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.45 mm ile 0.89 mm arasında değiştiği ve ZTM ile kaplanan köftelerin springiness bakımından en çok springiness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların cohesiveness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.36). Şekil 4.22.'de köfteler cohesiveness bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.357 ile 0.483 arasında değiştiği ve GTS ile kaplanan köftelerin cohesiveness bakımından en çok cohesiveness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

TPA kriterlerinden gumminess değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çizelge 4.36.'da görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların gumminess değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Pişmemiş köftelerin gumminess ve chewiness değerlerindeki değişimler Şekil 4.23.'de görüldüğü gibidir.

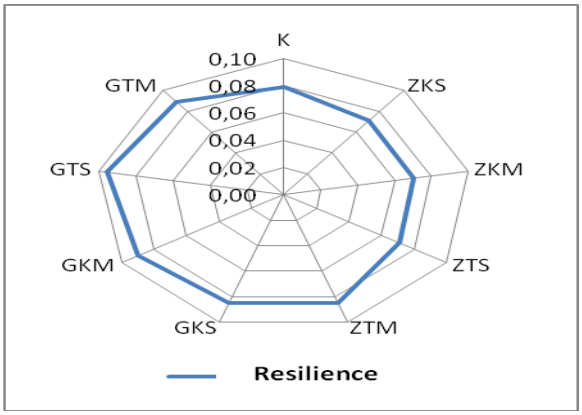


Şekil 4.23. Pişmemiş köftelerin gumminess ve chewiness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.23.'te görüldüğü gibi, köfteler gumminess bakımından incelendiğinde, sonuçların 1507.92 N ile 2439.43 N arasında değiştiği ve GTS ile kaplanan köftelerin gumminess bakımından en çok gumminess özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.36.'da görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların chewiness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Çalışmamızda köfteler chewiness bakımından incelendiğinde, sonuçların 683.71 Nmm ile 2154.08 Nmm arasında değiştiği ve GTS ile kaplanan köftelerin chewiness bakımından en çok chewiness özelliği gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.23.).

TPA kriterlerinden resilience değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çizelge 4.36.'da görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların resilience değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Pişmemiş köftelerin resilience değerlerindeki değişimler Şekil 4.24.'te görülmektedir.



Şekil 4.24. Pişmemiş köftelerin resilience değerlerindeki değişimler

Şekil 4.24.'te görüldüğü gibi, köfteler resilience bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.070 ile 0.096 arasında değiştiği ve GTS ile kaplanan köftelerin resilience bakımından en çok resilience özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

4. 13. 2. Pişmiş köftelerin TPA sonuçları

Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin TPA değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38.'de ve LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.39.'da verilmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin TPA değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları		Hardness		Adhesiveness		Springiness		Cohesiveness		Gumminess		Chewiness		Resilience	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Kaplamalar	8	3214367	5.57**	220	1.20$^{ö.d.}$	0.002643	3.37*	0.00267	1.64$^{ö.d.}$	1425554	6.69**	1225031	9.14**	0.000458	2.17$^{ö.d.}$
Hata	9	577597		183		0.000784		0.00163		213075		134028		0.000212	
Toplam	17														

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

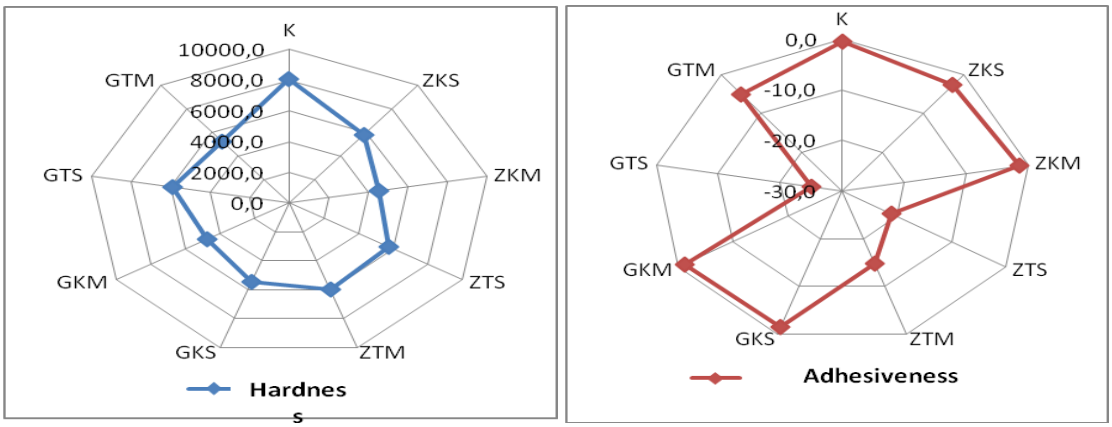
Çizelge 4.39. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerin TPA değerlerine ilişkin LS Means Student's T çoklu karşılaştırma test sonuçları

Faktör	n	Hardness (N)	Adhesiveness	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (Nmm)	Resilience
KAPLAMALAR								
K	2	8643.7±576.4^{a}	-0.59±0.08^{a}	0.88±0.02^{a}	0.57±0.04^{a}	4896.8±2.7^{a}	4291.3±73.8^{a}	0.218±0.023^{a}
ZKS	2	6293.8±525.3^{b}	-3.35±2.88^{a}	0.80±0.02^{cde}	0.50±0.03^{a}	3133.4±432.9^{b}	2505.5±270.7^{bc}	0.179±0.011^{a}
ZKM	2	4521.9±296.8^{c}	-1.92±0.10^{a}	0.81±0.06^{bcde}	0.49±0.02^{a}	2213.0±236.3^{b}	1800.0±318.8^{c}	0.180±0.016^{a}
ZTS	2	5480.4±878.4^{bc}	-26.30±22.20^{a}	0.87±0.01^{ab}	0.47±0.06^{a}	2614.6±738.7^{b}	2263.4±614.5^{bc}	0.167±0.026^{a}
ZTM	2	6032.5±1066.9^{bc}	-12.80±8.17^{a}	0.79±0.01^{de}	0.48±0.01^{a}	2918.3±578.9^{b}	2305.7±432.0^{bc}	0.175±0.008^{a}
GKS	2	5101.8±663.1^{bc}	-1.45±0.85^{a}	0.77±0.01^{e}	0.44±0.08^{a}	2274.9±688.4^{b}	1748.4±501.3^{c}	0.172±0.011^{a}
GKM	2	4638.2±189.5^{bc}	-0.78±0.42^{a}	0.84±0.01^{abcd}	0.48±0.01^{a}	2219.5±120.2^{b}	1862.2±133.2^{c}	0.178±0.000^{a}
GTS	2	6148.1±461.4^{bc}	-25.85±31.91^{a}	0.86±0.05^{abc}	0.53±0.04^{a}	3232.3±19.0^{b}	2763.6±131.7^{b}	0.192±0.004^{a}
GTM	2	4905.7±1379.8^{bc}	-6.59±7.97^{a}	0.84±0.02^{abcd}	0.52±0.03^{a}	2521.6±552.3^{b}	2119.0±418.7^{bc}	0.186±0.011^{a}

$^{a-e}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 4.38.'de görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların hardness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Pişmiş köftelerin hardness ve adhesiveness değerlerindeki değişimler Şekil 4.25.'te görüldüğü gibidir.

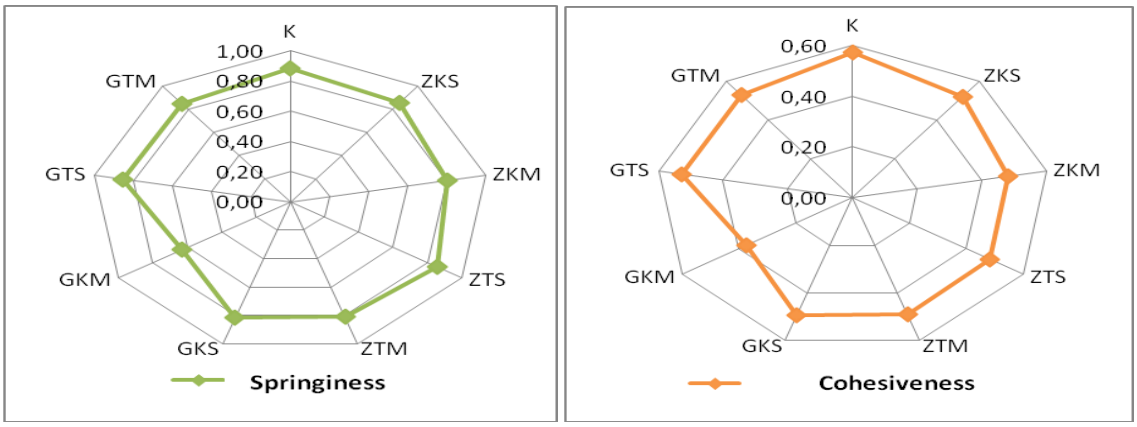


Şekil 4.25. Pişmiş köftelerin hardness ve adhesiveness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.25.'te görüldüğü gibi, pişmiş köfteler hardness bakımından incelendiğinde, sonuçların 4563.36 N ile 8068.08 N arasında değiştiği ve kontrol köftelerin hardness bakımından en çok hardness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların adhesiveness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda pişmiş köfteler adhesiveness bakımından incelendiğinde, sonuçların -25.07 ile -0.57 arasında değiştiği ve kontrol örneğin adhesiveness bakımından en çok adhesiveness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.25.).

TPA kriterlerinden springiness değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların springiness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Pişmiş köftelerin springiness ve cohesiveness değerlerindeki değişimler Şekil 4.26.'da görüldüğü gibidir.

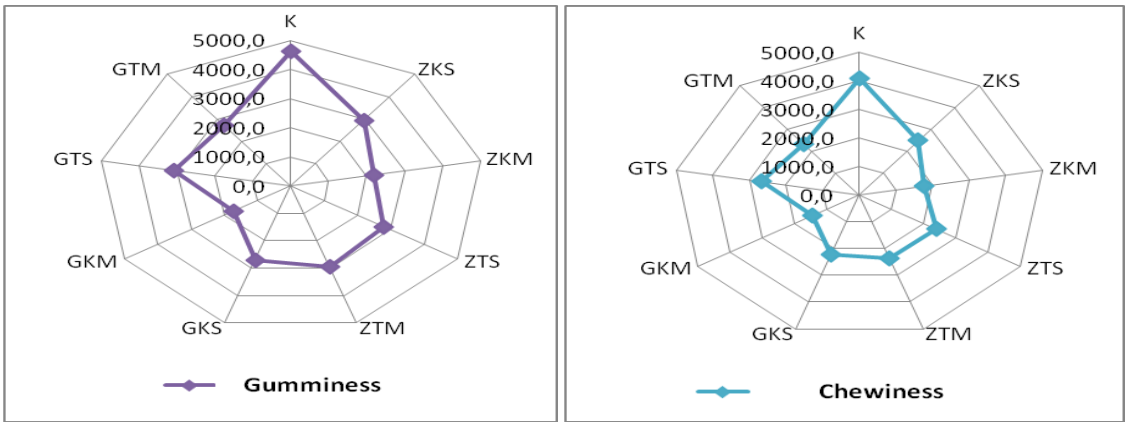


Şekil 4.26. Pişmiş köftelerin springiness ve cohesiveness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.26.'da görüldüğü gibi, pişmiş köfteler springiness bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.63 mm ile 0.89 mm arasında değiştiği ve kontrol örneğin springiness bakımından en çok springiness özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38.'de görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların cohesiveness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Şekil 4.26.'da köfteler cohesiveness bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.372 ile 0.572 arasında değiştiği ve kontrol örneğin cohesiveness bakımından en çok cohesiveness özellik gösteren köfte grubu olduğu görülmektedir.

TPA kriterlerinden gumminess değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çizelge 4.38.'de görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların gumminess değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Pişmiş köftelerin gumminess ve chewiness değerlerindeki değişimler Şekil 4.27.'de görüldüğü gibidir.

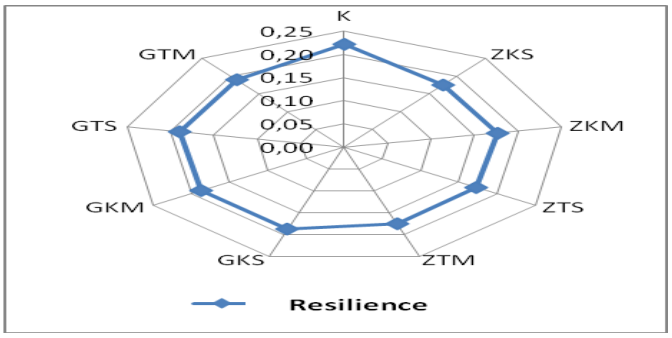


Şekil 4.27. Pişmiş köftelerin gumminess ve chewiness değerlerindeki değişimler

Şekil 4.27.'de görüldüğü gibi, pişmiş köfteler gumminess bakımından incelendiğinde, sonuçların 1731.37 N ile 4605.78 N arasında değiştiği ve kontrol örneğin gumminess bakımından en çok gumminess özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre köftelere uygulanan kaplamaların chewiness değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Çalışmamızda köfteler chewiness bakımından incelendiğinde, sonuçların 1456.36 Nmm ile 4069.08 Nmm arasında değiştiği ve kontrol örneğin chewiness bakımından en çok chewiness özelliği gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.27.).

TPA kriterlerinden resilience değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çizelge 4.38.'de görüldüğü gibi, köftelere uygulanan kaplamaların resilience değerleri üzerine etkisi istatistikî olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Pişmiş köftelerin resilience değerlerindeki değişimler Şekil 4.28.'de görülmektedir.



Şekil 4.28. Pişmiş köftelerin resilience değerlerindeki değişimler

Şekil 4.28'de görüldüğü gibi, pişmiş köfteler resilience bakımından incelendiğinde, sonuçların 0.172 ile 0.222 arasında değiştiği ve kontrol örneğin resilience bakımından en çok resilience özellik gösteren köfte grubu olduğu tespit edilmiştir.

4. 14. Korelâsyon Çizelgesi

Korelâsyon analizi, iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistik yöntemlerden birisidir. Korelâsyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen değerler alır ($-1\leq r \leq+1$). Deneme sonucu elde edilen analiz sonuçlarına ilişkin korelâsyon çizelgeleri, Çizelge 4.40. ve Çizelge 4.41'de görülmektedir.

Çizelge 4.40. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelere ilişkin analiz sonuçlarının korelâsyon çizelgesi

	L*	***a****	***b****	**TBA**	**Nem oranı**	**pH**	**a_w**	**Yağ oranı**
L*	1							
a*	-0.644**	1						
b*	-0.061$^{ö.d.}$	0.020$^{ö.d.}$	1					
TBA	-0.305**	0.420**	-0.313**	1				
Nem oranı	-0.042$^{ö.d.}$	0.255*	-0.149$^{ö.d.}$	-0.039$^{ö.d.}$	1			
pH	-0.262*	0,502**	-0.159$^{ö.d.}$	0.094$^{ö.d.}$	0.528**	1		
a_w	0.229$^{ö.d.}$	-0.208$^{ö.d.}$	0.072$^{ö.d.}$	-0.378**	0.456**	0.123$^{ö.d.}$	1	
Yağ oranı	0.139$^{ö.d.}$	-0.286*	-0.018$^{ö.d.}$	0.143$^{ö.d.}$	-0.595**	-0.680**	-0.176$^{ö.d.}$	1

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Çizelge 4.41. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelere ilişkin analiz sonuçlarının korelâsyon çizelgesi

	L*	***a****	***b****	**Nem oranı**	**pH**	**a_w**	**Yağ oranı**	**PK**	**SÜV**	**ÇA**	**KA**
L*	1										
a*	-0,478**	1									
b*	0,865**	-0,236*	1								
Nem oranı	-0,129$^{ö.d.}$	0,100$^{ö.d.}$	-0,113$^{ö.d.}$	1							
pH	-0,037$^{ö.d.}$	-0,236*	-0,150$^{ö.d.}$	0,456**	1						
a_w	0,031$^{ö.d.}$	0,136$^{ö.d.}$	0,044$^{ö.d.}$	0,732**	0,353**	1					
Yağ oranı	0,211$^{ö.d.}$	-0,018$^{ö.d.}$	0,201$^{ö.d.}$	-0,545**	-0,654**	-0,517**	1				
PK	-0,240*	-0,183$^{ö.d.}$	-0,281*	0,044$^{ö.d.}$	0,205$^{ö.d.}$	-0,262*	-0,013$^{ö.d.}$	1			
SÜV	0,249*	0,170$^{ö.d.}$	0,283*	-0,059$^{ö.d.}$	-0,213$^{ö.d.}$	0,251*	0,020$^{ö.d.}$	-0,997**	1		
ÇA	0,085$^{ö.d.}$	-0,068$^{ö.d.}$	0,040$^{ö.d.}$	0,032$^{ö.d.}$	0,012$^{ö.d.}$	-0,146$^{ö.d.}$	0,130$^{ö.d.}$	0,566**	-0,563**	1	
KA	-0,283*	0,268*	-0,198$^{ö.d.}$	0,180$^{ö.d.}$	0,411**	0,343**	-0,526**	-0,115$^{ö.d.}$	0,101$^{ö.d.}$	0,037$^{ö.d.}$	1

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli, ö.d.: önemli değil

Korelâsyon çizelgesi incelendiğinde analizler arasında bazı değerler $p<0.01$ düzeyinde, bazıları $p<0.05$ düzeyinde önemli çıkarken, bazıları ise önemli değildir. Çizelge 4.40'ta görüldüğü gibi, *L** değeri ile *a** ve TBA değişkenleri arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, pH değişkeni ile $p<0.05$ düzeyinde ters yönlü bir ilişki vardır. *a** değeri ile TBA ve pH değişkenleri arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki görülürken, yağ oranı değişkeni ile $p<0.05$ düzeyinde ters yönlü bir ilişki görülmüştür. *b** değeri ile TBA değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki görülürken, TBA değeri ile a_w değişkeni arasında da ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki görülmüştür. Nem oranı ile pH ve a_w değişkenleri arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, yağ oranı değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. pH değeri ile yağ oranı değişkeni arasında ise ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır.

Çizelge 4.41'de görüldüğü gibi, *L** değeri ile *a** değişkeni arasında ters yönlü; *b** değişkeni arasında ise doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. Ayrıca *L** değeri ile PK ve KA değişkenleri arasında ters yönlü; SÜV değişkeni arasında ise doğru yönlü $p<0.05$ düzeyinde bir ilişki görülmüştür. *a** değeri ile *b** ve pH değişkenleri arasında ters yönlü $p<0.05$ düzeyinde bir ilişki varken, KA değişkeni arasında $p<0.05$ düzeyinde doğru yönlü bir ilişki vardır. *b** değeri ile PK ve KA değişkenleri arasında ters yönlü; SÜV değişkeni arasında ise doğru yönlü $p<0.05$ düzeyinde bir ilişki görülmüştür. Nem oranı ile pH ve a_w değişkenleri arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, yağ oranı değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. pH değeri ile a_w ve KA değişkenleri arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, yağ oranı değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. a_w değeri ile KA değişkeni arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, yağ oranı değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. Ayrıca a_w değeri ile PK değişkeni arasında ters yönlü; SÜV değişkeni arasında ise doğru yönlü $p<0.05$ düzeyinde bir ilişki görülmüştür. Yağ oranı değeri ile KA değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki bulunmuştur. PK değeri ile ÇA değişkeni arasında doğru yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki varken, SÜV değişkeni arasında ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki vardır. SÜV değeri ile ÇA değişkeni arasında da ters yönlü $p<0.01$ düzeyinde önemli bir ilişki görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5. 1. Sonuçlar

Kaplama yapılan köfte gruplarında elde edilen sonuçlar, raf ömrünün arttırılması, tekstürün geliştirilmesi, düşük yağlı ürün elde edilmesi ve tüketim esnasında kalitenin arttırılması açısından yapılan kaplamaların daha etkili ve faydalı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Yaptığımız çalışmada karragenan kaplamaların tragakant kaplamalara, MC film kaplamaların Na-Al film kaplamalara nazaran daha iyi yapışma özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Uygulanan kaplama materyalleri, pişmemiş köftelerde elde edilen son ürünün daha parlak, canlı ve stabil bir renk almasını sağlamıştır. Özellikle zein kaplamalar, glüten kaplamalara göre daha sarı renkli bir ürün elde edilmesini sağlamıştır.

Kaplanan köftelerin pişmemiş durumlarına bakıldığında, kaplamalar uygulanan tüm örneklerin a_w değerleri artış göstermiştir. Ancak, a_w değerlerindeki artışlara rağmen kaplanan tüm örneklerin daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kullanılan kaplamaların oksijen, ışık, nem vb. gibi çevre şartlarının etkisi sonucu oluşan mikrobiyal ve enzimatik faaliyetlerin azaltılmasında etkili olabileceği ve gıdayı koruyabileceği anlaşılmaktadır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, kaplamalar örneklerin daha hızlı ekşimesini, kokuşmasını ve bozulmasını önlemiş ve dolayısı ile raf ömrünü arttırıcı etki göstermiştir.

Denemelerde kullandığımız kaplamalar, örneklerin pişirme sonrası renk ve görünüşlerini olumlu yönde etkilemiştir. Pişmiş kontrol örneğine göre kaplanmış ve pişirilmiş köfte örnekleri daha parlak ve canlı bir renkte görülmüştür. Nitekim kaplamalar kızartma işlemi ile meydana gelen aşırı kahverengileşmeyi önlemiştir.

Pişirme sonrası yapılan analizlere göre, kullanılan kaplamaların örneklerin nem kaybını ve pişirme kayıplarını azalttığı, verimlerini ise arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca kaplamalar yağ içeriği düşük, daha sulu ve hacimli bir ürün elde etmemizi sağlamıştır.

Yapılan duyusal analizler incelendiğinde, özellikle glüten kaplamaların zein kaplamalara göre daha çok beğenildiği ve glüten kaplı örneklerden de GTS kaplamalı örneğin en çok beğenilen örnek olduğu tespit edilmiştir. GTS kaplamalı örnekler diğer glüten kaplamalı örneklere göre daha yağlı ve kırmızımsı kahverengi bir renkte özellik göstermiştir. GTM kaplamalı örnekler ise parlak, hacimli, pişirme kaybı az ve ürün

verimi yüksek son ürünler elde etmemizi sağladığı halde glüten kaplamalar içerisinde fazla beğenilmemiştir.

Yapılan tekstür analizlerine göre, kaplanan köftelerin pişmemiş durumlarına bakıldığında genel olarak kontrol örneğine nazaran daha sert, esnek, sıkı ve dirençli bir yapıda ürün oldukları söylenebilir. Kaplanan köftelerin pişmiş durumlarına bakıldığında ise genel olarak kontrol örneğine nazaran daha yumuşak ve esnek bir yapıda, sıkılığı daha az olan, kabuk kısmı sert olmayan ve çiğnenebilirliği kolay olan bir ürün oldukları söylenebilir.

5. 2. Öneriler

Kuşkusuz kızartılmış ürünler insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna rağmen kızartılmış ürünlere olan talepler azalmamış, sürekli popüler kalmaya devam etmiştir. Kızartılarak tüketilen gıdaların gevreklik, renk ve lezzet gibi tüketiciye uygun organoleptik özelliklerini korumak için kaplama uygulamalarından yararlanılmaktadır. Bu nedenle kızartılan gıdalarda daha fonksiyonel özelliklere sahip kaplama uygulamaları araştırılmalı, uygun nitelikte olanları geliştirilmeli ve ticarileştirilmelidir. Çalışmamızda olduğu gibi, Türkiye'de tüketimi düşük olan hindi etinin tüketimini arttırmak için, kaplama materyal ve uygulamalarının çeşitli formülasyonları ve metotları araştırılmalı, uygun ve ekonomik olanları üretim tesislerinde faaliyete geçirilmelidir.

Et ve et ürünlerinde çeşitli kaplama materyalleri ve metotları kullanarak elde edilen ürünlerin renk ve görünüşleri farklılık gösterdiği için, kaplamaların kullanımı ürünlerin albenisini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle tüketici istekleri dikkate alınarak et ürünlerine uygun film ve kaplama yöntemleri araştırılmalı ve geliştirilmelidir.

Kaplamalarda kullanılan materyallerin insan sağlığını tehdit etmeyecek özelliklerde olması gerekmektedir. Bu yüzden kaplama materyallerinin kaynakları ve etkileri iyi bilinmeli ve araştırılmalıdır. Özellikle günümüzde kullanım oranı gittikçe artan katkı maddelerine alternatif olarak kaplama uygulamaları gerek gıdanın fiziksel yapısının iyileştirilmesi ve korunması, gerek gıdanın raf ömrünün arttırılması açısından kullanım alanları genişletilmelidir. Bu sayede hem sağlıklı ve istenilen özelliklerde çeşitli ürünler elde edilebileceği hem de gıda kaplama çalışmalarına kaynak teşkil edebilecek araştırmaların artacağı ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

Aalhus, J. L., Cocolin, L., Guerrero-Legarreta, I., Nollet, L. M., Purchas, R. W., Schilling, M. W., Stanfield, P. and Xiong, Y. L., 2012, Handbook of meat and meat processing, Y. H. Hui (Eds.), *CRC Press*, Boca Raton, FL, 251-264.

Akgün, A. A., 2006, Farklı kaplama formülasyonları ile kaplanmış tavuk köftelerinin duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Denizli, 1-25.

Aktaş, N., 1997, Tavuk etinin beslenmemizdeki yeri ve önemi, *Gıda Teknolojisi*, 23, 41-47.

Albert, S. and G.S. Mittal, 2002, Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product, *Food Research International*, 35,445-458.

Alper, N. ve Acar, J., 1998, Yenilebilir film ve kaplamalar, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 1(4).

Altunakar, B., 2003, Functionally of different batters in deep-fat fried chicken nuggets, Master of Science Thesis, *Middle East Technical University Science Pure and Applied Science*, Ankara, 1-55.

Amboon, W., Tulyathan, V. and Tattiyakul, J., 2012, Effect of hydroxypropyl methylcellulose on rheological properties, coating pickup, and oil content of rice flour-based batters, *Food and Bioprocess Technology*, 5, 601-608.

Anderson, D. M. W., 1989, Evidence for the safety of gum tragacanth (*Asiatic Astragalus spp.*) and modern criteria for the evaluation of food additives, *Food Additives and Contaminants*, 6(1), 1-12.

Anıl, N., Doğruer, Y. ve Gürbüz, U., 1995, Tavuk etinin beslenmedeki yeri ve önemi, *VI. Hayvancılık ve Beslenme Sempozyumu,* Konya, 167-174.

Anonim, 2012, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk gıda kodeksi et ve et ürünleri tebliği (Tebliğ no: 2012/74), *Resmi Gazete*, 5 Aralık 2012, sayı: 28488, Ankara.

Anonim, 2012a, Türk gıda kodeksi et ve et ürünleri tebliği, Tebliğ no: 2012/74, http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2012-74.html, [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2013]

Anonim, 2012b, http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1619&Itemid=239, [Ziyaret Tarihi: 27 Mayıs 2013].

Anonim, 2013, Üretim, tüketim, dış ticaret, sorunlar, görüşler, Piliç eti sektör raporu, *BESD-BİR*, Ankara.

Anonim, 2013a, http://www.merkezefendikoftecisi.com.tr/icerik.php?id=11, [Ziyaret Tarihi: 27 Mayıs 2013].

Anonymous, 2012, Optimum deep-frying, Recommendations by the German Society for Fat Science, Germany, 4-17.

Anonymous, 2013, USDA, United States Department of Agriculture, http://www.fas.usda.gov/commodities.asp, [Ziyaret Tarihi: 25 Mayıs 2013]

Ansarifar, E., Mohebbi, M. and Shahidi, F., 2012, Studying some physicochemical characteristics of crust coated with white egg and chitosan using a deep-fried model system, *Food and Nutrition Sciences*, 3, 685-692.

Antonova, I., Mallikarjunan, P. K. and Chinnan, 2002, Protein-based edible coatings for fried foods, In Protein-based films and coatings, A. Gennadios (Eds.), *CRC Press*, Boca Raton, FL, Chapter-21.

Antony, S., Rieck, J. R. and Dawson, P. L., 2000, Effect of dry honey on oxidation in turkey breast meat, *Poultry Science,* 79, 1846-1850.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis, *Association of Official Analytical Chemists*, Virginia, USA.

Arief, I. I., Jenie, B. S. L., Suryati, T., Ayuningtyas, G. and Fuziawan, A., 2012, Antimicrobial activity of bacteriocin from indigenous *lactobacillus plantarum* 2C12 and its application on beef meatball as biopreservative, *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture,* 37(2), 90-96.

Arslan, A., 2002, Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi, *Medipres*, Elazığ, 20-34.

Avena-Bustillos, R. J. and McHugh, T. H., 2011, Role of edible film and coating additives, In Edible coatings and films to improve food quality, J. Bai (Eds.), *CRC Press*, Boca Raton-Florida, 157-184.

Ayana, B., 2007, Antimikrobiyal yenilebilir filmlerin üretimi ve özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin, 25-26.

Ayhan, K., 2000, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını,* Ankara, 522.

Baggio, S. R., Vicente, E. and Bragagnolo, N., 2002, Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid, and fatty acid composition in turkey meat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 50(21), 5981-5986.

Baggio, S. R., Miguel, A. M. R. and Bragagnolo, N., 2005, Simultaneous determination of cholesterol oxides, cholesterol and fatty acids in processed turkey meat products, *Food Chemistry*, 89, 475-484.

Baker, R. C., Darfler, J. M. and Vadehra, D. V., 1972, Prebrowned fried chicken 2. Evaluation of predust materials, *Poultry Science*, 51, 1215-1222.

Barbut, S., 2001, Poultry products processing: An industry guide, *CRC Press*, Boca Raton-Florida, Chapter-10.

Barbut, S., 2013, Frying-effect of coating on crust microstructure, color, and texture of lean meat portions, *Meat Science*, 93, 269-274.

Barutçu, I., Şahin, S. ve Şumnu, G., 2006, Kızartılıp dondurulmuş ürünlerin mikrodalga ısıtılması için kaplama maddesi tasarımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, Kongre Kitabı, 945-948.

Basem, M. A., Malak, M. A., Khalid M. A. and Radwan, Y. A., 2011, Reducing fat uptake during deep-frying of minced chicken meat-balls by coating them with different materials, either alone or in combinatıon, *Italian Journal of Food Science*, 23, 331-337.

Bender, A. , 1992, Meat and meat products in human nutrition in developing countries, Roma, http://www.fao.org/docrep/T0562E/T0562E02.htm#Nutritional%20value%20of%20meat, [Ziyaret Tarihi: 14 Nisan 2013].

Bingöl, E. B., 2009, Farklı modifiye atmosfer paketleme (M.A.P) uygulamalarının devekuşu etinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Bonoli, M., Caboni, M. F., Rodriguez-Estrada, M.T. and Lercker, G., 2007, Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked ready-to-eat fried chicken patties, *Food Chemistry*, 101, 1327-1337.

Bou, R., Guardiola, F. and Grau, A., 2001, Influence of dietary source, a-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat, *Poultry Science*, 80, 800-807.

Bou, R., Guardiola, F., Tres, A., Barroeta, A.C. and Codony, R., 2004, Effect of dietary fish oil, α-tocopheryl acetate, and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat, *Poultry Science*, 83, 282-292.

Brennan, J. G., 2006, Food processing handbook, *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, Weinheim-Germany, 269-279.

Brincic, S. R., Lelas, V., Rade, D., and Simundic, B., 2004, Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying, *Journal of Food Engineering*, 64, 237-241.

Büyükünal, S. K. ve Kahraman, T., 2004, Kırmızı et tüketimi ve insan sağlığı açısından önemi, *Food Sektör*, 4(21), 12-14.

Caner, C. ve Küçük, M., 2004, Yenilebilir film ve kaplamalar: Gıdalara uygulanabilirliği, *Gıda Mühendisligi ve Gıda Sanayi Dergisi*, 2, s.8.

Chandralekha, S., Babu, A. J., Moorthy, P. R. S. and Karthikeyan, B., 2012, Studies on the effect of pomegranate rind powder extract as natural antioxidant in chicken meat balls during refrigerated storage, *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2, 107-112.

Chen, R. Y., Wang, Y. and Dyson, D., 1990, Breadings-what they are and how they are used, In Batters and breadings in food processing, K. Kulp, R. Loewe, K. Lorenz and J. Gelroth (Eds.), *American Association of Cereal Chemists,Inc.*, 143-152.

Cunningham, F. E. and Suderman, D. R., 1981, Use of batters and breadings on food products: A review in quality of poultry meat, eds., Spelderhold institute for poultry research, Beekbergem, The Netherlands, 314-323.

Çalıkoğlu, E., 2008, Fındıkların uçucu yağ içeren yenilebilir protein filmlerle kaplanmasının depolama sırasındaki oksidatif stabilite ve duyusal kalite üzerine etkisi, Doktora Tezi, A*nkara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara,14-15.

Çelebi, N., 2009, Reoloji, Modern Farmasötik Teknoloji, *TEB Eczacılık Akademisi Yayını*, 2. Baskı, s.401.

Çetin, K. ve Yücel, A., 1992, Bursa'da kasap dükkanlarında üretilen kasap köftesinin üretimi, kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bir araştırma, *Gıda*, 17(4), 247-253.

Çolak, H., Uğurluay, G., Nazlı, B. ve Bingöl, E. B., 2011, Paketlemede Kullanılan Nem Tutucu Filtrelerin Hindi Etinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi, *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 37 (2), 107-116.

Dana, D. and Saguy, I. S., 2006, Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth, *Advances in Colloid and Interface Science*, 128, 267–272.

Daniels, R. 1973. Edible coatings and soluble packaging, Park Ridge, *NJ: Noyes Data Corporation*, 360.

Das, A. K., Anjaneyulu, A. S. R., Kondaiah, N. and Verma, A. K., 2007, Effect of levels of full-fat soy paste on quality of goat meat patties, *Journal of Food Science Technology*, 44(3), 323-326.

Das, A. K., Anjaneyulu, A. S. R., Verma, A. K. and Kondaiah, N., 2008, Physicochemical, textural, sensory characteristics and storage stability of goat meat patties extended with full-fat soy paste and soy granules, *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 383-392.

Debeaufort, F., Gallo, J.A.Q. and Voilley, A., 1998, Edible films and coatings: Tomorrow's packaging; a review, *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.

Dikel, Ç., 2012, Kitosan eklenen jelatin ile kaplamanın çipura (*Sparus aurata L.*, 1758) filetolarının soğukta (+4 °C) depolanması esnasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Adana, 27-53.

Doğan, S. F., 2004, Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried chicken nuggets, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara, 27-62.

Dursun, S. ve Erkan, N., 2009, Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı, *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(4), 352-373.

Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K. and Candoğan, K., 2010, Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties, *Meat Science*, 86, 283-288.

Erickson, M. C. and Hung, Y., 1997, Quality in frozen food, *Springer*, 484.

Ertaş, A. H., 1979, Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar, *Gıda*, 4(6), 187-191.

Ertekin, F., 2005, Gıda maddelerinin kaplanması: Kaplama yöntem ve ekipmanları, *PAÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 85-93.

Falguera, V., Quintero, J. P., Jimenez, A., Munoz, J. A. and Ibarz, A., 2011, Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use, *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292-303.

Farkas, B.E., 1994, Modelling immersion frying as a moving boundary problem, Ph.D dissertion, *University of California*, Davis.

Farkas, B. E., Singh, R. P., and Rumsey, T. R., 1996, Modeling heat and mass transfer in immersion frying: I. Model development, *Journal of Food Engineering*, 29, 211-226.

Feeney, R. D., Haralampu, S. G. and Goss, A. T., 1993, Potato and other food products coated with edible oil barrier films, *US Patent*, 5, 217-273.

Ferna´ndez-Lo´pez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pe´rez-Alvarez, J. A. and Kuri, V., 2005, Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs, *Meat Science*, 69, 371-380.

Ferreira, M. M. C., Morgano, M. A., Queiroz, S. C. N. and Mantovani, D. M. B., 2000, Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products, *Food Chemistry*, 69, 259-265.

Fiszman, S. M. and Salvador, A., 2003, Recent developments in coating batters, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 399-407.

Fontes, L. C. B., Ramos, K. K., Sivi, T. C. and Queiroz, F. P. C., 2011, Biodegradable edible films from renewable sources-potential for their application in fried foods, *American Journal of Food Technology*, 6(7), 555-567.

Gennadios, A. and Weller, C.L., 1990, Edible films and coatings from wheat and corn proteins, *Food Technology*, 44(10), 63-69.

Gennadios, A., Hana, M.A. and Kurth, L.B., 1997, Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review, *LWT - Food Science and Technology*, 30(4), 337-350.

Gennadios, A., 2002, Protein-based films and coatings, *CRC Press*, Boca Raton-Florida, 672.

Glicksman, M., 1969, Gum technology in the food industry, *Academic Pres*, New York.

Glickman, M., 1983, Food hydrocolloids, *CRC Press*, Boca Raton, FL, Vol. II.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Zorba, Ö., ve Tülek, Y., 1995, Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu, 2. baskı, *Atatürk Üniversitesi yayın no: 751, Ziraat fakültesi yayın no:318, Ders kitapları serisi no:69*, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Zorba, Ö., ve Tülek, Y., 1999, Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu, 3. baskı, *Atatürk Üniversitesi yayın no: 751, Ziraat fakültesi yayın no:318, Ders kitapları serisi no:69*, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.

Guilbert, S., 1986, Technology and application of edible protective films, In: Food packaging and preservation: Theory and practice, M. Mathlouthi (Ed.), *Essex (England): Elsevier Applied Science Publisher Ltd.*, 371-394.

Güven, N., 2010, Düşük yağlı hamburger üretiminde havuç lifi kullanım olanağı, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 53-54.

Hagiwara, A., Boonyaphiphat, P., Kawabe, M., Naito, H., Shirai, T. and Ito, N., 1992, Lack of carcinogenicity of tragacanth gum in B6C3F1 mice, *Food and Chemical Toxicology*, 30(8), 673-679.

Holownia, K.I., Erickson, M.C., Chinnan, M.S. and Eitenmiller, R.R., 2001, Tocopherol losses in peanut oil during pressure frying of marinated chicken strips coated with edible films, *Food Research International*, 34, 77-80.

Hongsprabhas, P. and Barbut, S., 1999, Effect of pre-heated whey protein level and salt on texture development of poultry meat batters, *Food Research International*, 32, 145-149.

Hsia, H. Y., Smith, D. M. and Steffe, J. F., 1992, Rheological properties and adhesion characteristics of flour-based batters for chicken nuggets as affected by three hydrocolloids., *Journal of Food Science*, 57(16), 18-24.

Hui-Min, J., To, H., Li-Ping, L. and Hai-Ying, Z., 2009, Effects of edible coatings on browning of fresh-cut peach fruits, *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 25(3), 282-286.

Hunt, M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins, C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L. E., Olson, D. P., Salm, C. P., Savell, J. W., and Shivas, S. D., 1991, Guidelines for meat color evaluation, *American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board*, Chicago, 1-12.

Kaba, N., Yücel, Ş. Çorapçı, B., Özer, Ö. and Eryaşar, K., 2012, Shelf Life of Anchovy (*Engraulis engrasicholus, L.1758*) Patties Stored at 4°C, *Akademik Gıda*, 10(4), 19-23.

Kampf, N. and Nussinovitch, A., 2000, Hydrocolloid coating of cheeses, *Food Hydrocolloids*, 14, 531-537.

Kassem, M. A. G. and Emara, M. M. T., 2010, Quality and acceptability of value-added beef burger, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 5(1), 14-20.

Kaymak Ertekin, F., 2005, Gıda maddelerinin kaplanması: Kaplama yöntem ve ekipmanları, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 85-94

Kester, J. J., Fennema, O. R., 1986, Edible films and coatings, *Journal of Food Science*, 40(12), 47-59.

Khanedan, N., Motalebi, A. A., Khanipour, A. A., Koochekian sabour A., Seifzadeh, M. and Rostami A. H., 2011, Effects of different concentrations of sodium alginate as an edible film on chemical changes of dressed Kilka during frozen storage, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(4), 654-662.

Kılınççeker, O. ve Küçüköner, E., 2005, Gıdalarda gamların yenilebilir film olarak kullanımı, *8. Gıda Kongresi*, Van, *Gıda*, 30(3), 181-186.

Kılınççeker, O., 2006, Alabalık filetolara ve tavuk bagetlere uygulanan bazı yenilebilir kaplama malzemelerinin raf ömrü boyunca et ve kızartma yağı kalitesine etkilerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Van, 18-27.

Kılınççeker, O., Doğan, I. S. ve Küçüköner, E., 2009, Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets, *LWT-Food Science and Technology*, 42, 868-873.

Kılınççeker, O. and Kurt, Ş., 2010, The sensory quality of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*) fillets coated with different coating materials, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 471-476.

Kılınççeker, O. and Hepsag, F., 2011, Performance of different coating batters and frying temperatures for fried fish balls, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(17), 2256-2262.

Kılınççeker, O. and Kurt, Ş., 2012, The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties, *Kafkas Univ Vet Fak Derg*., 18(5), 725-730.

Kılınççeker, O., 2013, Utilization of oat flour as edible coating material on fried chicken meat balls, *Focusing on Modern Food Industry (FMFI)*, 2(1), 36-42.

Kora, A. J. and Arunachalam, J., 2012, Green fabrication of silver nanoparticles by gum Tragacanth (*Astragalus gummifer*): A dual functional reductant and stabilizer, *Journal of Nanomaterials*, 1-8.

Krochta, J., Baldwin, E. and Nisperos-Carriedo, M., 1994, Edible coating and film to improve food quality, *Technomic Publishing Company Inc. Lancaster*, Basal, 379.

Krochta, J. M. and De Mulder-Johnston, C., 1997, Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities, *Food Technology*, 51(2), 61-74.

Krokida, M.K., Oreopoulou, V. and Marolius, Z.B., 2000, Water loss and oil uptake as a function of frying time, *Journal of Food Engineering*, 44, 39-46.

Kulp, K. and Loewe, R., 1990, Batters and Breadings in Food Processing, *American Association of Cereal Chemist Inc. Saint Paul*, s.276, Minnesota, USA.

Kumar, M. and Sharma, B. D., 2004, The storage stability and textural, physico-chemical and sensory quality of low-fat ground pork patties with Carrageenan as fat replacer, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 31-42.

Kumar, A.J., Singh, R. R. B., Patel, A. A. and Patil, G. R., 2006, Kinetics of colour and texture changes in *Gulabjamun* balls during deep-fat frying, *LWT- Food Science and Technology*, 39(7), 827-833.

Kumar, R. R., Sharma, B. D., Manish kumar, Chidanandaiah and Biswas, A. K., 2007, Storage quality and shelf life of vacuum-packaged extended chicken patties, *Journal of Muscle Foods*, 18, 253-263.

Kuntz, L. A., 1997, Catching value in seafood, *Food Product Design*, 7, 71-82.

Lazarus, C. R., West, R. L., Oblinger, J. L. and Palmer, A. Z., 1976, Evaluation of a calcium alginate coating and a protective plastic wrapping for the control of lamb carcass shirinkage, *Journal of Food Science*, 41, 639–641.

Lee, S., 2000, Effect of controlled mixing on the rheological properties of deep-fat frying batters at different percent solids, Master of Science Thesis, *Michigan State University*, Ann Arbor, 1-13.

Loewe, R., 1993, Role of ingredients in batter systems, *Cereal Foods World*, 38(9), 673-677.

Lo´pez-Caballero, M. E., Go´mez-Guille´n, M. C., Pe´rez-Mateos, M. and Montero, P., 2005, A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties, *Food Hydrocolloids*, 19, 303-311.

Mackay, S., 1999, Tecniques and types of fat used in deep-fat frying, A policy statement and background paper prepared by the heart foundation of New Zealand, 1-11.

Mallikarjunan, P. K., Chinnan, M. S., Balasubramaniam, V. M. and Philips, R. D., 1997, Edible coatings for deep-fat frying of starchy products, *LWT - Food Science and Technology*, 30(7), 709-714.

Mallikarjunan, P. K., Ngadi, M. O. and Chinnan, M. S., 2010, Recent Technologies to Enhance the Quality of Fried Foods, In Breaded fried foods, *CRC Press*, Boca Raton, FL, 149-163.

Maskat, M.Y., 2000, Factors affecting the properties of breaded, In Fried poultry product, Doctor of philosophy, *Georgia University*, Athens, 7-19.

McHugh, T.H. and Krochta, J.M., 1994, Milk protein-based edible films and coatings, *Food Technology*, 48(1), 97-103.

Mellema, M., 2003, Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 364–373.

Modi, V. K., Yashoda, K. P. and Naveen, S. K., 2009, Effect of carrageenan and oat flour on quality characteristics of meat kofta, *International Journal of Food Properties*, 12, 228-242.

Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N. and Amiryousefi, M. R., 2012, Suitability of aloe vera and gum Tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom, *Food Bioprocess Technology*, 5, 3193-3202.

Müller, C. M. O., Yamashita, F., Grossmann, M. V. E. and Mali, S., 2012, Films and coatings produced from biopolymers and composites, In Biopolymer Engineering in Food Processing, V. R. N. Telis (Eds.), *CRC Press*, Boca Raton, FL, 145-216.

Onsøyen, E., 2001, Alginate: Production, composition, physicochemical properties, physiological effects, safety, and food applications, In Handbook of dietary fiber, M.L. Dreher and S.S. Cho (Eds.), *CRC Press*, Boca Raton, FL, 659-674.

Özben Demirci, Z., 2008, Tekirdağ köftesi üretiminde farklı gam kullanımının kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 1-20.

Özer, Ö., 2008, Farklı antioksidan ilavesinin dondurularak muhafaza edilen mekanik ayrılmış piliç eti köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Konya, 33.

Özer, Ö. and Sarıçoban, C., 2010, The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and α-Tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage, *Czech Journal of Food Science,* 28(2),150-160.

Pan, Z. and Singh, R. P., 2001, Physical and thermal properties of ground beef during cooking, *LWT- Food Science and Technology,* 34(7), 437-444.

Pedreschi, F. and Moyano, P., 2005, Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips, *LWT- Food Science and Technology,* 38(6), 599-604.

Pinero, M. P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., Arenas de Moreno, L., Ferrer, M., Araujo, S. and Barboza, Y., 2008, Effect of oat's soluble fibre (b-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties, *Meat Science,* 80, 675-680.

Polat, H., 2007, İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Afyon, 7-17.

Porta, R., Mariniello, L., Pierro, P. D., Sorrentino, A., Giosafatto, V. C., Marquez, G. R. and Esposito, M., 2012, Water barrier edible coatings of fried foods, *Journal of Biotechnol Biomater,* 2(7), 1-3.

Pranoto, Y., Marseno, D. W. and Haryadi, 2009, Methylcellulose and hydroxyprophyl methylcellulose-based coatings on partially defatted peanut to reduce frying oil uptake and enhance oxidative stability, *Asian Journal of Food and Agro-Industr*, 2(04), 891-900.

Putra, A. A., Huda, N. and Ahmad, R., 2011, Changes during the processing of duck meatballs using different fillers after the preheating and heating process, *International Journal of Poultry Science,* 10(1), 62-70.

Quasem, J. M., Mazahreh, A. S., Abu-Alruz, K., Afaneh, İ. A., Al-Muhtaseb, A. H. and Magee T. R. A., 2009, Effect of methyl cellulose coating and pre-treatment on oil uptake, moisture retention and physical properties of deep-fat fried starchy dough system, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences,* 4(2), 156-166.

Querido, A.F., 2005, Study techniques for minimizing the input of oil during the frying process apple, Ph. D. Thesis, *State University of Campinas*, Campinas.

Rimac, B.S., V. Lelas, D. Rade and B. Simundic, 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying, *Journal of Food Engineering*, 64, 237-241.

Saguy, I. S. and Pinthus, E. J., 1995, Oil uptake during deep-fat frying: Factors and mechanism, *Food Technology,* 49(4), 142-145.

Salvador, A., Sanz, T. and Fiszman, S.M., 2005, Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step, *Food Hydrocolloids*, 19(4), 703-708.

Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S.M., 2004, Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, Fried seafood, *Food Hydrocollids*, 18, 127-131.

Sarıkuş, G., 2006, Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Isparta, 5-8.

Serdaroğlu, M. and Yıldız-Turp, G., 2010, Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties, *Meat Science*, 86, 896-900.

Sharaf, A. M., Ebrahium, M. E., Ammar, M. S. and Abd El-Ghan, M. E., 2009, Influence of using moringa meal flour as meat extender on quality characteristics of beef burger patties during frozen storage, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(1), 32-40.

Shinawar, W. A. and Ghulam R., 2007, Chemical and sensory characteristics of frozen stored chicken patties fried in different vegetable oils, *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44(2), 337-340.

Singh, R. P., 1995, Heat and mass transfer in foods during frying, *Food Technology*, 49, 134-137.

Snedecor, G.W. and Cochran, W.G., 1980, *Statistical Methods*, (7th Edition) Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J. and Luo, Y., 2011, Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*), *Food Control*, 22, 608-615.

Soorgi, M., Mohebbi, M., Mousavi, S. M. and Shahidi, F., 2012, The Effect of methylcellulose, temperature, and microwave pretreatment on kinetic of mass transfer during deep fat frying of chicken nuggets, *Food Bioprocess Technology*, 5(5), 1521-1530.

Suderman, D. R., Wiker, J. and Cunningham, F. E., 1981, Factors affecting adhesion of coating to poultry skin: Effects of various protein and gum sources in the coating composition, *Journal of Food Science*, 46, 1010-1011.

Suderman, D. R., 1983, Use of batters and breadings on food products: A review, In: Batter and Breading Technology, D. R. Suderman and F. E. Cunningham (Eds.), *Avi Publishing Company*, Westport, CT.

Şahin, S. and Şumnu, G., 2009, Advances in deep-fat frying of foods, *Taylor & Francis Group*, New York.

Temiz, H. ve Yeşilsu, A. F., 2006, Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 41-50

Toloday, D. and Andres, C., 1975, Vegetable gum dry mix improves shrimp breading, *Food Processing*, 36(5), 32-35.

Troller, J. A. and Christian, J. H. B., 1978, Water activity and foods, *Academic Pres Inc.*, New York.

Turhan, K. N., 1999, Degrade olabilen metilselüloz esaslı filmlerin üretimi ve karakterizasyonu, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü*, Ankara, 109.

Ufheil, G. and Escher, F., 1996, Dynamics of oil uptake during deep-fat frying of potato slices, *LWT-Food Science and Technology*, 29(7), 640-644.

Uğur, M., Nazlı, B. ve Bostan, K., 2003, Gıda hijyeni, *Teknik Yayınevi*, İstanbul.

Ulu, H., 2006, Effects of carrageenam and guar gum on the cooking and textual properties of low fat meatballs, *Food Chemistry*, 95, 600-605.

Vanitha, M., Dhanapal, K., Sravani, K. and Vidya Sagar Reddy, G., 2013, Quality evaluation of value added mince based products from catla (*catla catla*) during frozen storage, *International Journal of Science, Environment and Technology*, 2(3), 487-501.

Varela, G., 1988, Current facts about frying of food, In: Frying of foods: Principles, changes, New approaches, G. Varela, A. E. Bender, I. D. Morton, E. Horwood (Eds.), *Chichester*, 9-25.

Wagner, K. H. and Elmadfa, I., 2010, Chemical and biological modulations of frying fats-impact on fried food, In Frying of Food, D. Boskou and I. Elmadfa (Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, 251-264.

Wang, J. X., Liu, Q. H. and Teng, Y., 1994, Research on coatings of frozen mussel flesh, *Food Science*, 2, 70-72.

Wang, Y., 2005, Heat and mass transfer in deep fat frying of breaded chicken nuggets, Master of Science Thesis, *Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus of McGill University*, Canada, 4-19.

Wanstedt, K. G., Seideman, S. C. and Donnelly, L. S., 1981, Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties, *Journal of Food Protection*, 44, 732-735.

Williams, R. B. H., Oblinger, J. L. and West. R. L., 1978, Evaluation of a calcium alginate film for use on beef cuts, *Journal of Food Science*, 43, 292.

Williams, R. and Mittal, G.S., 1999, Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix., *LWT-Food Science and Technology*, 32(7), 440-445.

Wong, M. K., Sampugna, J. and Dickey, L. E., 1993, Moisture, total lipid, fatty acids, and cholesterol in raw groung turkey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(8), 1229-1231.

Wong, Y. C., Herald, T.J., Hachmeister, K. A., 1996, Evaluation of mechanical and barrier properties of protein coatings on shell eggs, *Poultry Science*, 75, 417-422.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., 2003, Effects of fatty acids on meat quality: A review, *Meat Science*, 66, 21-32.

Yener, F. Y. G., 2007, Development of antimicrobial protective food coating materials from edible alginate films, Yüksek Lisans Tezi, *İzmir Teknoloji Enstitüsü*, İzmir, 13-13.

Yıldırım, Y., 1978, Et ve beslenmemizdeki önemi, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 1(1), 30-45.

Yılmaz, İ. and Dağlıoğlu, O., 2003, The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs, *Meat Science*, 65, 819-823.

Yu, X. L., Li, X. B. and Xu, X. L., 2008, Coating with sodium alginate and its effect on the functional properties and structure of frozen pork, *Journal of Muscle Foods*, 19, 333-351.

EKLER

EK-1. Kaplanan köftelerde yapılan analiz sonuçlarına ait ortalamalar

Çizelge 1. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerde yapılan bazı analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	Gün	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
L*	1	66.86±0.51	69.84±1.79	70.54±3.19	69.57±3.55	70.41±2.57	72.21±1.22	72.45±0.83	69.24±1.64	72.17±4.10
	5	65.69±0.45	68.83±2.64	70.19±4.09	69.50±0.71	66.00±1.31	70.00±0.39	71.66±4.94	65.61±6.89	66.92±3.00
	10	64.33±0.89	68.91±2.16	68.94±7.23	67.71±1.11	64.97±2.74	71.59±2.53	67.26±5.85	66.46±1.47	67.25±2.29
	15	62.27±5.73	70.55±4.55	72.05±1.66	67.27±3.89	72.78±3.14	74.88±2.34	73.50±6.55	69.38±2.68	70.54±4.71
a*	1	4.72±0.40	4.59±0.43	4.19±1.39	4.59±1.02	4.22±1.67	4.37±1.20	4.13±1.23	4.91±0.47	4.67±2.58
	5	5.52±1.18	4.24±0.97	3.90±0.98	3.95±0.02	4.73±1.02	3.67±0.46	3.23±1.48	4.69±1.74	3.98±1.28
	10	6.75±0.37	4.08±0.45	4.50±1.87	3.74±0.06	4.15±0.05	2.78±0.10	3.71±0.28	3.40±0.47	3.58±0.74
	15	9.50±1.96	3.99±1.16	4.53±1.20	4.72±1.63	3.47±0.52	3.09±0.67	2.90±0.58	3.05±0.64	3.93±0.18
b*	1	13.98±0.60	24.89±5.63	26.43±1.29	21.06±0.98	21.84±4.27	14.00±1.51	13.80±0.86	14.20±2.65	13.97±1.47
	5	12.57±1.82	25.47±2.98	24.50±4.35	26.06±5.87	26.47±0.10	15.73±2.13	15.83±2.12	15.13±3.32	15.73±2.39
	10	17.09±0.63	25.38±0.31	25.57±3.04	24.23±3.33	21.62±0.81	16.72±3.02	15.91±2.83	16.64±2.39	17.57±2.05
	15	18.86±1.91	24.84±1.10	24.78± 0.83	26.44±0.28	23.53±3.42	16.86±4.79	16.33±3.15	17.54±2.47	16.99±4.15
Nem oranı	1	49.81±0.22	49.69±2.21	50.51±1.05	49.18±3.43	49.83±2.25	50.19±2.51	51.09±5.03	48.28±6.13	50.25±2.25
	5	48.10±2.61	45.43±3.04	47.90±0.73	46.31±5.63	46.26±1.16	45.40±4.28	47.23±4.47	43.37±1.35	48.33±3.61
	10	48.26±2.55	44.46±2.61	48.63±0.10	47.38±4.22	44.55±0.25	45.87±1.70	45.68±0.17	46.59±5.49	44.51±0.49
	15	49.20±2.22	42.82±2.39	47.46±4.27	44.70±3.44	43.16±0.97	42.31±0.740	43.02±2.69	41.33±0.55	43.92±2.88
Yağ oranı	1	26.25±0.35	26.50±0.71	25.75±0.35	26.25±0.35	26.00±0.00	28.00±0.00	27.50±0.71	28.25±0.35	27.25±0.35
	5	27.00±0.00	27.00±0.00	26.25±0.35	26.75±0.35	26.50±0.71	28.25±0.35	28.00±0.00	28.50±0.71	27.50±0.71
	10	28.00±0.00	32.25±0.35	29.00±0.00	31.25±0.35	29.25±0.35	35.25±0.35	30.25±0.35	35.75±0.35	32.25±0.35
	15	30.00±0.00	34.25±0.35	31.75±0.35	35.25±0.35	34.25±0.35	36.50±0.71	32.75±0.35	40.50±0.71	35.25±0.35

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 2. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerde yapılan bazı analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	Gün	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
pH	1	6.04±0.03	6.10±0.10	6.08±0.06	6.11±0.03	6.17±0.01	6.25±0.00	6.22±0.06	6.18±0.00	6.20±0.01
	5	5.87±0.30	6.02±0.12	5.90±0.25	6.13±0.04	6.07±0.11	6.10±0.17	6.09±0.10	6.11±0.12	6.00±0.11
	10	5.96±0.10	5.36±0.41	5.09±0.02	5.39±0.37	5.16±0.18	5.30±0.28	5.41±0.24	5.46±0.25	5.41±0.21
	15	7.45±0.12	4.99±0.12	4.81±0.11	5.18± 0.27	4.98±0.00	5.11±0.28	5.06±0.34	4.97±0.22	4.95±0.27
a_w	1	0.945±0.008	0.972±0.008	0.980±0.007	0.968±0.022	0.972±0.006	0.966±0.007	0.965±0.009	0.967±0.009	0.956±0.008
	5	0.958±0.009	0.963±0.002	0.964±0.004	0.964±0.009	0.964±0.001	0.959±0.001	0.966±0.006	0.957±0.018	0.967±0.005
	10	0.952±0.004	0.960±0.004	0.963±0.006	0.958±0.013	0.957±0.009	0.968±0.010	0.965±0.010	0.962±0.014	0.956±0.005
	15	0.958±0.011	0.958±0.001	0.961±0.003	0.959±0.015	0.965±0.002	0.957±0.001	0.960±0.002	0.965±0.002	0.952±0.018
TBA	1	3.37±0.21	2.34±0.08	2.14±0.01	2.35±0.04	2.29±0.00	2.30±0.02	2.37±0.16	2.35±0.05	2.45±0.14
	5	3.89±0.28	2.49±0.06	2.36±0.00	2.30±0.20	2.31±0.01	2.43±0.14	2.34±0.13	2.45±0.05	2.27±0.27
	10	4.03±0.44	2.72±0.07	2.38±0.02	2.56±0.10	2.33±0.30	2.62±0.03	2.87±0.41	2.67±0.38	2.66±0.30
	15	3.89±0.31	2.63±0.09	2.43±0.26	2.62±0.20	2.40±0.17	2.73±0.39	3.02±0.17	2.98±0.79	2.74±0.33

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 3. Farklı kaplama ve depolama süreleri uygulanan pişmemiş köftelerde yapılan TPA analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
Hardness	4095.10±561.90	6587.20±34.70	3880.80±1175.80	5397.00±1206.70	4921.10±338.30	3729.10±66.40	5166.30±143.50	5053.60±381.30	4753.80±119.20
Adhesiveness	-169.20±37.10	-1459.00±557.50	-1103.40±623.70	-1639.10±461.20	-1676.30±117.50	-1226.40±238.80	-1375.10±451.10	-1703.50±43.00	-1318.60±236.20
Springiness	0.45±0.10	0.63±0.21	0.79±0.10	0.78±0.25	0.89±0.06	0.74±0.12	0.68±0.14	0.88±0.06	0.71±0.09
Cohesiveness	0.37±0.03	0.36±0.05	0.39±0.04	0.42±0.03	0.45±0.01	0.48±0.04	0.42±0.02	0.48±0.01	0.47±0.01
Gumminess	1507.90±81.50	2353.30±362.80	1554.90±621.00	2270.70±366.80	2192.30±80.60	1770.90±114.40	2192.20±151.00	2439.40±112.10	2253.50±13.70
Chewiness	683.70±185.50	1512.30±724.00	1260.60±646.40	1717.30±274.70	1953.00±67.20	1314.70±294.50	1507.30±411.20	2154.10±251.40	1598.80±206.00
Resilience	0.08±0.00	0.07±0.00	0.07±0.01	0.07±0.01	0.08±0,00	0.08±0,00	0.09±0.00	0.10±0.00	0,09±0,01

Çizelge 4. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerde yapılan bazı analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	Gün	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
L*	1	32.97±3.20	35.08±2.32	40.97±6.87	40.31±8.81	38.37±6.28	41.20±7.83	43.81±7.49	41.03±5.63	43.97±7.73
	5	43.39±4.43	39.86±1.11	45.95±1.45	40.97±0.30	41.61±2.92	43.04±3.45	45.27±4.33	41.09±4.06	45.23±1.93
	10	50.31±0.34	39.48±1.54	42.39±0.40	42.59±0.62	44.46±1.31	44.04±2.94	42.77±2.74	40.53±2.21	38.40±1.76
	15	49.13±1.50	44.79±0.56	44.25±1.99	47.00±2.11	42.75±0.96	44.55±1.13	46.48±1.71	42.65±4.25	42.46±1.55
a*	1	12.27±2.95	13.72±0.46	15.02±1.22	13.78±0.85	14.63±0.20	14.47±1.05	14.27±3.52	14.94±1.63	13.51±4.58
	5	15.79±2.15	15.61±0.89	14.13±0.96	14.33±0.93	14.72±0.41	13.82±1.56	12.01±1.44	14.06±0.63	13.20±0.83
	10	9.56±0.06	15.52±0.49	15.91±1.25	14.77±0.89	14.39±0.38	13.43±3.10	13.70±1.93	14.54±0.72	14.92±0.46
	15	8.56±0.71	15.00±1.18	14.93±0.08	14.36±0.12	10.76±0.22	13.58±3.01	13.53±0.11	14.61±1.28	13.87±1.21
b*	1	9.41±1.54	11.02±1.42	18.84±8.14	17.09±7.93	16.28±5.11	18.56±4.55	20.25±2.77	18.47±2.20	20.52±3.14
	5	21.71±1.18	16.33±3.63	23.85±4.57	17.37±0.97	20.19±3.72	19.09±2.16	21.28±5.78	16.00±4.02	22.56±0.67
	10	23.38±1.05	15.17±0.67	19.84±0.28	21.44±0.58	21.92±0.90	18.70±1.27	18.28±0.80	15.14±0.71	13.66±2.27
	15	22.56±0.72	22.41±1.74	25.55±4.22	25.38±2.85	21.28±1.13	19.53±2.50	22.55±1.16	20.04±7.93	17.78±0.06
Nem oranı	1	40.41±4.19	42.20±4.37	44.99±2.36	42.17±3.19	45.40±3.16	45.27±2.61	46.26±2.57	44.13±2.79	46.66±1.98
	5	37.79±5.73	40.71±3.68	43.58±0.14	40.85±3.74	43.02±2.86	42.15±2.76	42.03±3.42	42.31±8.61	43.52±4.37
	10	39.09±2.62	37.61±4.37	40.58±3.02	41.09±6.87	39.01±0.23	37.93±4.02	41.48±2.86	41.13±6.30	41.69±1.07
	15	42.55±6.77	38.40±7.20	39.80±3.84	37.72±7.09	35.37±4.39	38.05±3.28	39.26±1.37	38.27±8.32	39.33±2.39
Yağ oranı	1	24.00±0.00	23.00±0.71	21.75±0.35	22.00±0.00	21.25±0.35	19.00±0.00	22.00±0.00	23.25±0.35	22.75±0.35
	5	25.00±0.00	23.25±0.35	22.00±0.00	22.50±0.00	21.75±0.35	26.75±0.35	24.25±0.35	26.00±0.00	25.25±0.35
	10	25.50±0.71	31.25±0.35	28.00±0.00	28.50±0.71	25.50±0.71	27.50±0.00	27.00±0.71	27.75±0.35	27.25±0.35
	15	26.50±0.71	32.00±0.00	29.25±0.35	30.50±0.71	30.00±0.00	28.75±0.35	28.25±0.35	29.50±0.71	28.75±0.35

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 5. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerde yapılan bazı analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	Gün	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
pH	1	6.19±0.04	6.16±0.02	6.19±0.01	6.19±0.04	6.17±0.10	6.26±0.07	6.28±0.02	6.28±0.01	6.31±0.02
	5	6.08±0.13	5.97±0.36	6.00±0.21	6.17±0.05	6.15±0.12	6.14±0.09	6.17±0.21	6.19±0.08	6.15±0.02
	10	6.42±0.24	5.60±0.39	5.20±0.00	5.61±0.53	5.43±0.33	5.41±0.32	5.41±0.33	5.54±0.23	5.55±0.35
	15	7.09±0.26	5.55±0.02	5.19±0.17	5.55±0.34	5.21±0.04	5.38±0.14	5.28±0.16	5.32±0.39	5.23±0.26
a_w	1	0.916±0.021	0.939±0.009	0.960±0.007	0.952±0.011	0.950±0.002	0.957±0.004	0.959±0.000	0.961±0.015	0.958±0.002
	5	0.915±0.028	0.945±0.004	0.954±0.002	0.949±0.006	0.948±0.008	0.947±0.000	0.956±0.004	0.943±0.007	0.953±0.010
	10	0.932±0.014	0.933±0.011	0.943±0.006	0.942±0.007	0.935±0.002	0.935±0.002	0.941±0.006	0.940±0.008	0.949±0.002
	15	0.948±0.016	0.930±0.018	0.949±0.002	0.925±0.012	0.924±0.019	0.924±0.009	0.936±0.005	0.935±0.018	0.938±0.004
PK	1	44.53±9.19	29.43±2.58	27.08±2.58	28.81±7.33	24.96±0.86	26.54±5.86	23.38±10.59	25.73±8.69	21.99±5.67
	5	38.14±0.09	27.07±1.88	25.16±0.92	27.63±4.66	24.21±1.78	24.87±1.37	21.77±3.33	28.50±0.46	27.58±4.38
	10	42.00±3.60	29.59±1.40	25.49±2.72	27.77±1.82	25.76±2.95	28.01±3.22	27.70±5.64	32.10±3.93	26.07±6.63
	15	35.60±2.00	28.35±2.46	25.37±3.63	24.61±2.07	22.89±0.59	23.10±1.92	22.21±3.84	25.60±5.47	33.27±11.86
SÜV	1	55.47±9.19	70.57±2.58	72.92±2.58	71.19±7.33	75.04±0.86	73.47±5.86	76.62±10.59	74.27±8.69	76.03±8.48
	5	61.86±0.09	72.93±1.88	74.84±0.92	72.37±4.66	75.79±1.78	75.14±1.37	78.23±3.33	71.50±0.46	72.42±4.38
	10	58.00±3.60	70.41±1.404	74.50±2.72	72.23±1.82	74.25±2.95	71.99±3.22	72.30±5.64	67.90±3.93	73.93±6.63
	15	64.40±2.00	71.65±2.46	74.63±3.63	75.39±2.07	77.11±0.59	76.90±1.92	77.79±3.84	74.40±5.47	66.73±11.86
KA	1	31.89±2.48	28.52±6.81	32.48±8.54	30.19±2.07	25.36±6.07	33.03±2.76	36.08±5.92	35.66±5.31	9.87±1.73
	5	26.17±6.65	27.27±6.36	28.42±8.51	33.27±5.23	29.9±14.40	31.00±15.30	25.21±5.81	21.87±6.11	14.76±4.45
	10	15.76±4.10	24.43±1.84	29.58±1.34	18.63±0.92	19.80±0.65	20.80±15.10	19.74±7.03	23.36±4.13	16.09±4.45
	15	21.26±0.62	14.06±7.46	24.38±1.25	12.26±1.32	14.72±0.32	11.41±10.97	20.26±0.31	18.30±19.20	16.59±2.67
ÇA	1	20.11±3.83	7.32±2.36	7.87±6.39	7.40±1.85	10.25±7.47	12.04±3.01	9.20±1.83	11.27±3.62	39.68±0.01
	5	18.65±0.09	9.62±4.54	10.94±0.18	12.94±4.95	11.19±3.92	10.73±0.44	9.54±1.47	11.32±4.75	36.93±7.19
	10	16.84±2.06	15.19±3.87	16.55±9.00	15.38±4.95	14.15±3.75	10.28±0.18	13.51±5.07	14.17±5.23	28.10±18.70
	15	17.31±0.70	11.13±1.42	12.65±2.92	8.646±0.49	8.94±2.25	7.76±0.88	9.17±1.68	10.55±1.16	27.10±14.09

K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

Çizelge 6. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerde yapılan TPA analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
Hardness	8643.70±576.40	6293.80±525.30	4521.90±296.80	5480.40±878.40	6032.50±1066.90	5101.80±663.10	4638.20±189.50	6148.10±461.40	4905.70±1379.80
Adhesiveness	-0.59±0.08	-3.35±2.88	-1.92±0.10	-26.30±22.20	-12.80±8.17	-1.45±0.85	-0.78±0.42	-25.85±31.91	-6.59±7.97
Springiness	0.88±0.02	0.80±0.02	0.81±0.06	0.87±0.01	0.79±0.01	0.77±0.01	0.84±0.01	0.86±0.05	0.84±0.02
Cohesiveness	0.57±0.04	0.50±0.03	0.49±0.02	0.47±0.06	0.48±0.01	0.44±0.08	0.48±0.01	0.53±0.04	0.52±0.03
Gumminess	4896.80±2.70	3133.40±432.90	2213.00±236.30	2614.60±738.70	2918.30±578.90	2274.90±688.40	2219.50±120.20	3232.30±19.00	2521.60±552.30
Chewiness	4291.30±73.80	2505.50±270.70	1800±318.80	2263.40±614.50	2305.70±432.00	1748.40±501.30	1862.20±133.20	2763.60±131.70	2119.00±418.70
Resilience	0.22±0.02	0.18±0.01	0.18±0.02	0.17±0.03	0.18±0.01	0.17±0.01	0.18±0.00	0.19±0.00	0.19±0.01

Çizelge 7. Farklı maddelerle kaplanan ve depolama süresi ilerledikçe pişirilen köftelerde yapılan duyusal analiz sonuçlarına ait ortalamalar

	K	ZKS	ZKM	ZTS	ZTM	GKS	GKM	GTS	GTM
Renk ve Görünüş	5.56±1.60	6.78±1.20	6.33±1.58	6.78±1.30	6.67±1.87	6.78±1.64	6.33±1.50	7.44±0.88	6.67±1.41
Koku	6.33±1.00	6.22±1.09	6.22±0.67	6.67±0.50	6.56±0.73	6.89±1.27	6.44±1.13	7.11±0.78	6.78±0.97
Tat ve Aroma	6.00±1.41	6.78±0.83	6.67±1.12	6.00±1.58	6.22±1.39	6.56±1.42	6.56±1.42	7.00±1.41	6.67±1.32
Yapı ve Tekstür	5.78±1.39	7.00±1.12	7.00±1.00	6.56±1.42	6.00±1.23	7.00±1.12	6.89±1.27	6.78±1.09	6.78±1.39
Genel kabul	6.44±1.33	6.22±1.20	6.89±1.45	6.44±1.13	6.33±1.41	6.78±1.79	6.89±1.36	7.44±0.88	6.56±1.33

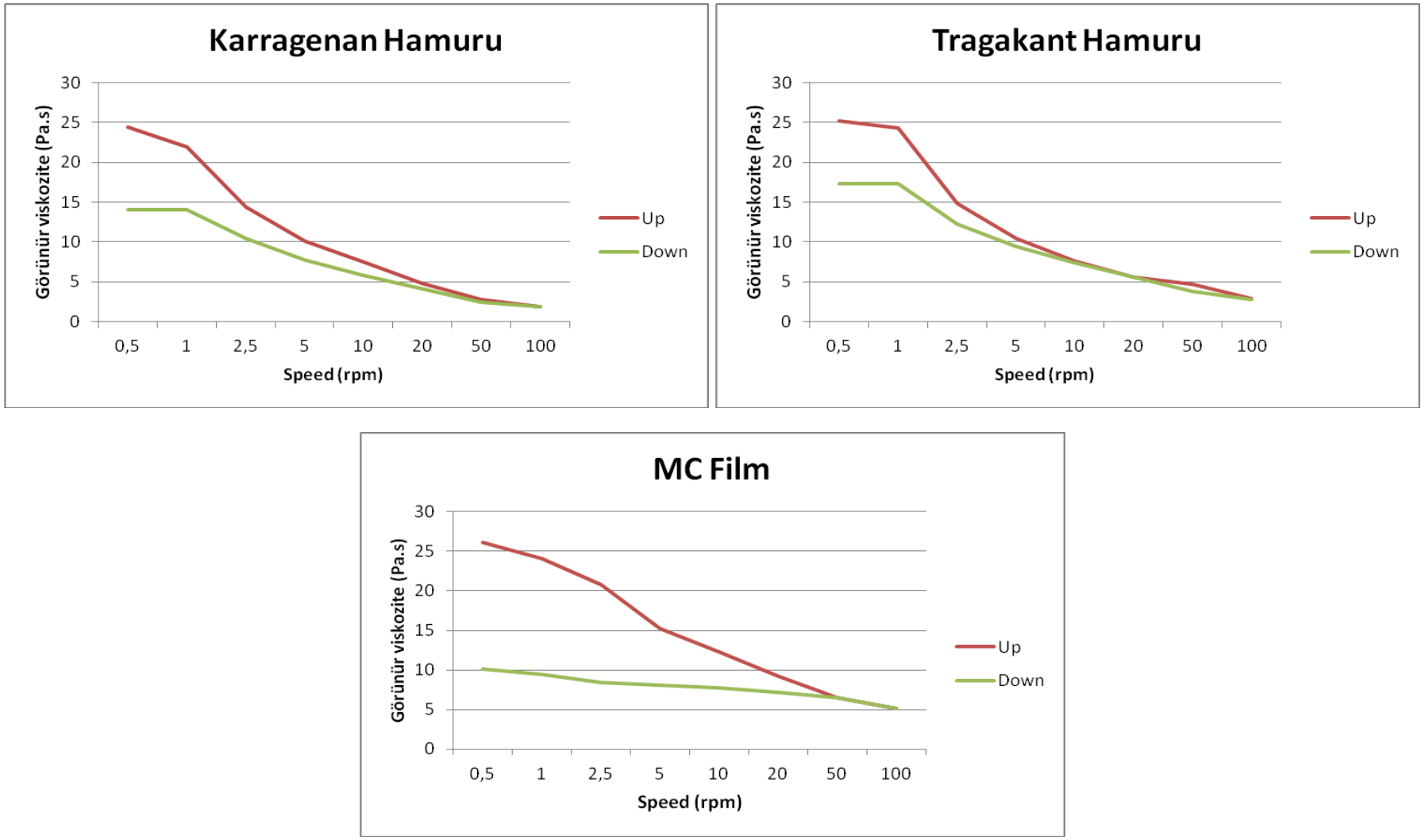
K: Kontrol, ZKS: Zein/karragenan/Na-Al, ZKM: Zein/karragenan/MC, ZTS: Zein/tragakant/Na-Al, ZTM: Zein/tragakant/MC, GKS: Glüten/karragenan/Na-Al, GKM: Glüten/karragenan/MC, GTS: Glüten/tragakant/Na-Al, GTM: Glüten/tragakant/MC

EK-2. Kaplamalara ait görünür viskozite ortalamaları ve görünür viskozite (Pa. s) x speed (rpm) grafikleri

Çizelge 8. Kaplamalara ait görünür viskozite ortalamaları

Görünür Viskozite	Karragenan hamuru		Tragakant hamuru		MC film çözeltisi	
Speed (rpm)	Up (Pa.s)	Down (Pa.s)	Up (Pa.s)	Down (Pa.s)	Up (Pa.s)	Down (Pa.s)
0.5	24.4	14.1	25.2	17.3	26.1	10.1
1	22	14.1	24.3	17.3	24.1	9.4
2.5	14.45	10.4	14.8	12.2	20.8	8.45
5	10.1	7.75	10.4	9.45	15.25	8.05
10	7.55	5.8	7.65	7.45	12.3	7.75
20	4.85	4.1	5.65	5.65	9.2	7.2
50	2.8	2.45	4.7	3.75	6.55	6.45
100	1.9	1.9	2.9	2.8	5.1	5.1

*Na-Al film çözeltisinin görünür viskozitesi ile ilgili anlamlı bir ölçüm yapılamamıştır



Şekil 1. Kaplamalara ait görünür viskozite (Pa.s) x speed (rpm) grafikleri

EK-3. Duyusal test anket formu

Duyusal Test Anket Formu

Puanlama: 9 puan üzerinden hoşlanma derecesine göre puan verilecektir.
9:aşırı hoş, 8:çok hoş, 7:hoş, 6:biraz hoş, 5:nötr, 4:biraz hoş olmayan, 3:oldukça hoş olmayan, 2:önemli derece hoş olmayan, 1:en hoşa gitmeyen.

Örnek no	Renk ve görünüş	Koku	Tat ve aroma	Yapı ve tekstür	Genel kabul
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Arif ÇİLTEPE
Uyruğu	**:**	Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Kadınhanı 14/08/1986
Telefon	**:**	0 542 404 03 56
Faks	**:**	
e-mail	**:**	arifciltepe@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Kadınhanı Ata İçil Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı), Kadınhanı, KONYA	2004
Üniversite	:	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh. Fak., Gıda Müh. Böl., ÇANAKKALE	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniv., Fen Bil. Enst., KONYA	2013
Doktora	:		

UZMANLIK ALANI

Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce