

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***WILLIOPSIS SATURNUS* VAR. *SATURNUS* İÇEREN YENİLEBİLİR
KAPLAMANIN KAŞAR PEYNİRİ YÜZEYİNDE MAYA VE KÜF ÜREMESİNE
KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlknur CİVELEK

Enstitü Anabilim Dalı

: GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Doç. Dr. Arzu ÇAĞRI MEHMETOĞLU

OCAK 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

WILLIOPSIS SATURNUS VAR. *SATURNUS* İÇEREN YENİLEBİLİR
KAPLAMANIN KAŞAR PEYNİRİ YÜZEYİNDE MAYA VE KÜF ÜREMESİNE
KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

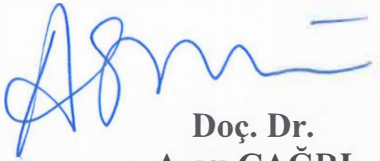
İlknur CİVELEK

Enstitü Anabilim Dalı

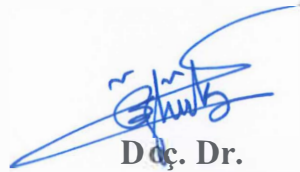
:

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 21.01.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr.
Arzu ÇAĞRI
MEHMETOĞLU
Jüri Başkanı



Doç. Dr.
Suzan ÖZTÜRK
YILMAZ
Üye



Dr. Öğr. Üye.
Özge ÖZKOÇ
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İlknur CİVELEK
21.01.2019

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve desteğini benden esirgemeyen, her konuda yardımda bulunan, araştırmanın planlanmasından sonuçlanmasına kadar olan süreçte beni yönlendiren, değerli danışman hocam Doç. Dr. Arzu ÇAĞRI MEHMETOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar olanakları konusunda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Zehra AYHAN'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasında her türlü destekte bulunan Hatice SIÇRAMAZ ve Gülşah KARABULUT hocalarıma teşekkür ederim.

Son olarak çalışmalarım sırasında beni teşvik eden ve sonsuz ilgi, sabır ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Annem Zeynep CİVELEK, Babam Teyfik CİVELEK, Kardeşlerim Betül ve Mustafa Cenk CİVELEK, eşim Burak YIĞIN ve Sakarya Kültür ve Sosyal Yardım Vakfı'na tüm samimiyetimle sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÇALIŞMASI	4
2.1. Kaşar Peyniri	4
2.2. Kaşar Peynirinde Bozulma	6
2.3. Kaşar Peyniri Ambalajlama Yöntemleri	7
2.4. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	8
2.4.1. Yenilebilir filmler ve özellikleri	9
2.4.2. Protein kaynaklı yenilebilir filmler	13
2.4.2.1. Kollagen filmler	13
2.4.2.2. Jelatin filmler	14
2.4.2.3. Buğday protein filmleri	14
2.4.2.4. Mısır protein filmleri	15
2.4.2.5. Soya proteini filmleri	15

2.4.2.6. Süt proteini filmleri	15
2.4.2.6.1. Kazein filmleri	16
2.4.2.6.2. Peynir altı suyu proteini filmleri	16
2.4.3. Proteinlerden elde edilen yenilebilir filmlerin kullanım alanları	17
2.4.4. Yenilebilir film yapım metotları	17
2.4.5. Yenilebilir filmlerin uygulama yöntemleri	18
2.4.6. Antimikrobiyal filmler ve kullanım alanları	19
2.5. Biyokontrol	22
2.5.1. Antagonist mikroorganizmalar	23
2.5.2. Antagonist mayalar	23
2.5.2.1. <i>Williopsis saturnus</i> var. <i>saturnus</i> antagonist mayası.	24
2.5.3. Antagonist mayaların etkinlik mekanizması	25
2.5.4. Antagonist mayaların etkinliğini belirleyen faktörler	26
2.5.5. Antagonist mayaların yenilebilir filmlerle gıdalara uygulanmaları	27
 BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOT	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılan materyaller	29
3.1.2. Mikroorganizmalar	29
3.2. Metot	30
3.2.1. Antagonistik mayanın elde edilmesi	30
3.2.2. Maya içeren yenilebilir film üretimi	30
3.2.3. Kaşar peynirlerinin maya ekli yenilebilir film ile kaplanması	31
3.2.4. Laboratuvar analizleri	31
3.2.4.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması	31
3.2.4.2. Maya-küf sayımı	31
3.2.4.3. Laktik asit bakterileri sayımı	32
3.2.4.4. Antagonistik maya sayımı	32
3.2.4.5. Ağırlık ölçümü	32

3.2.4.6. Kuru madde tayini	33
3.2.4.7. Yağ tayini	33
3.2.4.8. Kül tayini	34
3.2.4.9. Su aktivitesi tayini	34
3.2.4.10. Renk tayini	34
3.2.4.11. pH analizi	35
3.2.4.12. Duyusal analiz	35
3.2.4.13. İstatistiksel analizler	37

BÖLÜM 4.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA	38
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	38
4.2. Ağırlık Ölçümü	45
4.3. Kuru Madde İçerikleri	46
4.4. Su Aktivitesi	48
4.5. pH Değeri	49
4.6. Kül Miktarı	50
4.7. Yağ Değeri	51
4.8. Renk tayini	51
4.9. Duyusal Analiz	54

BÖLÜM 5.

GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a/h	: Ağırlık/hacim
Dk	: Dakika
g	: Gram
h/h	: Hacim/hacim
Kg	: Kilogram
kob	: Koloni oluşturan birim
L	: Litre
log	: Logaritmik birim
Ml	: Mililitre
MRS	: Man Rogosa Sharp Agar
NaOH	: Sodyum Hidroksit
OGYE	: Oxytetracycline Glucose
PAS	: Peynir altı suyu
PASP	: Peynir altı suyu proteini
PCA	: Plant Count Agar
°C	: Santigrat Derece
cm ²	: Santimetrekare
TSA	: Tryptic soya agar
TSB	: Tryptic soya broth
UV	: Ultra Viyole

ŞEKİLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kaşar peynirinin üretim basamakları	6
Şekil 4.1. <i>W. saturnus</i> içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca <i>Laktik Streptococcus sp.</i> üremesine etkisi	39
Şekil 4.2. <i>W. saturnus</i> içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca <i>Laktobacillus sp.</i> üremesine etkisi	40
Şekil 4.3. <i>W. saturnus</i> içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca <i>Williopsis saturnus var. saturnus</i> üremesine etkisi	41
Şekil 4.4. <i>W. saturnus</i> içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca maya üremesine etkisi	43
Şekil 4.5. <i>W. saturnus</i> içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca küf üremesine etkisi	44

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan kimyasal ve doğal antimikrobiyal maddeler	20
Tablo 2.2. Antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamaların gıda uygulamaları ...	21
Tablo 2.3. Biyokontrol uygulamalarının avantaj ve dezavantajları	22
Tablo 3.1. Duyusal analiz testi	36
Tablo 4.1. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca ağırlık ölçümü değerinin zamanla değişimi	45
Tablo 4.2. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % ağırlık kaybı değerinin zamanla değişimi	46
Tablo 4.3. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % kuru madde değerlerinin zamanla değişimi	47
Tablo 4.4. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca su aktivitesi değerlerinin zamanla değişimi	48
Tablo 4.5. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca pH değerlerinin zamanla değişimi	49
Tablo 4.6. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca %kül değerlerinin zamanla değişimi	50
Tablo 4.7. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % yağ değerlerinin zamanla değişimi	51
Tablo 4.8. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca L* değerlerinin zamanla değişimi	52
Tablo 4.9. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca a* değerlerinin zamanla değişimi	53

Tablo 4.10. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca b^* değerlerinin zamanla değişimi	54
Tablo 4.11. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde duyuşal analiz sonuçları	54



ÖZET

Anahtar kelimeler: kaşar peyniri, yenilebilir film, *Williopsis saturnus* var. *saturnus*

Süt sanayinde kaşar peyniri üreticilerinin en önemli sorunlarından bir tanesi, kaşar peyniri üretildikten sonra yüzeyde gelişen küflenmedir. Kaşar yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olması nedeni ile küflenmeye karşı kullanılan vakumlu paketler de bu soruna kısmi çözüm oluşturmaktadır. *Williopsis saturnus* var. *saturnus* mayasının katil maya olarak birçok bilimsel çalışmada küf ve maya üremesine karşı antagonistik etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bu tez çalışmasında *W. saturnus* var. *saturnus* maya kültürünün direk veya peynir altı suyu proteini bazlı yenilebilir kaplamalar ile kaşar peyniri üzerine uygulanarak küflenmenin önlenmesi ana amaçtır. Maya kültürünün yenilebilir kaplama ile kullanımının nedeni ise, mayaların kapsüle edilerek antifungal etki gösteren yenilebilir kaplama üretmektir.

Çalışmamızda 6,9 log kob/g konsantrasyonunda *W. saturnus* var. *saturnus* mayası peynir altı suyu proteini konsantresi esaslı yenilebilir filmlere dönüştürülüp daldırma yöntemiyle taze kaşar peynirleri kaplanıp, kurutulduktan sonra vakumlu ve vakumsuz paketlenip 4°C de 56 gün saklanmıştır. *W. saturnus* var. *saturnus*, laktik asit bakterisi, küf ve maya sayısı depolanma süresi boyunca gözlenmiştir. Kaşar peyniri örneklerinin su aktivitesi, renk ölçümü, pH ölçümü ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Sonuçlar, 56 günlük depolama sürecinde; kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi *Laktik Streptococcus* ve *Laktobacillus* cinsi bakterilerin üremesini önemli ölçüde engellemiş, *W. saturnus* var. *saturnus* maya sayısı 1 – 2 log kob/g artmıştır. *W. saturnus* var. *saturnus* eklenmiş vakumlanmış örneklerde diğer mayaların ve küf gelişiminin kontrol örneklerine göre yavaşladığı gözlemlenmiştir. Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi pH ve su aktivitesi değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ($p>0,05$). Kuru madde içeriklerine bakıldığında; *W. saturnus* içeren PASP ile kaplı örneklerde görülen artışın diğer örneklerde meydana gelen artışa göre daha azdır. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin duyuşal özelliklerinin istatistiksel açıdan benzer olduğu gözlemlenmiştir ($p>0,05$).

Sonuç olarak, kaşar peynirlerine *W. saturnus* var. *saturnus* maya katkılı kaplama uygulamasının; raf ömrü boyunca küf ve maya gelişimini önleme amaçlı kullanımda, yüksek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF EDIBLE COATINGS CONTAINING WILLIOPSIS SATURNUS VAR SATURNUS AGAINST YEAST AND MOLD GROWTH ON THE SURFACE OF KASHAR CHEESE

SUMMARY

Keywords: kashar cheese, edible film, *Williopsis saturnus* var. *saturnus*

One of the most important problems of kashar producers in milk industry is the mold spoilage on the surface. Vacuum packing has partial solution to this problem because of rough structure of kashar surface. *Williopsis saturnus* var. *saturnus* yeast killer yeast has been reported to have an antagonistic effect on mold and yeast reproduction in many scientific studies. In this project, *W. saturnus* var. *saturnus* yeast culture was applied directly or with whey protein based edible coatings on cheese to prevent mold growth. The reason for the use of the yeast cultivar with edible coating is to produce edible coatings that exhibit antifungal effects by encapsulating yeast.

In our study, 50 g of cheese samples were coated with edible films based on whey protein with or without *W. saturnus* var. *saturnus* or yeast without coating at a concentration of 6.9 log cfu/g. After drying, they were packed in vacuum and without vacuum packages and stored at 4°C for 56 days. The number of *W. saturnus*, lactic acid bacteria, mold and yeast counts were observed throughout the storage period. Chemical analysis, weight lost, water activity, color and pH of kashar cheese samples were also observed.

The results showed that during the 56 days of the storage period; the count of *Lactic Streptococcus* and *Lactobacillus* spp. were supported or inhibited by coating application with yeast, respectively; however, the number *W. saturnus* var. *saturnus* yeast was increased by 1-2 log cfu/g. Application of *W. saturnus* var. *saturnus* slightly decreased the growth of other yeasts and molds on the cheese samples. The chemical properties and color of all cheese samples did not change with coating and yeast application ($p > 0.05$). Treatment of coating containing *W. saturnus* antagonist yeast did not cause a significant change on pH and water activity value ($p > 0.05$). Increase in dry matter content of the the samples coated with *W. saturnus* is less than that in control samples. The sensory characteristics of cheeses coated with different coating solutions were statistically similar ($p > 0.05$).

In a conclusion, application of whey protein coating containing *W. saturnus* var. *saturnus* on the cheese samples have a significant potential to inhibit mold and yeast growth during shelf life.



BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kaşar peyniri, çiğ veya pastörize sütlerin işlenmesi sonucu elde edilen ve olgunlaşma sonunda kendine has, koku, renk, tat ve aroması olan sert yapılı bir peynirdir (Demirci ve Dıraman, 1990; Halkman ve Halkman, 1991). Kaşar peyniri bazı Balkan ve Avrupa ülkelerinde de değişik adlar altında bilinmekte ve üretilmektedir (Anonymous, 1989; Günşen ve Büyükyörük, 2003).

Olgunlaşma sırasında kaşar peynirinde ortaya çıkan en önemli problem, yüzey küflenmesidir (Basillico ve ark., 2001). Bu küflenmeyi gidermek için tüketilmeden önce yüzey kısmından ince bir tabaka kesilerek uzaklaştırılır ve yaklaşık %8’lik peynir kaybı olur (Yılmaz ve Dağdemir, 2012). Bu durum hem ekonomik kayıplara neden olur hem de küfler tarafından oluşturulan mikotoksinler sağlık açısından önemli risk oluşturmaktadır (Öksüztepe ve ark., 2009). Yapılan çalışmalarda tek başına vakum paketlenme uygulamasının mikrobiyal açıdan tam koruma sağlayamadığı rapor edilmiştir (Gün ve ark., 2009).

Gıda endüstrisinde bozulmanın engellenmesi ve gıda güvenliğinin sağlanması için farklı muhafaza ve ambalajlama teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerden biri olan yenilebilir film ve kaplamalar; gıdayı korumak, raf ömrünü uzatmak amacıyla gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir (Küçüköner ve ark., 2003). Yenilebilir filmler oksijen ve nem bariyerleridir. En önemli avantajları; kaplandıkları gıda ile birlikte tüketilebilmeleri ve tüketilmedikleri takdirde kolaylıkla parçalanıp çevre kirliliğine de sebep olmamalarıdır (Dursun ve Erkan 2009). Yenilebilir filmler gıdaları mekanik darbelere karşı korurlar, gıdaların rengine, görünüşüne, tat ve kokusuna katkıda bulunurlar ve gıdalarda bulunan uçucu bileşiklerin kaybını önlerler (Guilbert 1986; Bourtoom 2008).

Peynir altı suyu (PAS), peynir üretimi esnasında çok miktarda oluşan süt endüstrisinin en önemli yan ürünüdür. Peynir altı suyu proteinlerinden üretilen filmler, şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme kabiliyetine sahiptir. PAS proteini kaplamaların kahvaltılık gevreklerde nem geçirgenliğini engellediği ve kuru üzümlerin yapışkanlığını azaltmada da kullanıldığı bilinmektedir (Robertson, 2013).

Gıdalarda mikrobiyal gelişimi azaltmak için yaygın olarak uygulanan yöntemler koruyucu madde kullanımıdır. Bu amaçla yenilebilir filmlere çeşitli katkı maddeleri koruyucu olarak eklenmektedir. Yapılan bir çalışmada, yenilebilir film ve kaplamalara bileşimindeki fenolik maddeler nedeniyle antimikrobiyal etkiye sahip olan uçucu yağlar eklenerek mikroorganizma gelişimi kontrol altına alınmıştır (Burt, 2004; Joerger, 2007). Karakaya ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada et ürünlerine uygulanacak filmlere potasyum sorbat ekleyerek ürünlerde toplam bakteri yükünü azalttıklarını bildirmişlerdir. Sarıkuş (2006) tarafından yapılan bir çalışmada; PASP filme çeşitli baharat yağları ekleyerek bu kaplamalara *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Laktobacillus plantarum* bakterileri bulaştırılmıştır ve 15. günün sonunda bakteri sayılarında azalma olduğu bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise, PASP filmine lizozim eklenmiş ve lizozimin patojen bakterilere karşı önemli ölçüde antimikrobiyal potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir (Karakaya ve ark., 2001). Fakat bu koruyucuların çevreye ve insan sağlığına zarar verdiği ve dirençli patojenlerin artışına neden olduğu bilinmektedir, bu sebeple biyokontrol önem kazanmıştır. Biyolojik kontrol; organizmanın konakçı dayanıklılığını uyarıcı etkisiyle birlikte patojenin sayısının azaltılması yoluyla, gıda güvenliğinin sağlanması üzerine çalışılan bir alandır (Şahin, 1980; Valencia-Chamorro ve ark., 2008; Lacroix, 2011). Biyokontrol sağlama yöntemlerinden biri antagonist mikroorganizmaların kullanılmasıdır (Palou ve ark., 2002; Özaktan ve ark., 2010).

Bazı mayalar, küf ve diğer mayalara karşı etkili toksinler üreterek antagonistik özellik göstermektedir. Bazı toksin üreten katil mayalar bakterilere karşı da antagonistik etki gösterirler. *Williopsis saturnus* var. *saturnus* iyi bilinen toksin üreticisi bir mayadır. Bu maya laktoz ve galaktozu fermente edemez ve gıdanın

aroma ve yapısına olumlu ya da olumsuz etkide bulunamaz (Magliani ve ark., 1997; Liu ve Tsao 2009).Yapılan bir çalışmada *W. saturnus* var. *saturnus* mayasının kullanılması, peynir üretiminde zararlı mayalar olan *Saccharomyces cerevisiae* ve *Kluyveromyces marxianus* mayalarının gelişmesini engellediği bildirilmiştir (Liu ve Tsao 2009, 2010). Bu mayanın peynir üretiminde bozulmayı kontrol etmek amacıyla biyokontrol ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Film ve kaplamalarda antagonist mayaların kullanıldığı az sayıda çalışma vardır, bu çalışmalarda meyve ve sebzeler üzerinedir. Örneğin bunlardan bir tanesinde, *Candida Guilliermondii*, *Debaryomyces sp*, *Candida Oleophila* mayaları çeşitli filmlere eklenerek üzüm, çilek, portakal meyvelerine kaplama uygulanarak küflenme önlenmiş ve raf ömrü arttırılmıştır (McGuire ve Hagenmaier, 1996; Aloui ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada peynir altı suyu proteininden elde edilen yenilebilir filmlere *W. saturnus* eklenerek biyoaktif ambalaj materyali geliştirilmiştir. *W. saturnus* mayasının film içerisinde 28 gün boyunca canlılığını koruduğu ve *Penicillium expansum* ve *Aspergillus niger* küflerinin üremesine karşı etkili olduğu bildirilmiştir(Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

W. saturnus antagonist mayası; fungusitlerden daha ekonomiktir ve birçok patojene karşı antagonist etki gösterebilmektedir. *W. saturnus* ekli kaplama solüsyonu ile kaplanmış kaşar peynirlerinde; maya peynirde bulunan laktozu metbolize edemediğinden dolayı peynirin duyusal özelliğini de bozmamaktadır. Bu şekilde kullanımı endüstriye daha iyi bir alternatif sunmaktadır.

Çalışmamızda iyi bir alternatif sunacak bu kontrol metodu incelenmiştir. Bu kapsamda kaşar peynirleri *W. saturnus* var. *saturnus* katkılı peynir altı suyu proteini kaynaklı yenilebilir kaplama ile kaplanarak kaşar peynirinin raf ömrü boyunca mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Kaşar Peyniri

Peynir üretimine dair ilk bulgulara M.Ö 6000-7000 yıllarında Orta ve Güney-batı Asya’da keçi midesi veya derisinden yapılmış bir malzeme ile süt taşınması sırasında tesadüfen rastlanmıştır (Kamber, 2005). Peynir üretiminin ilk olarak Fırat ve Dicle arasında kalan günümüzde Türkiye İran ve Irak’ın belli bölgelerini kapsayan Mezopotamya’da gerçekleştiği sanılmaktadır (Hayaloğlu ve ark., 2002).

Peynir, sütün maya ya da zararsız organik asitlerle pıhtı haline getirilmesi, farklı yollarla işlenmesi, peynir altı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi, tuzlanması, farklı süre ve sıcaklık derecelerinde olgunlaştırılması sonucunda tüketime sunulan besin değeri yüksek bir süt mamulüdür (Yetişmeyen, 1995). Yağlı veya yağsız 100 litre sütten ortalama 10 kg yüksek değerli peynir elde edilir (Fox ve McSweeney, 2004).

Kaşar peyniri, Türklerin Anadolu’ya geldikten sonra öğrendikleri bir peynirdir (Üçüncü, 2004). Kaşkaval ya da Balkan kaşarı adı verilen peynirler, Balkanlarda koyun sütünden yapılmaktayken, ülkemizde endüstriyel ölçekte üretim yapan işletmelerde inek sütü kullanılarak yapılırlar. Kaşkaval ülkemizde ‘taze kaşar’ ya da ‘Balkan kaşarı’ olarak adlandırılır (Üçüncü, 2005).

Kaşar peynirinin kaynağı Balkan ülkeleri ve İtalya’dır ve ilk kez bir Musevi kızı tarafından Selanik’te yapılmıştır. Kaşar sözcüğü bazı araştırmacılara göre Latince kaynaklıdır ve Latince baskı anlamına gelen ‘coerceo’ sözcüğünden gelmektedir, kimilerine göre ise kaşar sözcüğü İbranicedir ve Musevilerde ‘mubah’ anlamına gelen ‘cacher’ (kaşer) sözcüğünden gelmektedir.

Türk Standartları Enstitüsü'ne göre "Kaşar peyniri, inek sütü, koyun sütü, keçi sütü, manda sütünün veya bunların karışımlarının tekniğine uygun olarak pastörize edildikten sonra işlenmesi ve gerektiğinde katkı maddeleri ilavesi sonucu elde edilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilebilen, kendine özgü koku, renk, tat ve aroması olan sert yapılı mamul" olarak tanımlanmıştır (TSE 2006). Standartta göre kaşar peyniri; olgunlaştırılmamış (taze) ve olgunlaştırılmış (eski) kaşar peyniri olarak da tanımlanmıştır. Aynı zamanda kaşar peyniri içerdiği yağ oranına göre tam yağlı, yağlı ve yarım yağlı olarak da sınıflandırılmıştır.

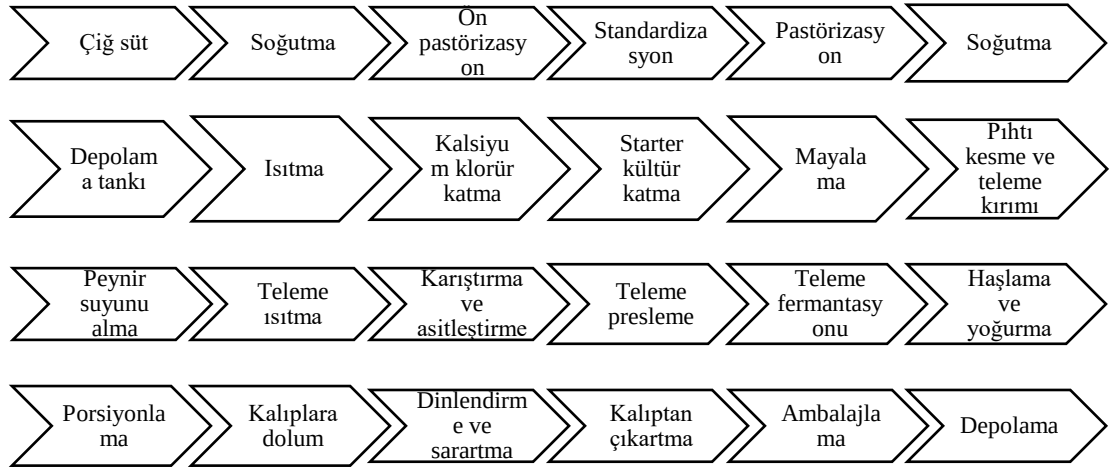
Kaşar peyniri 'pasta filata' (plastik teleme) grubunda yer alan dilimlenebilir yarı sert peynirlerdendir. Pasta filata grubunun temel özelliği; teleme belirli düzeyde asitleştirildikten sonra sıcak suda haşlanıp yoğrulmasıdır.

Ülkemizde kaşar peyniri, soğuk hava deposunun olmadığı ve ulaşım imkânlarının sınırlı olduğu yüksek kesimlerde, Trakya ve Marmara Bölgesinin güney bölgelerinde daha fazla üretilmekteydi. Ancak günümüzde ülkemizin her yerinde üretimi yapılmaktadır (Kurultay ve ark., 2004; Keçeli ve ark., 2006).

Ülkemizde Kaşar peyniri Beyaz peynirden sonra en fazla üretilen peynir çeşididir (Şahan ve Kaçar, 2003; Çetinkaya ve Soyutemiz, 2007). Ülkemizde üretilen peynirlerden beyaz peynir, kaşar peyniri ve tulum peyniri ekonomik değere sahiptir. Türkiye'de üretilen sütün yaklaşık %33'ü peynir yapımında kullanılmaktadır ve üretilen peynirlerin %60'nı Beyaz peynir, %17'sini Kaşar peyniri, %12'sini Tulum peyniri, %11'lik kısmını da diğer yöresel peynirler oluşturur (Kamber, 2005).

Kaşar peynirinin dış kısmı; düzgün, kehribar sarısı renkte, sert, çok kalın olmayan bir kabuğu vardır ve kaşar somonunun kenar kısımları hafif şişkin olmalıdır. İç kısmı; sarımsı beyaz-sarı renkte, olabildiğince gözeneksiz olmalıdır. Orta düzeyde katı ve esnek yapıda, tadı hafif tuzlu olmalıdır (Üçüncü, 2012).

Kaşar peynirinin üretim basamakları kısaca (Üçüncü, 2012);



Şekil 2.1. Kaşar peynirinin üretim basamakları

2.2. Kaşar Peynirinde Bozulma

Kaşar peynirinde genel olarak bozulma nedenleri; küflenme, gaz oluşumu, renk bozulmalarıdır.

Küflenme; kaşar peynirinin raf ömrü süresince yüzey kısmında küflenme meydana gelmektedir. Bazı küfler teratojenik, karsinojenik, nörotoksik etkiler gösteren ikincil metabolitleri üreterek sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Küflenme görünüş ve kokuyu da olumsuz etkiler. Kaşar peynirinde olgunlaşma süresinde en çok *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* gibi küf türleriyle karşılaşılabilir. Kaşar peynirinde küf gelişimini önlemek için başvurulan bir yöntem vakum paketlemedir. Ancak yapılan çalışmalar vakum paketlemenin tek başına uygulanmasının mikrobiyal açıdan tam koruma sağlamadığını göstermektedir (Ünlütürk, 1999).

Gaz oluşumu; hem kötü aromaya hem de oluşan gaz nedeniyle pıhtı yapısında bozulmalara neden olur. Olgunlaşmanın ilk günlerinde peynirin iç kısımlarında görülen gaz oluşumuna koliform bakteriler, üretiminden birkaç hafta sonra görülen gaz oluşumuna ise *Clostridium* türleri neden olur (Ünlütürk, 1999).

Renk bozulmaları; bazı mikroorganizmalar paslı lekelenmelere, sarı, pembe ve kahverengi lekelenmelere sebep olabilirler. Peynir yüzeyi maya gelişimi için yeterli

nem içeriyorsa renkli koloni oluşturan mayalar ve oksidatif mayalar gelişerek renk bozulmalarına neden olabilirler (Ünlütürk, 1999).

2.3. Kaşar Peyniri Ambalajlama Yöntemleri

Ürünü dış tesirlerden koruyan, pazarlanmasını ve tüketimini kolaylaştıran metal, cam, kâğıt, plastik gibi özel malzemeden yapılan kap, kılıf ya da sargılara ambalaj denir (Keleş, 1996). Ambalaj, çeşitli şekillerde yüzyıllardır kullanılmakta olup, taşıdığı ürünü fiziksel olarak korur ve gerekli fizikokimyasal koşulları oluşturarak yeterli raf ömrünü sağlar. Sessiz satıcı olarak kabul edilen ambalajın temel fonksiyonları; içindeki ürünü korumak, yükleme, boşaltma, depolama ve kullanım kolaylığı sağlamak, ürünü tanıtmak ve tüketiciyi satın almaya teşvik etmektir (Üçüncü, 2000).

Son yıllarda gıda ambalajlama teknolojisindeki gelişmelerle ürünün korunması ve raf ömrünün uzatılması sağlanmıştır (Brody, 2001). Uygun ambalaj materyalinin seçimi; uygun gaz ve su geçirgenliği özelliğine, kimyasal ve mikrobiyolojik faktörlerden dolayı ürünün bozulmasını önleyen gaz atmosferi şartlarına dayanmaktadır (Baldwin, 1999). Günümüzde, ürünü korumada aktif olarak görev yapan biyolojik olarak çözünür özellikte ambalaj materyalleri geliştirilmektedir (Floros, 1997; Quintavalla ve Vicini, 2002; Cha ve Chinnan, 2004).

Peynir için kullanılacak ambalaj malzemesinin özellikleri her peynir çeşidi için farklıdır. Tüm peynirler için ortak olarak ambalaj materyali; mikrobiyolojik açıdan kirli olmamalı, ambalajdan peynire koku ve tat geçişi olmamalı, yağ direnci yüksek ve yağ geçirmez olmalıdır (Metin ve Öztürk, 1996). Günümüzde peynir ambalajlamada nem ve oksijen geçirgenliği sebebiyle çoğunlukla plastik materyal kullanılmaktadır.

Kaşar peyniri ambalajlama işlemi, çoğunlukla polietilen, polipropilen, polivinilklorür, polisterol gibi ambalajlar ile ürün vakumlanarak yapılmaktadır. Kaşar peynirinde plastik esaslı ambalajların tercih edilme sebebi hafif, yumuşak ve

kolay şekil alması gibi özelliklerindendir. Ürün plastik esaslı ambalaj ile vakumlandıktan sonra üzerine firma ve ürün özellikleri bulunan etiket bilgileri basılmaktadır.

2.4. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Gıdanın bozulmasını engellemek ve raf ömrünü korumak amacıyla farklı muhafaza ve ambalajlama yöntemleri kullanılmakta olup yenilebilir filmler bunlardan birisidir (Guilbert, 1986; Pavlath ve Orts, 2009). Yenilebilir film ve kaplamalar; gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, oksijen ve nem bariyeri görevini üstlenen, gaz ve katı geçişini kontrol eden, aroma bileşikleri, antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, pigmentler, kararar reaksiyonlarını durduran iyonlar ve vitaminlerin gıdanın içerisinde tutulmasını sağlayan, gıdayla birlikte yenilebilen, doğal kaynaklardan elde edilen materyallerdir (Gennadios ve ark., 1994; Altan, 2003; Dursun ve Erkan, 2009). Bu filmlerin kalınlığı genellikle 0,3 mm'den daha az olmaktadır (Baldwin, 1994).

Yenilebilir film ve kaplamaların gıda ambalajı olarak kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. İlk kullanımı 12. Yüzyılda Çin'de turunçgillere mum esaslı kaplamanın uygulanmasıdır (Hardenberg, 1967). 15. yüzyılın sonlarında ise, Japonya'da kaynatılmış soya sütünden Yuba adı verilen yenilebilir bir film elde edilmiştir ve bu film gıdaların kalitesinin korunması ve görünümünün iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır (Pavlath ve Orts, 2009). 16. yüzyılda, nem kaybını kontrol etmek amacıyla gıda ürünleri yağla (örn., domuz yağı) kaplandı (Labuza ve W Breene, 1989). Karnauba mumu ise 1950'lerden beri taze sebze ve meyveleri kaplamak amacıyla kullanılmaktadır (Kaplan, 1986). Yenilebilir film ve kaplamalar ilk keşfedildiği yıllarda genellikle nem kaybını önlemek için kullanılıyordu. Yenilebilir filmler aktif ambalajlama teknolojisine ilk olarak 1941 yılında kullanılmıştır (Krochta ve De-Mulder Johnston, 1997). Kullanım amacı ise yaz aylarında çikolataların eriyerek dağılmasını engellemek ve böylelikle çikolata satışlarını arttırmaktır (Çağrı-Mehmetoğlu, 2010).

Yenilebilir filmler ürünün kalitesini korumanın dışında hem ambalaj atıklarını azaltırlar hem de gıdanın raf ömrünü uzatmada katkı sağlarlar (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997). Bunun yanı sıra yenilebilir filmler gıdanın paketi açıldıktan sonra da ürünü korumaya devam ederler (Temiz ve Yeşilsu, 2006). Doğal kaynaklı bu ambalajlar ticari ambalaj materyallerine alternatif olarak geliştirilmiş olup, uygun şekilde hazırlandıklarında fonksiyonel ambalajların sağladıkları tüm işlevleri sağlayabilirler (Akbaba, 2006).

Ambalaj materyalinin ekonomik verimliliğini arttıran yenilebilir filmler, gıdadan suyun uzaklaşmasını sağlamanın yanı sıra, oksijen, karbondioksit ve lipit transferini sağlarlar, gıda sisteminin mekanik özelliklerini iyileştirerek aroma maddelerinin kaybını azaltırlar, gıdaların rengine, görünüşüne, tat ve kokusuna katkıda bulunurlar ve gıdaların depolanması ya da pişirilmesi sırasında uçucu bileşiklerin kaybını önlemeye yardımcı olurlar, yumuşama ve tekstür değişiminin azalmasını sağlarlar.

2.4.1. Yenilebilir filmler ve özellikleri

Kester ve Fennema, yenilebilir filmleri hammadde kaynağına göre polisakkarit, yağ ve protein kaynaklı filmler olarak sınıflandırmışlardır (1986).

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı birçok polisakkarit, lipit ve protein tek başına veya karışım halinde yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılmaktadır (Robertson, 2013). Kimyasal özelliklerinden dolayı bu üç materyalden elde edilen filmlerin özellikleri de farklılık gösterir (Üstünol, 2009). Genel olarak, lipitler su transferini azaltmak, polisakkaritler gaz geçişini kontrol etmek, proteinler ise mekanik dayanıklılık kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Protein ve polisakkarit kökenli filmler etkin oksijen ve karbondioksit bariyeridir, fakat hidrofilik yapıda olduklarından su buharı geçişine dayanımları düşüktür. Lipit kökenli filmler ise nem geçişine dayanımlı ancak diğer filmlerden mekanik olarak daha zayıftırlar (Krochta, 1992; Pavlath ve Orts, 2009).

Polisakkaritler, glikozidik bağlarla bağlanmış monosakkaritlerden oluşan büyük moleköl ağırlıklı karmaşık karbonhidratlardır. Polisakkaritler ve türevleri düşük maliyetli olmaları, kolay elde edilebilmeleri ve iyi film oluşturabilmeleri sebebiyle yenilebilir film teknolojisinde kullanılırlar. Polisakkarit hammaddeden üretilen filmlerin en önemli özelliği yapısal olarak dayanıklı olmaları ve oksijen geçişini yavaşlatmalarıdır (Robertson, 2013). En büyük dezavantajları ise su geçişine karşı dirençlerinin düşük olmasıdır. Gıda yüzeyinde kalın bir film şeklinde uygulanarak depolama sırasında meydana gelebilecek ağırlık kaybı en aza indirilmektedir (Pavlatlı ve Orts, 2009). Polisakkarit yenilebilir film içeriğini, aljinat, pektin, karragenan, nişasta, nişasta hidrolizatları, selüloz türevleri gibi maddeler oluşturmaktadır (Robertson, 2013).

Aljinat kahverengi deniz yosunundan elde edilen esmer su yosununa benzeyen bir malzemedir. Kaplandığı gıdalarda nem kaybını önler ve yağ oksidasyonu sonucunda oluşan acılaşmaya olumlu etki yapmaktadır (Ray ve James, 1993). Karragenan ise kırmızı deniz yosunundan elde edilmektedir. Kaplandığı gıdalarda yapay nem bariyeri olarak görev yaparak nem kaybını azaltır (Akbaba, 2006). Selüloz ise kaplandığı gıdalarda acılaşmayı engellediği gözlemlenmiştir.

Proteinler, aminoasitlerin peptit bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan makromoleküllerdir. Protein filmler, bitkisel kökenli proteinler (mısır zeini, buğday glütenu, soya proteini, yer fıstığı proteini ve çiğit proteini gibi) ve hayvansal kökenli proteinler (keratin, kolajen, jelatin, kazein ve peynir altı suyu proteini) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009; Robertson, 2013). Proteinler film oluşturabilmeleri sebebiyle yıllardır ambalaj malzemesi olarak kullanılmaktadırlar (Srinivasa ve Tharanathan, 2007).

Protein kaynaklı yenilebilir filmlerin en önemli özelliği kaplandığı gıdalara mekanik dayanıklılık kazandırmasıdır bunun yanı sıra gaz ve lipit geçişine karşı iyi bir bariyerdir ancak yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler (Cutter, 2006; Robertseon, 2013). Bu filmlerin mekanik ve bariyer özelliklerinin iyi olması proteinlerin hidrofilik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu filmlerin geçirgenlik

özelliği protein kompozisyonuna bağlı olarak değişebilmektedir (Pavlath ve Orts, 2009). Proteinlerden elde edilen filmler kaplandıkları gıdanın besin değerini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra proteinden elde edilen filmin özelliklerini; protein kaynağı, protein çözeltisinin pH değeri, plastikleştirici madde, film kalınlığı, hazırlama koşulları ve film çözeltisine dâhil olan yapılar etkilemektedir (Dursun ve Erkan, 2009).

Lipitler, hayvansal ve bitkisel organizmalar tarafından sentezlenen, suda çözünmeyen fakat etil eter, petrol eteri, kloroform, sıcak alkol, benzol, karbon tetraklorür, aseton vb. yağ çözücü organik maddelerde çözünen doğal organik maddelerdir. Yenilebilir film teknolojisinde kullanılan lipit kaynaklı materyaller ise asetillenmiş monogliseritler (gliserin, bir molekül yağ asidiyle birleşirse monogliserit oluşur), doğal mumlar ve çeşitli yağlı bileşikler, koruyucu kaplama yağlardır. Yenilebilir film teknolojisine lipit kökenli materyaller düşük polariteye sahip olmaları sebebiyle genellikle nem kaybını önlemek amacıyla kullanılırlar. Özellikle kırmızı ve beyaz etleri nem kaybına karşı korumak amacıyla kullanılırlar ve kaplandıkları ürünün solunumunu azaltarak, ömrünün uzamasını da sağlarlar. Meyve ve sebzelerde ise yüzey parlaklığını sağlamak ve meyvelerin küflenmesini önlemek için etkin bir koruyucu olarak kullanılırlar. Sıvı fazdaki lipitler, gaz ve buhar geçişine karşı katılara göre daha az direnç göstermektedir. Lipit filmlerin en önemli dezavantajı zayıf mekanik özellik göstermeleridir (Dursun, Erkan, 2009).

Mumlar; kalınlıkları, kaygan yüzeyleri, mumsu ve acı tatları nedeniyle uygulamada problem oluşturmalar fakat nem geçişine karşı diğer kaplamalardan daha fazla direnç göstermektedirler (Robertson, 2013). Parafin ve balmumu en etkili lipit filmlerdir. Bu filmler gıdaya ince tabaka olarak uygulandığında gıda ile birlikte yenilmesinin bir sakıncası yoktur ancak kalın tabaka halinde uygulandıklarında tüketilmeden önce gıdadan uzaklaştırılması gerekmektedir (Bourtoom, 2008).

Bu üç yenilebilir filmin yanı sıra kompozit yenilebilir filmlerde üretilmektedir. Kompozit; iki veya daha fazla farklı özellikteki maddenin en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik meydana getirmek amacıyla

birleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Yenilebilir film üretiminde ise protein ve polisakkarit, protein ve lipit, lipit ve polisakkarit kombinasyonları kullanılarak yenilebilir kompozit filmler üretilebilmektedir. Bu kombinasyonlar sayesinde bileşenlerin farklı özellikleri bir araya getirilebilmektedir ve zayıf yönleri güçlendirilebilmektedir (Bourtoom, 2008).

Film yapımında polisakkarit ve lipitlerin birlikte kullanımı; polisakkarit filmlerin su buharı geçirgenliğini, lipit filmlerin hidrofobik karakterleri ve düşük polariteleri nedeniyle su buharı bariyer özelliklerinin yüksek olduğu fakat oluşturduğu filmler oldukça ince ve kırılgan özellikte olmasını iyileştirilmekte ve hem geçirgenlik özelliği hem de mekaniksel özellikleri daha iyi bir film elde edilebilmektedir (Chick ve Hernandez, 2002; Bourtoom, 2008).

Film Yapımında Kullanılan Katkı Maddeleri; yenilebilir film ve kaplama üretiminde ana materyallerin yanında çözücü, plastikleştirici, emülsüfyer, antioksidan ve antimikrobiyal ajanlardan da yararlanılmaktadır.

Plastikleştirici maddeler; düşük molekül ağırlıklı, yüksek kaynama noktasına sahip, uçucu olmayan, başka bir materyale eklendiğinde o materyalin belirli fiziksel ve mekaniksel özelliklerini iyileştirici yönde etki sağlayan maddeler olarak tanımlanırlar (Donhowe ve Fennema, 1993; Chen ve ark., 1994; Parris ve ark., 1995). Yenilebilir film ve kaplamalara ilave edilerek filmin esnekliğini, yırtılmaya karşı direncini artırır ve kırılganlığını azaltır (Karakaya ve ark., 2001). Yenilebilir film ve kaplamalarda mekaniksel özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılan plastikleştirici maddelerin bu özelliği bitişik polimer molekülleri arasındaki molekül içi kuvveti azaltıp biyopolimer zincirlerinin hareketini artırması sayesinde gerçekleşir (Dursun ve Erkan, 2009). Karakaya ve ark.(2001), en çok tercih edilen plastikleştirici maddeleri; polietilen glikol, gliserol ve sorbitol olarak sıralamıştır.

Yenilebilir filmlerin avantajları aşağıda sıralanmıştır (Guilbert,1986; Gennadios ve Weller, 1990; Acar ve Alper, 1996; Şahbaz ve Turhan, 1999; Küçüköner ve ark., 2003).

- Ambalajlanmış ürün ile birlikte tüketilebilirler.
- Tüketilmedikleri takdirde yenilebilir maddelerden üretildiklerinden, doğada polimerik materyallerden daha hızlı parçalanırlar.
- Sağlık açısından güvenilirdirler.
- Üretimi ve uygulanmasında basit teknolojiler yeterli olur.
- Üretim maliyetleri düşüktür.
- Bileşimine çeşitli bileşenler eklenerek uygulandıkları gıdaların organoleptik özelliklerini geliştirirler.
- Gıdaların besin değerini muhafaza etmesinde yardımcı olurlar.
- Gıdadan nem, gaz (O₂, CO₂) ve sıvıların geçişini engelleyerek bozulmaları önlerler.
- Gıdaları mekanik darbelere karşı korurlar.
- Bezelye, fasulye, fındık ve çilek gibi, ayrı ayrı ambalajlanamayan ürünlerin, küçük parçalar halinde ayrı olarak ambalajlanmasına olanak sağlarlar.
- Heterojen gıdalarda farklı tabakalar arasına uygulanabilirler.
- Antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı görevi görürler.
- Gıda yüzeyindeki koruyucu maddelerin iç kısımlara geçiş hızını kontrol ederler.
- Yenilemeyen filmler ile birlikte çok katlı ambalaj materyalleri olarak da kullanılabilirler, yenilebilir filmler gıda ile direkt temas eden iç tabakada bulunur.
- Pişme sırasında dağılmayı önlerler.
- Gıdanın görünüşüne, tadına ve kokusuna olumlu katkıda bulunup cazibesini artırırılar.

2.4.2. Protein kaynaklı yenilebilir filmler

2.4.2.1. Kollagen filmler

Hayvanlarda deri ve doku bileşeni olarak bulunan kolajen ticari olarak en yaygın kullanılan yenilebilir film proteindir. Su buharı bariyer özelliği düşük olmasına karşın çok iyi oksijen bariyeridir (Baker ve ark., 1994). Sosis kaplamada büyük

oranda doğal bağırsağın yerini alan kolajen kılıflar, çok kalın tabaka şeklinde üretilmedikleri sürece sosisle birlikte tüketilebilirler (Kutas, 1987). Kollajen kılıfların tercih sebebi, esnek yapıları sayesinde üretim koşullarında sağlam kalabilirler, şeffaf ve sağlıklı bir materyaldirler (Karakaya ve ark., 2001; Sarıoğlu, 2005; Sarıkuş, 2006).

2.4.2.2. Jelatin filmler

Kolajen zincirin hidrolizi sonucunda elde edilen jelatin çoğunlukla ilaç kapsüllemede kullanılır (Baldwin, 1999; Karakaya ve ark., 2001). Jelatin; şekil alma kabiliyeti yüksek, şeffaf jel oluşturabilen, esnek film haline gelebilen ve sıcak suda eriyebilen bir maddedir. Kabuklu yemiş içleri ve toz gıdalar gibi ambalajlanması gereken kuru gıdaların korunmasında da kullanılmaktadır (Guilbert, 1986; Batu ve Serim, 1998). Yapılan bir çalışmada jelatin ve nişasta filmi avokadoların raf ömrünü uzatmıştır, diğer bir çalışmada ise jelatin ve zein filmi mangoda olgunlaşmayı geciktirmiştir (Aguilar-Mendez ve ark., 2008; Gol ve Rao, 2014).

2.4.2.3. Buğday protein filmleri

Buğday gluteni, buğday nişastasası üretiminde ortaya çıkan yüksek molekül ağırlıklı bir yan üründür. Buğday gluteni esaslı filmler homojen, saydam, mekanik olarak güçlü, sulu ortamda çözünme özelliğine sahiptirler (Mullen, 1971; Schilling ve Burchill, 1972; Turbak, 1972). Buğday glüteninden homojen film oluşması için alkali ve asidik ortam gerekir. Bu filmlerin su buharı geçirgenliği yüksek olup, oksijen ve karbondioksit geçirgenliği düşüktür (Gennedios ve Weller, 1990; Karakaya ve ark., 2001). Buğday glüteninden üretilen kaplamalar kavrulmuş fıstık, kızarmış tavuk eti, fırıncılıkta ve sosis kaplamada kolajenin yerine de kullanılmaktadır (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Guilbert ve ark., 2002).

2.4.2.4. Mısır protein filmleri

Mısır glüteninin türevlerinden elde edilen zein; dayanıklı, parlak, sert ve yağ geçirmez kaplamaların yapımında kullanılır (Gennedios ve Weller, 1990). Zeinden üretilen kaplamaların su geçirme özelliği düşük olup hoş olmayan bir tadının olduğu bilinmektedir (Kester ve Fennema, 1986; Batu ve Serim, 1998). Zein filmler kuru meyve parçaları, kuru yemişler, ilaçlar, sosis ve domateste kullanılmaktadır (Baldwin ve ark., 1995; Karakaya ve ark., 2001). Domateste kullanımında, sebzenin parlaklık ve nem kaybını azaltıp, renk değişimini geciktirdiği gözlenmiştir (Georgevits, 1967; Turbak, 1972). Sert kabuklu ürünlerde ise, oksitadif acılaşma, bayatlama ve nemlenmeyi önlediği rapor edilmiştir (Koyuncu ve Savran, 2002).

2.4.2.5. Soya proteini filmleri

Yenilebilen ürünler için uygulanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen çevre dostu bir ürün olan soya proteini filmi yumuşak, su geçirgenliği zayıf ve esnektir. Bu filmler doğrudan soyadan izole edilerek üretilmektedir (Batu ve Serim, 1998). Soya proteini filmi sosis, kuruyemiş, fındık, kuru bezelyede bazı araştırmacılar tarafından denenmiştir (Brandenburg ve ark., 1993; Krochta ve DeMulder-Johnston, 1997). Filmin fındıkta yağın geçişini, aroma ve renk kaybını önlediğini, bezelyelerde ise nem kaybını önlediğini göstermişleridir (Gennadious ve Weller, 1990; Gennadious ve Weller, 1991; Acar ve Alper, 1996; Karakaya ve ark., 2001; Swain ve ark., 2004).

2.4.2.6. Süt proteini filmleri

Süt proteininin %80'i kazein ve % 20'si ise peynir altı suyu proteininden meydana gelmektedir (McHugh ve Krochta, 1994b; Karakaya ve ark., 2001). Süt proteinleri yapılarının düzenli olması nedeniyle kullanıldığı gıdalarda geçirgenliğin kontrolü açısından, yenilebilir filmlerin üretimi için çok uygundur. Süt proteinlerinin film verimliliği ilk olarak Wu ve Bates(1972) tarafından çalışılmış olup, yağsız süt tozundan hazırlanan filmlerin çatlama dayanıklılığının soya filmlerinkinden daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Süt proteinleri gaz transferine karşı iyi bir koruma

sağlarken, nem transferine karşı ise lipit kaplamalarla birlikte kullanıldığında iyi sonuçlar vermektedir (Koyuncu ve Savran, 2002). Bunun yanı sıra süt proteinleri gıdayı mekanik olarak korurlar ve duyuşsal özelliklerinin korunmasını sağlarlar (Brunner, 1977; Chen, 1995)

2.4.2.6.1. Kazein filmleri

Suda çözünür yapıya sahip olup, temel bileşeni fosfoproteinler olan kazein filmler; şeffaf, kokusuz ve esnektir (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997). Su geçirgenliği yüksek olan kazein filmler lipit ilavesiyle su buharı geçirgenliğine dirençli hale gelirler (Guilbert, 1986; Chen, 1995; Karakaya ve ark., 2001). Kazein kaplamalar meyve sebzelerin muhafazasında, dolmalık kabakta su kaybını azaltmakta, çikolata kek, çikolata ve fındık gibi ürünlerde raf ömrünü uzatmakta ve sosis ve et ürünlerinin ambalajlanmasında bazı araştırmacılar tarafından olumlu sonuçlar alınmıştır (McHugh ve Krochta, 1994c; Acar ve Alper, 1996; Koyuncu ve Savran, 2002). Ancak yenilebilir olmasına rağmen suda çözünmediğinden tüketiminden önce sosis veya sucuktan uzaklaştırılması ürünün dezavantajıdır (Batu ve Serim, 1998).

2.4.2.6.2. Peynir altı suyu proteini filmleri

Peynir altı suyu (PAS), süt endüstrisi için önemli bir yan üründür (Kinsella ve Whitehead, 1989). Peynir üretimi esnasında çok miktarda oluşur, çoğunlukla yeterince değerlendirilemez ve miktarı giderek artmaktadır (Kinsella, 1984). Peynir altı suyu proteini filmleri suda çözünebilirler, şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme kabiliyetine sahiptirler (Anker, 1996; Shellhammer ve Krochta, 1997). Oksijen ve yağ transferi için önemli bir bariyerdirler fakat hidrofilik yapıları nedeniyle su buharını engelleme özellikleri düşüktür (Koyuncu ve Savran, 2002). Kuvvetli oksijen bariyeri olmaları yüksek oranda protein içermelerinden kaynaklanmaktadır. Peynir altı suyu proteininden üretilmiş kaplamalar dondurulmuş balıklarda antioksidant özellik sağladığı, kavrulmuş fıstıklarda acılığı önlediği, kahvaltılık gevreklerde nem geçirgenliğini engellediği ve kuru üzümün yapışkanlığını azalttığı bilimsel çalışmalarca gösterilmiştir (Karakaya ve ark., 2001). Buna ek olarak peynir altı suyu

proteinleri besleyici değere sahip olduğu için film olarak kullanıldığı gıdaları duyusal olarak zenginleştirirler (Mc Hugh ve Krochta, 1994; Chen, 1995; Küçüköner ve ark., 2003).

2.4.3. Proteinlerden elde edilen yenilebilir filmlerin kullanım alanları

Protein kaynaklı yenilebilir filmler gıdalarda çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Hangi filmin kullanılacağı ürünün yapısına ve spesifik özelliklerine göre belirlenmektedir. Protein kaynaklı filmler nem bariyer özellikleri düşük fakat mekanik dayanımı, gaz ve lipit bariyer özellikleri yüksek olan filmlerdir (Kester ve Fennema, 1986). Yüksek gaz bariyer özellikleri sayesinde meyve ve sebzelere kaplandığında ürünün çevresinde modifiye edilmiş atmosfer oluşur, meyvenin etrafındaki oksijen azaltılır ve meyvenin solunumu sırasında bünyesinde karbondioksit gazı tutularak modifiye edilmiş ortam oluşturulur. Solunum oranı düşer ve olgunlaşma yavaşlatılır. Bunun yanı sıra, et ürünlerinde lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla da protein kaynaklı filmlerin etkili olduğu görülmüştür (Koyuncu ve Savran, 2002). Ayrıca şekerlemelerde mekanik yapıyı iyileştirip kırılmaya karşı direnç kazandırdığı da rapor edilmiştir. Diğer bir uygulama alanı ise yağ emilimini azaltmak amacıyla yağda kızartılacak ürünlerin protein kaplamalarla kaplanmasıdır (Wu ve ark., 2001). Bununla birlikte protein kaynaklı yenilebilir filmler kaplandıkları gıdada mikrobiyal gelişme hızını da düşürdüğü kanıtlanmıştır (Gökoğlu, 2002).

2.4.4. Yenilebilir film yapım metotları

Yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında koaservasyon, ısıl jelleşme, çözücü uzaklaştırma ve eriyiğin katılaştırılması olmak üzere 4 farklı yöntemden yararlanmaktadır.

Koaservasyon, bir çözeltideki biyopolimerler ısı, tuz ve pH değişimiyle birleşerek film haline gelirler. Böylece biyopolimerlerden oluşan film fazı çözeltiden ayrılır (Debeaufort ve ark., 1998; Çağrı-Mehmetoğlu, 2010).

Isıl jelleşme; bazı protein filmleri hazırlık aşamasında proteinin denatürasyonu, jel oluşumu veya çökme sonrasında jelatinizasyon ve koagülasyonun gerçekleşmesi için ısıtma işlemi tabii tutulur. Isıtmayı ani bir soğutma işlemi takip eder (Debeaufort ve ark., 1998; Çağrı-Mehmetoğlu, 2010).

Çözücü uzaklaştırma; genellikle polisakkarit bazlı yenilebilir filmlerin üretiminde kullanılır. Bu yöntemde polimer molekülleri arasında kimyasal ve fiziksel etkileşimlerle sürekli bir yapı oluşturulur ve bu yapı stabilize edilir (Üstünol, 2009). Film çözeltisindeki makro moleküller su, etanol veya asetik asit gibi çözücülerde çözündürülür ve bu çözeltinin içerisine jelleştirici ve çapraz bağ yapıcı maddeler ilave edilir. Daha sonra bu çözelti ince bir tabaka halinde dökülür, kuruduktan sonra yüzeyden soyularak elde edilir (Okamoto, 1978; Donhowe ve Fennema, 1993).

Eriyiğin katılaştırılması; lipit, reçine ve mum içeren filmlerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Okamoto, 1978). Mum içeren filmler, erimiş mumun metil selülozdan yapılmış film üzerine dökülerek ve metil selüloz filmin çözündürerek uzaklaştırılmasıyla elde edilir (Donhowe ve Fennema, 1993; Debeaufort ve ark., 1998; Çağrı-Mehmetoğlu, 2010).

2.4.5. Yenilebilir filmlerin uygulama yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulanmasında daldırma, püskürtme, boyama, dökme ve ekstrüzyon yöntemleri kullanılmaktadır (Dhanapal ve ark., 2012).

Daldırma yöntemi; gıdanın 5-30 saniye süreyle doğrudan kaplama çözeltisine daldırılır sonrasında kurutularak filmin fazlalığı uzaklaştırılmış olur ve yüzeyde istenen kalınlıkta film tabakası oluşturulur (Üçüncü, 2000; Altan, 2003; Pavlath ve Orts, 2009). Bu yöntemle düzgün olmayan yüzeyler homojen bir şekilde kaplanır fakat büyük hacimli gıdaların kaplanması için uygun değildir (Polat, 2007; Dursun-Oğur, 2012).

Püskürtme yöntemi; gıdanın belli bir yüzeyi kaplanacaksa veya ince bir tabaka şeklinde kaplama yapılması istendiği durumlarda kullanılır (Üstünoğlu, 2009). Meyve ve sebze kaplamada çokça kullanılan bir yöntemdir. En önemli dezavantajı ise fazla miktarda kaplama materyali kullanılmasıdır (Krochta ve Mulder-Johston,1997; Göloğlu, 2002; Koyuncu ve Savran, 2002).

Boyama yöntemi; püskürtme yöntemi gibi genellikle homojen ve ince bir tabaka elde edilmesi veya gıdanın belli bir bölgesinin kaplanması durumunda kullanılır. Kaplama çözeltisi fırça ile boyama yapılarak gıdanın kaplanması sağlanır (Polat, 2007; Dursun-Oğur, 2012).

Dökme yöntemi; kaplama çözeltisi düzgün bir yüzey üzerine istenilen kalınlıkta dökülür, yayılır ve kurutularak film oluşturulur (Polat, 2007; Dursun-Oğur, 2012). Püskürtme ve daldırma metotlarına yardımcı olarak kullanılmaktadır. Direkt uygulandığında kaplama maddesi fazla olursa ürünün gaz geçirgenliği çok az olur ve üründe bozulmalar olabilir. Bu nedenle direkt uygulaması endüstride görülmemektedir (Gökalep ve ark., 1995).

Ekstrüzyon yöntemi; nişasta bazlı yenilebilir filmlerin yapımında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, polimerlere %10-60 oranında polietilen, glikol ve sorbitol gibi plastikleştiriciler eklenir. Dökme yönteminin yerine tercih edilmesinin sebebi, kurutma işlemine ihtiyaç duyulmaması ve çözücü ilavesi gerekmemesidir (Dhanapal ve ark.,2012).

2.4.6. Antimikrobiyal filmler ve kullanım alanları

Mikrobiyal gelişmeyi geciktirmek ve engellemek için yenilebilir filmlere antimikrobiyal maddeler eklenerek antimikrobiyal filmler elde edilmektedir. Yenilebilir filmlere antimikrobiyal madde ilavesi gıdalarda raf ömrünün uzamasında ve gıda güvenliğinde rol oynamaktadır (Corrales, 2014).

Gıdalara uygulanan yenilebilir filmlere; benzoik asit, propiyonik asit, sodyum benzoat, sorbik asit, potasyum sorbat, fenolik bileşikler, bakteriosin, kitosan gibi çeşitli koruyucular eklenerek antimikrobiyal özellik kazandırılmaktadır. Antimikrobiyal maddeler yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya difüze olur. Böylece film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyal madde kalır ve mikroorganizmalara karşı daha uzun süre direnç sağlanır (Çağrı ve ark., 2001, 2002, 2004; Coma ve ark., 2002; Skurtys ve ark., 2010; Corrales, 2014).

Kimyasal antimikrobiyal maddeler sınırlı miktarda filmlere eklenirken doğal antimikrobiyal maddeler maksimum antimikrobiyal etkiyi sağladıkları kritik miktar ve üzerinde kullanılabilirler. Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan kimyasal ve doğal antimikrobiyal maddeler Tablo 2.1.'de verilmiştir (Gennadios ve ark., 1994).

Tablo 2.1. Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan kimyasal ve doğal antimikrobiyal maddeler

Biyopolimer	Antimikrobiyal maddeler	Kaynak
Doğal Antimikrobiyal Maddeler		
Selüloz	Pediosin	Santiago-Silva ve ark., 2009
Aljinat	Malik asit Tarçın esansiyal yağı Palmarosa esansiyal yağı Limon otu esansiyal yağı Laktoperoksidaz	Raybaudi-Massilia ve ark., 2008 Yener ve ark., 2009
Zein	Timol	Mastromatteo ve ark., 2009
Jelatin	Üzüm çekirdeği özütü Yeşil çay özütü	Hong ve ark., 2009
Pektin-Polilaktik asit	Nisin	Jin ve ark., 2009
Nişasta-Kitosan	Ferulik asit	Mathew ve Abraham, 2008
Metilselüloz	Kitosan	Krasaekoopt ve Mabumrung, 2008
Kimyasal Antimikrobiyal Maddeler		
Sodyum kazeinat	Potasyum sorbat	Kristo ve ark., 2008
Soya proteini	Etilendiamin tetra asetik asit	Sivarooban ve ark., 2008
Peynir altı suyu proteini	Aminobenzoik asit Sorbik asit Potasyum sorbat	Çağrı ve ark., 2002 Özdemir ve Floros., 2008
Selüloz	3-trimetoksil-propildimetiloktadesil amonyumklorid	Jausovec ve ark., 2008
Konjak glukomannan	Etilendiamin tetra asetik asit	Lu ve ark., 2008
Zein	Kalsiyum propiyonat	Janes ve ark., 2005

Antimikrobiyal filmlerin birçok farklı gıdada bozulma yapan ve güvenliğini riske atacak mikroorganizmaların üremesine karşı da test edilmiş çalışmalar mevcuttur (Tablo 2.2.). Örneğin natamisin içeren selüloz esaslı filmlerin mozeralla peyniri

yüzeyinde *Penicillium roqueforti* üremesine karşı antimikrobiyal etkisi gösterilmiştir (Oliveria ve ark.,2007). Ayrıca doğal koruyucular olan anason, fesleğen, kişniş, kekik gibi esansiyel yağlar kitosan yenilebilir filmine eklenerek kaşar peynirine uygulanmıştır ve *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 gibi patojenlere karşı antimikrobiyal etkisi ortaya konulmuştur (Zivanovic ve ark., 2005). Zeytin yaprağı içeren metil selüloz filmi *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) suşu bulaştırılmış kaşar peynirine uygulanarak zeytin yaprağının antimikrobiyal etkisi ortaya konulmuştur (Ayana ve Turhan, 2009). Yapılan başka bir çalışmada ise farklı oranlarda *p*-aminobenzoik asit ve sorbik asit içeren peynir altı suyu proteini esaslı filmler *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *S. Typhimurium* ile inoküle edilmiş yarı fermente sosis ve Bologna tipi sosislere uygulamıştır. Sosis örneklerinin 4 °C’de 21 gün depolanması sonucunda *p*-aminobenzoik asit ve sorbik asidin antimikrobiyal etkisi ortaya konulmuştur (Çağrı ve ark., 2002).

Sonuç olarak yenilebilir filmler doğal veya sentetik antimikrobiyal bileşenler için iyi bir taşıyıcı ortam oluşturmakta ve bu bileşenlerin gıdaya kontrollü difüzyonunu sağlamaktadır.

Tablo 2.2. Antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamaların gıda uygulamaları

Biyopolimer	Antimikrobiyal madde	Gıda	Kaynak
Peynir altı suyu proteini	<i>p</i> -Aminobenzoik asit sorbik asit	Bologna tipi sosis Yarı fermente sosis	Çağrı ve ark., 2002
Metilselüloz	Kitosan	Kavun	Lu ve ark., 2008
Glüten	Nisin	Hindili Bologna sosisi	McCormick ve ark., 2005
Soya proteini	Üzüm çekirdeği özütü Yeşil çay özütü	Frankfurter sosisi	Theivendran ve ark., 2006
Kitosan	Asetik asit Propiyonik asit Lizozim	Bologna tipi sosis Jambon Pastırma Mozarella peyniri	Quattara ve ark., 2000 Duan ve ark., 2007
Selüloz	Natamisin Nisin	Mozarella peyniri Gorgonzola peynir	Oliveira ve ark., 2007 Santos ve ark., 2008
Karrajenan	Ovotransferrin Etilendiamin tetra asetik asit Sorbik asit	Tavuk göğüs eti	Seol ve ark., 2009
Jelatin	Mercanköşkü özütü Biberiye özütü	Sardalya	Gomez-Estaca ve ark., 2007

Tablo 2.2. (Devamı)

Biyopolimer	Antimikrobiyal madde	Gıda	Kaynak
Kandela mumu	Elajik asit	Avokado	Saucedo-Pompa ve ark., 2009
Metilselüloz	Zeytin yaprağı özütü	Kaşar peyniri	Ayana ve Turhan, 2009
Kitosan	Fesleğen, kişniş, kekik esansiyal yağları	Kaşar peyniri	Zivanovic ve ark., 2005
Aljinat	Tarçın Karanfil Limon otu yağı	Elma	Beverly ve ark., 2008

2.5. Biyokontrol

Biyolojik kontrol; insan harici biyolojik mekanizma veya organizmanın mikrobiyal antagonizma veya konakçı dayanıklılığını uyarıcı etkisiyle birlikte bir antagonistin patojenin yoğunluğunu azaltılması yoluyla gıda güvenliği ve stabilitesinin geliştirilmesi üzerine çalışılan bir alandır (Knudsen ve ark., 1997; İmamoğlu, 2008; Droby ve ark., 2009; Özaktan ve ark., 2010; Lacroix, 2011).

Biyokontrol uygulamalarının avantaj ve dezavantajları Tablo 2.3.'de verilmiştir. (Droby, 2009; Sharma ve Tiwari, 2014).

Tablo 2.3. Biyokontrol uygulamalarının avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Ekosistem dengesini bozmazlar,	Diğer uygulamalara göre patojen öldürme hızı yavaştır,
Çevre dostu bir uygulamadır,	Çevre koşullarına karşı hassastır
Zararlı türler karşısında kalıcı bir engel oluşturlar	Raf ömrü sınırlıdır,
Ajanları çevre dostudur	Laboratuvarda ve gıdada aynı etkiyi gösterememektedir
Hedef zararlıyı etkileyerek çok az ya da hiç toksik kalıntı bırakmazlar	
Maliyeti düşüktür	
Başarılı ve yenilikçi bir uygulamadır	

2.5.1. Antagonist mikroorganizmalar

Antagonistik mikroorganizmalar biyokontrol ajanı olarak kullanılabilirler. Antagonistik etki, mikroorganizmaların birbirine zarar vermesi, etkileşimleri sonucunda aktivitesinde, gelişiminde ve çoğalmasında düşüşe neden olmasıdır. Antagonistik etki patojen olmayanlar ile patojenler arasında gerçekleşerek rekabetçi flora baskılanır veya tamamen ortadan kaldırılabilir (Gautam, 2009; Özaktan ve ark., 2010).

Antagonist mikroorganizmalar aşağıdaki özellikleri taşımalıdır (Bora ve Özaktan, 1998; Droby ve ark., 2009; Özaktan ve ark., 2010, Jones, 2011; Sharma ve Tiwari, 2014).

- Güvenli olarak tanımlanma,
- Hedef dışı canlılara zararlı etki göstermeme,
- Kolay kültüre alınabilme,
- Genetik olarak stabilite gösterme,
- Üretim, uygulama ve koruma koşulları düşük maliyet,
- Çok sayıda patojen üzerinde antagonist etki gösterebilme,
- Duyusal özelliklere negatif etki göstermeme,
- Kimyasallar ve fiziksel uygulamalardan olumsuz etkilenmeme,
- Düşük konsantrasyonda etkili olma,
- Depolama ve stres koşullarında stabilitesini koruma,
- Biyopreparat haline getirildiğinde pazar potansiyeli taşımadır.

2.5.2. Antagonist mayalar

Biyokontrol uygulamalarında bakteri, maya, küf gibi farklı ajanlar kullanılmaktadır. Bazı maya türlerinin öldürücü toksin ve öldürücü enzim salgıladıkları bilinmektedir. Bu mayalar katil maya olarak adlandırılır (Ohta ve ark., 1984; Komiyama ve ark., 1995, 1998; Kimura ve ark., 1995; Golubev, 1998; Guyard ve ark., 2002).

Katil mayalar ilk kez *Saccharomyces cerevisiae*'nin aynı türdeki diğer suşlara karşı öldürücü etkisi üzerine rapor edilmiştir (Makower ve Bevan, 1963; Buzzini ve ark. 2004). Sonraki yıllarda *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Schwanniomyces* ve *Williopsis* cinslerinin türlerine ait suşlar tarafından üretilen çeşitli katil proteinler bulunmuştur.

Mayalar; alerjenik metabolit üretmemeleri, çoğunlukla patojen olmamaları, zorlu koşullarda hayatta kalabilmeleri, gıdanın besin değerini yükseltecek vitamin, mineral ve esansiyel aminoasitleri içermeleri ve düşük oksijen ve su aktivitesinde gelişebilmeleri nedeniyle biyokontrol uygulamalarında tercih edilirler (Melin ve ark., 2007).

2.5.2.1. *Williopsis saturnus* var. *saturnus* antagonist mayası

Bazı mayalar; küf ve diğer mayalara karşı etkili toksinler üreterek antagonistik özellik göstermektedir. Bazı toksin üreten katil mayalar bakterilere karşı da antagonistik etki gösterirler. *W. saturnus* var. *saturnus* (eski adıyla *Hansenula saturnus*) iyi bilinen toksin üreticisi bir mayadır. Bu maya laktoz ve galaktozu fermente etmez, peynir gibi gıdaların aroma ve yapısına olumlu ya da olumsuz etkide bulunmaz (Magliani ve ark., 1997; Liu ve Tsao 2009).

Yapılan bir çalışmada; *W. saturnus* var. *saturnus* mayasının kullanılması, peynir üretiminde zararlı mayalar olan *Saccharomyces cerevisiae* ve *Kluyveromyces marxianus* mayalarının gelişmesini engellediği bildirilmiştir. Bu mayanın peynir üretiminde bozulmayı kontrol etmek amacıyla biyokontrol ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Liu ve Tsao 2009).

W. saturnus var. *saturnus* antagonist mayasının HSK-HYI (Gen kodu, IF0 0117YI) adlı bir toksin salgıladığı belirtilmiştir (Ohta ve ark., 1984; Guyard ve ark., 2002). Bu toksinin öldürücü etkisi β -1-3 glukan sentezini durdurarak mayaların hücre duvarı sentezini engellemesine dayanmaktadır (Kimura ve ark., 1995, Komiyama ve ark., 1995, 1998).

W. saturnus mayası; *Zygosaccharomyces bailii*, *S. cerevisiae*, *C. albicans*, *C. krusei*, *Kluyveromyces phaffii*, *K. marxianus*, *K. Fragilis*, *K. Lactis* ve *Hansenula* gibi birçok maya çeşidine; *Byssoschlamys*, *Eurotium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* spp. gibi küf çeşitlerine antagonist etki göstermektedir (Vondrejs ve Palkova, 1997; Liu ve Tsao, 2010). *W. saturnus* içeren PASP film ile kaplanan fıstıklara *A. flavus* küfü bulaştırılmış ve *W. saturnus* mayasının *A. flavus* küfünün gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Ulutaşdemir ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2017). Başka bir çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda *W. saturnus* içeren PASP filmler üretilmiş ve farklı pH değerlerinde *P. expansum* ve *A. niger*'e inhibisyonu incelendiğinde *W. saturnus* mayasının antifungal etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

2.5.3. Antagonist mayaların etkinlik mekanizması

Antagonist mayaların etkinlik mekanizması tam olarak açıklanamamaktadır. Ancak yapılan bazı çalışmalar; antagonist mayaların besin ve yer mücadelesi, antibiyozis ve parazitizm yollarından bir veya birkaçını kullanarak antagonistik etkiyi yarattığını göstermektedir (Chalutz ve ark., 1988; Isaac, 1992; Karaçalı, 1993; Wilson ve Wisniewski, 1994; Bora ve Özaktan, 1998).

Besin ve yer mücadelesi; doğal ortamda patojen ve antagonist aynı ekolojik çevrede bulunurlar. Besin gereksinimleri ve optimal çevre koşullarının benzerlik göstermeleri nedeniyle sınırlı bir bölgede sınırlı besin ortamında mücadele ederler (Lacroix, 2011). Bakteri ve mayalar hızlı besin tüketip büyüyerek yer kaplamaları nedeniyle patojenlerden daha şanslıdırlar. Antagonist mayaların yüzeye yapışma, kolonize olma gibi spesifik özellikleri vardır (Spadaro ve Droby, 2016). Bu özelliklerin temelinde mayaların biyofilm oluşturabilmesinin yattığı düşünülmektedir. Biyofilm oluşumu mayaların canlılık süresini uzatırken patojenlerin gelişimini baskılamaktadır (Droby ve ark., 2009; Sharma ve Tiwari, 2014).

Antibiyozis etki; bir organizmanın başka bir organizmayı metabolitleriyle engellemesi veya yıkıma uğratması olayıdır. Biyokontrolde en çok araştırılan

mekanizmadır (Vondrejs ve Palkova, 1997). Antagonistik etki mekanizmalarından antibiyozisi kullanan mikroorganizmalar biyolojik kontrol ajanı olarak seçilmemelidir çünkü patojenleri bir süre sonra bu antibiyotiklere karşı direnç kazanırlar (Bora ve Özaktan, 1998). Mayalarda ürettikleri antibiyotik metabolitlerle hücreleri yıkıma uğratırlar. Örneğin; *Hansenula* spp. (*Williopsis*) ürettiği HSK-HYI toksinleriyle patojenlerin hücre duvar sentezini önler (Wilson ve Wisniewski, 1994).

Parazitik etki; patojen ve antagonist organizmaların direkt etkileşimleri sonucu parazitik yolla patojen gelişimini engelleyerek antagonistik aktivite gösterilmesidir (Lacroix, 2011). En etkili ve en kesin sonuç veren mekanizmadır. Antagonist mayalar; küflerin hiflerine yapışarak, parazitik etki gösterir ve hücreyi eritirler (Wisniewski ve ark., 2007; Sharma ve Tiwari, 2014).

2.5.4. Antagonist mayaların etkinliğini belirleyen faktörler

Maya üretimini gerçekleştirmek için maya etkinliğini belirleyen faktörleri bilmek gereklidir (Droby ve ark., 2009). Bunlar; inokulum etkisi, kullanılan besiyeri, uygulandığı gıda kompozisyonunun etkisi, ortam pH'sı, sıcaklık ve depolama-koruma koşulları olarak belirtilmiştir (Rodgers, 2001; Schwenninger ve ark., 2011; Sharma ve Tiwari, 2014).

İnokulum etkisi; inokule edilen miktar, antimikrobiyal maddelerin üretim oranı, hızı, duysal kalite ve maliyet açısından önemlidir (Schwenninger ve ark., 2011; Sharma ve Tiwari, 2014). Yapılan çalışmalarda genellikle 6-10 log kob/g düzeyindeki maya miktarları kullanılmıştır. İnokulum miktarını yüksek tutarak gelişme hızı bakterilerden düşük olan mayaların fermantasyon süresi kısaltılıp bakteriler tarafından kontaminasyon riski azaltılır (Rodgers, 2001; Droby ve ark., 2009)

Kullanılan besiyeri; uygun besiyeri seçimiyle antagonistlerin hızlı, verimli ve kolay fermantasyon yaparak seri üretimi sağlanabilir. Mayanın geliştiği besiyeri endüstriyel atıklar veya atık materyallerde olabilmektedir. Örneğin pamuk çekirdeği unu, mısır ıslatma çözeltisi ve maya özütü gibi ucuz endüstriyel atık maddeler maya

hücrelerinin çoğalması için besiyeri olarak kullanılabilir (Droby ve ark., 2009).

Uygulandığı gıda kompozisyonunun etkisi; gıdanın bileşimi ve yapısı antagonist etkiyi olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Örneğin; ortama glikoz ve kalsiyum klorit ilave edildiğinde mayanın antagonistik etkisi artmaktadır (Potjewijd ve ark., 1995).

Ortamin pH'sı; mayalar düşük pH'da gelişebilirler. pH 5'in altında gerçekleşen fermentasyonlarda bakterilerin gelişmemesi nedeni ile de rahat gelişebildiğinden mayaların kontaminasyona uğrama riski düşmektedir (Droby ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada *Wickerhamomyces anomalus* antagonist mayasının antagonistik aktivitesinin pH 4,5'te en yüksek olduğu belirtilmiştir (Schwenninger ve ark., 2011; Muccilli ve ark., 2013).

Ortamin sıcaklığı; mayaların gelişimi, canlılıklarını ve antagonistik etkilerini korumaları açısından önemli bir parametredir. Optimum sıcaklıkta antagonistik aktivite maksimum düzeye çıkmaktadır (Rodgers, 2001).

Depolama-koruma koşulları; mayalar toz, dondurulmuş hücre konsantreleri veya sıvı formülasyon halinde kullanılabilirler. Ancak dondurularak kurutulmuş hücrelerin taze hücrelerden daha az etkili olduğu bilinmektedir. Antagonist kültürlerin laboratuvar koşullarında gösterdiği etkinliği gıda ortamında da göstermesi beklenir. Bu nedenle maya kültürüne koruyucu ve taşıyıcı gibi katkı maddeleri eklenmektedir (Rodgers, 2001; Droby ve ark., 2009)

2.5.5. Antagonist mayaların yenilebilir filmlerle gıdalara uygulanmaları

Yenilebilir filmlerde antagonist mayaların kullanıldığı sınırlı sayıda çalışmada mevcutken bu çalışmalar yalnızca meyve ve sebze ürünlerinde uygulanmıştır.

Sodyum aljinat ve keçiboyunu özü yenilebilir filmlerine *Wickerhamomyces anomalus* (10^7 kob/ml) antagonist mayası eklenerek portakallarda *Penicillium digitatum* küfünün neden olduğu bozulmalara etkisi incelenmiştir. Film yapısındaki antagonist maya popülasyonu %85 ten daha fazla korunmuştur ve küf gelişimi %73 fazla azalmıştır. Filmlerin bariyer, mekanik ve optik özellikleri ile portakalın fiziksel özelliklerini geliştirdiği ve portakalların sertliğinin korunduğu ve ağırlık kaybının azaldığı görülmüştür (Potjewijd ve ark., 1995; Aloui ve ark., 2015).

Şellak kaynaklı yenilebilir kaplamalara *C. oleophila* ($6 \log$ kob/cm²) antagonist mayası eklenerek kaplama *P. digitatum* ve *P. italicum* gelişimini önlemek amacıyla üzümlere uygulanmıştır. Kaplanan üzümlerde maya canlılığı 13°C’de 4 ay boyunca $4-5 \log$ kob/cm² seviyesinde korunmuştur ve üzümlerin raf ömründe artış gözlenmiştir (McGuire ve Hagenmaier, 1996). Yine üzümlerde yapılan bir başka çalışmada; üzümlere hasat öncesinde yüzeye *C. laurentii* ($8 \log$ kob/ml) mayası spreyleneş ve hasat sonrasında kitosan filmle kaplanmıştır (Meng ve ark., 2010). Hasat öncesi maya spreyleneşmesi bozulmayı yavaşlatmış, kitosan kaplama ise mayanın etkinliğinin depolama sırasında korunmasını sağlamıştır. Sonuç olarak üzümlerde mikrobiyal özellikler korunmuş, ağırlık kaybı azaltılmış ve üzümlerin polifenol oksidaz gibi doğal koruyucu enzimlerinin etkinliği artmıştır. Diğer benzer bir çalışmada da *C. laurentii* ($9 \log$ kob/ml) antagonist mayası içeren film çileklere uygulanmıştır. 20 günlük depolama süresi boyunca maya canlılığının yarısı korunmuş, küflerin gelişimi % 30 oranında azalmış ve su kaybı önlenmiştir (Fan ve ark., 2009).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılan materyaller

Film yapımında kullanılan; kaşar peyniri Güneşoğlu Süt Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den (Sakarya), peynir altı suyu protein konsantresi ($> \% 80$) Milkaş Gıda San. ve Dış Tic. Ltd. Şti.'den (İstanbul) temin edilmiştir. Film üretiminde plastikleştirici olarak kullanılan gliserol Sigma-Aldrich (Stenheim, Almanya)'den; filmin pH'sını ayarlama da kullanılan NaOH Merck (Almanya)'ten temin edilmiştir.

3.1.2. Mikroorganizmalar

Williopsis saturnus var. *saturnus* mayası Çukurova Üniversitesi (Adana, Türkiye) Gıda Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olan Prof. Dr. Hüseyin ERTEN beyden temin edilmiştir. Mayanın çoğaltılması ve korunması amacıyla %0,6 (a/h) maya özütü (Merck, 103753) içeren Tryptic Soy Agar (TSA) (Merck, 105458) besiyerinde geliştirilen koloniler öze yardımıyla alınarak %0,6 maya özütü içeren Tryptic Soy Broth (TSB) (Merck, 1.05459) tüplerinin içerisine aktarılmıştır. Kültürler 30°C'de 24 saat inkübasyon ile 2 kez aktifleştirildikten sonra geliştirildikleri sıvı besiyerine %15 gliserol (h/h) ilave edilerek -18°C'de depolanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Antagonistik mayanın elde edilmesi

Aktif kültürün %0,6 maya özütü içeren TSA besiyerine yayma yöntemiyle ekimi yapılarak 24 saat boyunca mayanın gelişim kurvesi gözlemlenmiştir. Sonuçlar aktiveleştirilen *W. saturnus* var. *saturnus* mayasının 10 ml %0,6 maya özütü içeren TSB besiyerine 1 öze inokülasyonu sonucu 30°C’de 24 saat inkübasyonda 7 kob/ml kültür elde edileceğini göstermiştir. Filmlere ilave edilecek maya konsantrasyonları bu hesap göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Kaşar peyniri yüzeyine kaplanacak film solüsyonları içerisinde istenilen maya miktarlarına ulaşabilmek için gerekli hesaplamalar kob/cm² film üzerinden yapılmıştır. Filmin 6 log kob/cm² maya içermesi için 1 L TSB + %0,6 maya özütü besiyerine aktif kültürden 1 ml eklenmiştir. Besiyerleri 30°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası 9000 rpm 15 dakika 4°C’de maya kültürleri santrifüjlenerek (Hettich,Universal-320R, Almanya) üstte kalan süpernatant dökülmüştür. Dipte kalan pelet 2 kez 10 ml steril destile su ile besiyeri içeriğinin uzaklaştırılması amacıyla 6000 rpm 10 dk santrifüj edilerek yıkanmıştır. Bu işlemler sonucunda elde edilen pelet film çözeltisine ilave edilmeye hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Maya içeren yenilebilir film üretimi

Steril saf su ile %10 (a/h)’luk peynir altı suyu proteini (PASP) çözeltisi hazırlanmıştır. PASP solüsyonunun pH’sı 0,5 N NaOH kullanılarak pH metrede (Mettler Toledo Seven Compact, IonS220, İsviçre) 8,0’e ayarlanmıştır. Asitliği ayarlanan solüsyon 90 ± 2°C’ye ayarlı çalkalayıcı su banyosunda 25 dakika (JSR, JSSB-30T, Kore) ısıtılmıştır. Çalkalamanın 25. dakikasında plastikleştirici olarak % 2,0 (a/h) gliserol eklenerek 5 dakika daha çalkalanmıştır. Film solüsyonu su banyosundan çıkarıldıktan sonra steril kabinde UV ışığı altında soğutulmuştur. Santrifüj işlemiyle elde edilen *W. saturnus* var. *saturnus* mayası film solüsyonlarına ayarlanan miktarlarda eklenerek vorteksle (IKA,MS3 basic, Amerika) iyice karıştırılmıştır (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018) .

3.2.3. Kaşar peynirlerinin maya ekli yenilebilir film ile kaplanması

Kaşar peyniri örnekleri steril bir şekilde 50 ± 2 g olacak şekilde dilimlenmiştir. Dilimlere ayrılan kaşar peynirleri steril saf su, *W. saturnus* içeren steril saf su, PASP film çözeltisi veya *W. saturnus* içeren PASP film çözeltisine 10 saniye süre ile daldırılarak aseptik şartlarda tel ızgarada 1 saat kurutulmuştur. Kaşar peyniri örnekleri vakum paketlenme makinası (Reepack RV 300, İtalya) ile vakumlu ve pasif hava ile paketlenerek 56 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın her haftasında mikrobiyal analizler (maya/küf, laktik asit bakterisi), 0, 28 ve 56. günlerinde kimyasal analizler (yağ, pH, kuru madde ve kül miktarı), su aktivitesi, ağırlık kaybı, renk analizleri ve 0. günde duyu analizi yapılmıştır.

3.2.4. Laboratuvar analizleri

3.2.4.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması

Her 50 g örnekten 25 g kesildikten sonra steril stomakır torbasına konulmuş ve 225 ml %0,1 peptonlu su (Merck, Almanya) eklenerek parçalayıcıda (Interscience, Bagmixer 400, Fransa) 2 dakika homojenize edilmiştir. Uygun dilüsyonlar hazırlandıktan sonra katı besiyerlere ekim yapılmıştır.

3.2.4.2. Maya-küf sayımı

Maya – küf sayımı için gerekli dilüsyonlar hazırlanmış ve Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar’a (OGYE) yayma yöntemiyle ekim yapılarak küfler 2 gün mayalar için ise 5 gün 25°C’de inkübasyona bırakılmıştır (Roberts ve Greenwood, 2003).

3.2.4.3. Laktik asit bakterileri sayımı

Lactobasillusların sayımı için Man Rogosa Sharp Agar'a (MRS) ve MRS'ye % 0,2 oranında sorbik asit (Acros Organics, Amerika) eklenip dökme yöntemiyle ekim yapılarak MRS Agar 25°C'de, sorbik asit katkılı MRS agarlar ise 42°C 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. *Laktik Streptococcusların* sayımı için ise M17 agar'a dökme yöntemiyle ekim yapılarak 30°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Gilliand ve ark., 1984, Baumgart ve ark., 1986).

3.2.4.4. Antagonistik maya sayımı

Antagonistik maya sayısını elde etmek için ise MRS agar sayım sonuçlarından %2 sorbik asit (Acros Organics, Amerika) eklenmiş MRS agar sayım sonucunun farkı alınmıştır. MRS agar sayımları maya ve laktik asit bakterisi toplamını vermektedir, %2 sorbik asit eklenmiş MRS agar ise maya gelişimini engelleyerek sadece laktik asit bakterilerinin sayısını verir. Bunların farkından *W. saturnus* sayısı elde edilmiş olur (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

MRS: *W. saturnus* sayısı + Laktik asit bakteri sayısı

MRS + %2 Sorbik asit: Laktik asit bakteri sayısı

MRS - (MRS + %2 Sorbik asit): *W.saturnus* sayısı

3.2.4.5. Ağırlık ölçümü

Depolamanın 0, 28 ve 56. günlerinde vakumsuz depolanan örnekler hassas terazide tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Tartımlar arasındaki farklar % nem kaybı olarak hesaplanmıştır.

A_i = Başlangıç paket ağırlığı

A_s =0, 14, 28, 42 ve 56. gün sonundaki paket ağırlığı

$$\% \text{ Nem Kaybı} = \frac{A_i - A_s}{A_i} * 100 \quad (3.1)$$

3.2.4.6. Kuru madde tayini

İçerisinde organik maddelerden temizlenmiş 20 gram deniz kumu ve cam baget bulunan kurutma kabı 130°C’de etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. İçerisinde deniz kumu ve cam baget bulunan kuru madde kapları içerisine homojen hale getirilmiş 3-5 g kaşar peyniri örneği tartılıp iyice ezilip kumla karıştırılmıştır. Örnek kuru madde kabı yüzeyine yayılarak 102±3°C’de 5 saat kurutulmuştur. Desikatöre alınarak soğutulan örneklerin tartımı yapılmıştır. Ardından yarım saat tekrar kurutulmuştur. İki tartım arasındaki fark %0,1’i geçmeyinceye kadar işleme devam edilmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler desikatörde soğuduktan sonra tartılmış ve % kuru madde olarak hesaplanmıştır (Demirci ve Gündüz, 2000; Kurt ve ark., 2007; Uylaşer ve Başoğlu, 2011).

M: Deniz kumu ve cam baget içeren kurutma kabı ağırlığı (g)

M1: Kurutulmuş kaşar peyniri olan kurutma kabı ağırlığı (g)

M2: Kaşar peyniri örneği tartılmış kurutma kabı ağırlığı (g)

$$\% \text{ KM} = \frac{M1-M}{M2-M} * 100 \quad (3.2)$$

3.2.4.7. Yağ tayini

Kaşar peyniri örneklerinde yağ tayini Gerber yöntemiyle yapılmıştır. Bütirometrelerin küçük tüplerinin içerisine homojen hale getirilmiş peynir örneğinden 3 gram tartılarak bütirometrenin alt kısmına yerleştirilmiştir. Açık olan üst kısımdan 10 ml yoğunluğu 1,520 g/ml olan H₂SO₄ ilave edilerek üst kapak kapatılmıştır. Peynirin iyice erimesini sağlamak amacıyla bütirometreler 70°C’deki sıcak su banyosunda yaklaşık 2 saat bekletilmiştir. Eriyen peynir üzerine 1 ml amil alkol ilave edilerek karıştırılmış ve daha sonra bütirometre üst kapak açılarak 35 çizgisine kadar H₂SO₄ ile tamamlanmıştır. Gerber santrifüjde 1200 devir/dakika santrifüj edildikten sonra skaladan % yağ miktarı okunmuştur (Oysun, 1996; Kurt ve ark., 2007).

3.2.4.8. Kül tayini

Kül krozeleri, 130°C’de 2 saat kurutulup desikatörde soğutulmuş ve darası alınmıştır. Krozelere yaklaşık 3 g peynir tartılmış, ısıtıcıda 20 dk bekletilerek fazla su uçurulmuştur. Daha sonra krozeler, kül fırınında, 1 saat 250°C, 4-5 saat 550°C beyaz renkli kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakılan krozeler desikatörde soğutulup, tartılmıştır ve % kül miktarı olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

M = Alınan örnek ağırlığı

M1 = Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

M2 = Yakmadan sonraki kroze+ kül ağırlığı

$$\% \text{ Kül} = \frac{M2-M1}{M} * 100 \quad (3.3)$$

3.2.4.9. Su aktivitesi tayini

Kaşar peyniri örnekleri havanda ezilerek örnek kaplarına yerleştirilmiştir. Cihazın kalibrasyonu a_w (viz. LiCl=0,114, MgCl₂=0,329, K₂CO₃=0,443, Mg(NO₃)₂=0,536, NaBr=0,653 ve KCl=0,821) 6 tane doyurulmuş solüsyon ile yapılmıştır. Göstergede okunan değerler su aktivitesi değeri olarak kaydedilmiştir (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

3.2.4.10. Renk tayini

Kaşar peynirlerinin renk analizi Lovibond RT 300 Series Reflectance Tintometer (İngiltere) marka kolorimetre cihazı ile L^* , a^* , b^* renk sistemi cinsinden belirlenmiştir. Ölçümler, örneğin iç kesiti üzerinde 5 ayrı bölgede gerçekleştirilmiş ve bunların aritmetik ortalaması alınmıştır. Hunter Lab sisteminde L^* değeri parlaklığı, a^* değeri pozitif değerdeyken kırmızı negatif değerde yeşili ve b^* değeri pozitif değerde sarıyı negatif değerdeyken mavi renk aralığını ifade etmektedir (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

3.2.4.11. pH analizi

10 g rendelenmiş Kaşar peyniri 20 ml saf su ile karıştırılarak blender de homojenize edilmiş ve hazırlanan karışımın pH'sı dijital pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Hannon ve ark., 2003).

3.2.4.12. Duyusal analiz

Duyusal değerlendirmede kullanılacak kaşar peynirleri 5 gr kesilerek 4 farklı kaplama solüsyonuyla kaplanmıştır. Excell programı kullanılarak oluşturulan 3 basamaklı rastgele sayılar verilen peynir örnekleri su ve tuzlu kraker ile panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden görünüş, doku, lezzet kriterlerini değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal analizler Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi personelinden ve öğrencilerinden oluşan 100 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizlerde kullanılan değerlendirme formu Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Duyusal analiz testi

DUYUSAL ANALİZ TESTİ				
Panelistin Adı-Soyadı:		Tarih: ... / ... / 2017		
Ürün: Kaşar Peyniri		Saat:		
AÇIKLAMA:Lütfen değerlendirmeyi ilk olarak görünüş açısından yapınız.				
		ÖRNEK KODLARI		
NİTELİK				
GÖRÜNÜŞ				
ÇOK İYİ Düzgün ve pürüzsüz görünümde; Lekesiz; parlak saman sarısı renginde;homojen renk dağılımı;	5	5	5	5
İYİ Düzgün ve pürüzsüz görünümde; lekesiz; hafif mat sarı; homojen renk dağılımı;	4	4	4	4
AZ KUSURLU Düzgün olmayan; pürüzlü görünümde; az sayıda lekeli; Hafif gözenek ve çatlak içeren; renkte sapmalar;	3	3	3	3
KUSURLU Düzgün olmayan ve pürüzlü görünümde; lekeli, çok sayıda gözenek ve çatlak içeren; koyu krem veya esmerimsi renk;değişik renk	2	2	2	2
ÇOK KUSURLU Düzgün olmayan; çok pürüzlü görünümde, Çok lekeli; aşırı derecede gözenek veya çatlak içeren; kahverengi renk; kabul edilemeyecek renk oluşumları (yeşil, kırmızı vb.)	1	1	1	1
DOKU				
ÇOK İYİ Taze kaşar peynirine özgü sertlikte olan; Ağızda sivaşmayan; kırılğan olmayan, hafif elastik;	5	5	5	5
İYİ Kabul edilebilir setlikte, ağızda sivaşmayan; kırılğan olmayan, hafif elastik;	4	4	4	4
AZ KUSURLU Hafif sert veya hafif yumuşak, ağızda hafif sivaşan; hafif kırılğan veya elastik;	3	3	3	3
KUSURLU Sert veya yumuşak; ağızda sivaşan; belirgin derecede kırılğan veya lastiğimsi;	2	2	2	2
ÇOK KUSURLU Ekmeğe sürülebilecek kadar yumuşak ya da bıçakla güçlükle kesilebilecek derecede sert olan; ağızda aşırı sivaşan; aşırı kırılğan	1	1	1	1
LEZZET				
ÇOK İYİ Kendine özgü tipik taze kaşar peyniri lezzetinde ve tuzlulukta;	5	5	5	5
İYİ Kendine özgü lezzette fakat hafif tuzlu;	4	4	4	4
AZ KUSURLU Tuzlu; hafif ekşi veya hafif okside lezzet; hafif yavan;	3	3	3	3
KUSURLU Ekşimsi; acımsı; belirgin okside lezzet; yabancı lezzet; yavan veya aşırı tuzlu;	2	2	2	2
ÇOK KUSURLU Aşırı derecede ekşimsi veya yavan veya yabancı lezzet; Aşırı okside lezzet; kabul edilemez tuzluluk;	1	1	1	1

3.2.4.13. İstatistiksel analizler

W. saturnus var. *saturnus* antagonist mayası ekli peynir altı suyu proteini yenilebilir filmi ile kaplanan kaşar peyniri örneklerinin mikrobiyolojik, fiziksel ve mekanik özelliklerinden elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 20.0 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA), denemeler arasında önem farklılıklarının karşılaştırılmasında, Duncan çoklu karşılaştırma testi, gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında kullanılmıştır ($p < 0,05$).



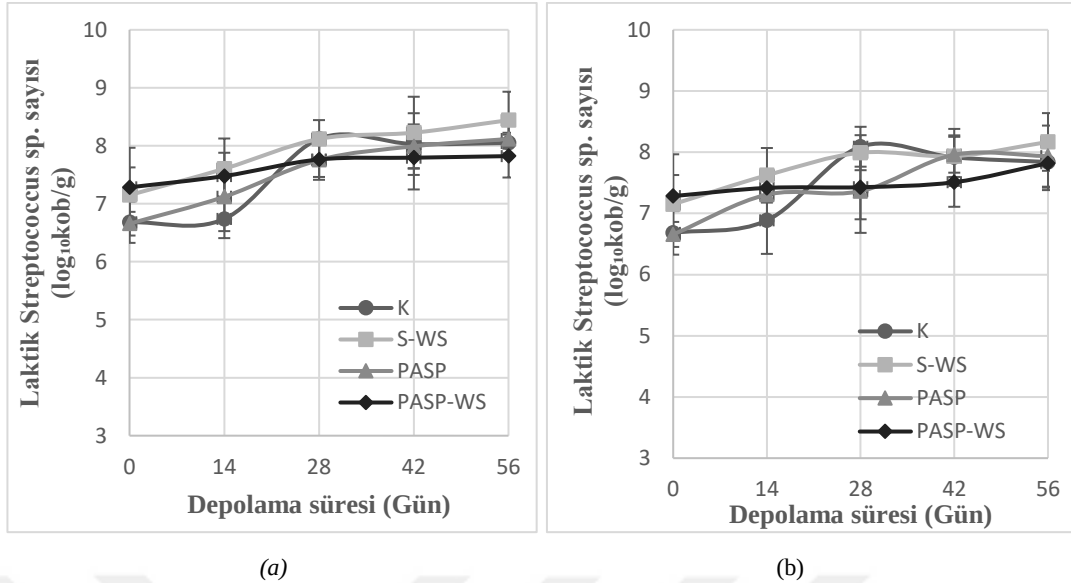
BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda 6,9 log kob/g konsantrasyonunda *Williopsis saturnus* var. *saturnus* mayası peynir altı suyu proteini konsantresi (PASP) esaslı yenilebilir filmlere dönüştürölüp daldırma yöntemiyle taze kaşar peynirleri kaplanıp, kurutulduktan sonra vakumlu ve vakumsuz paketlenip 4°C’de 56 gün saklanmıştır. *W. saturnus*, laktik asit bakterisi, küf ve maya sayısı depolanma süresi boyunca gözlenmiştir. Kaşar peynirleri örneklerinin su aktivitesi, renk ölçümü, pH ölçümü, kimyasal analiz ve duyuşal analiz sonuçları incelenmiştir.

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Laktik streptococcus cinsi bakteri sayısı

Şekil 4.1.’de 56 gün depolama boyunca farklı kaplamalar ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde laktik streptokok bakterilerinin sayısındaki artış log10 kob/g cinsinden gösterilmiştir.



Şekil 4.1. *W. saturnus* içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peynirlerinde 4°C'de, 56 günlük depolama süresi boyunca Laktik *Streptococcus* sp. Üremesine etkisi (log₁₀kob/g). (K: Saf su, S-WS: *W. saturnus* içeren saf su, PASP: Peynir altı suyu proteini kaplaması, PASP-WS: *W. saturnus* içeren Peynir altı suyu proteini kaplaması)

Depolamanın başlangıcında peynir örneklerinin *Laktik Streptococcus* cinsine ait bakteri sayısı 6,6 ile 7,3 log₁₀ kob/g arasında gözlenmiştir. *Laktik Streptococcus* sayısı 56 günlük depolama boyunca 0,54 ile 1,46 log kob/g arasında bir artış göstermiştir.

Maya içeren kaplama ile kaplanmış peynir dışında tüm kaşar peyniri örneklerinde laktik *Streptococcus* sayısında 28. günden itibaren 0,70 log artış gözlenmiştir (p<0,05). *W. saturnus* içeren PASP ile kaplı örneklerde ise 56 günlük depolama süresince laktik *Streptococcus* sayısında önemli bir değişim gözlenmemiştir (p>0,05).

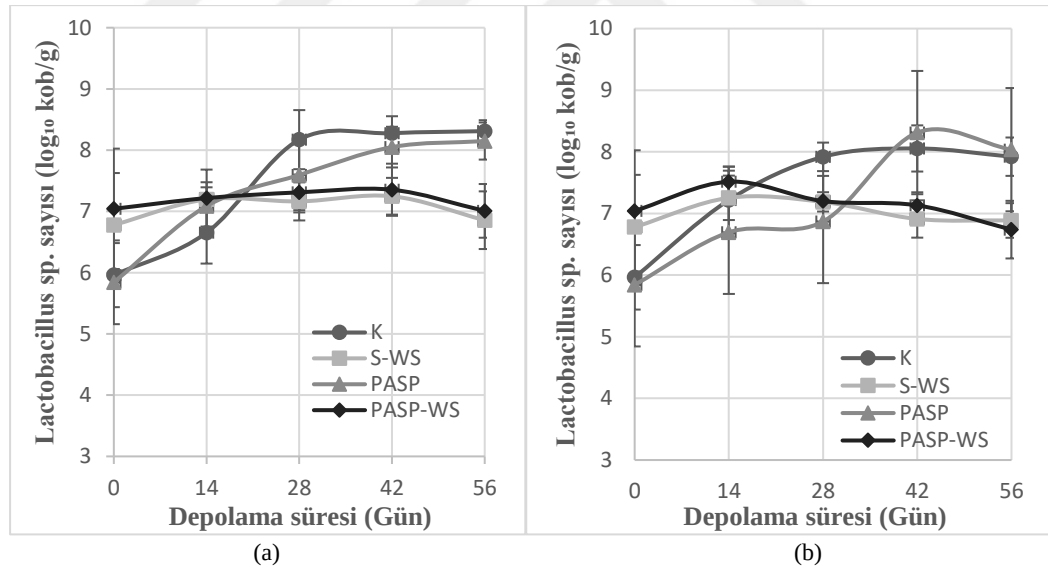
Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesinin vakumlu veya pasif ambalajlanmış örneklerde laktik *Streptococcus* üremesini önemli ölçüde engellediğini göstermiştir (p<0,05). Çeşitli kaplamalarla kaplanmış kaşar peyniri örneklerine vakum ambalajlama uygulaması laktik *Streptococcus* cinsine ait bakteri sayısına etki etmemiştir (p>0,05).

Kaşar peynirlerinde starter kültür olarak termofilik özelliği olan *Streptococcus* cinsi bakteriler kullanılmaktadır. Eklenen starter kültürün sayısının depolama boyunca

azalmaması kaşarın olgunlaşma döneminde istenen özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır. *W. saturnus*'ün sadece PASP kaplama ile kullanılması starter kültürün üremesini engellemesi bu uygulamanın tekrar gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Diğer benzer çalışmalarda peynirde ve yoğurtta *Streptococcus thermophilus* bakterisinin üremesinin *W. saturnus* uygulaması ile engellenmediği hatta üremesi desteklendiği rapor edilmiştir (Lio ve Tsao, 2009; 2010).

Laktobasil sayısı

Saf su ile kaplanmış peynir örneklerinde *Lactobacillus* cinsine ait bakteri sayısı 56 günde 5,97 log₁₀ kob/g'dan 8,31 log₁₀ kob/g'a, PASP ile kaplı örneklerde 5,84 log₁₀ kob/g'dan 8, 15 log₁₀ kob/g'a ulaşırken, *W. saturnus* ekli saf su ve maya ekli kaplama ile kaplanmış örneklerde *Lactobacillus* cinsine ait bakteri sayısı değişmemiştir (Şekil 4.2).



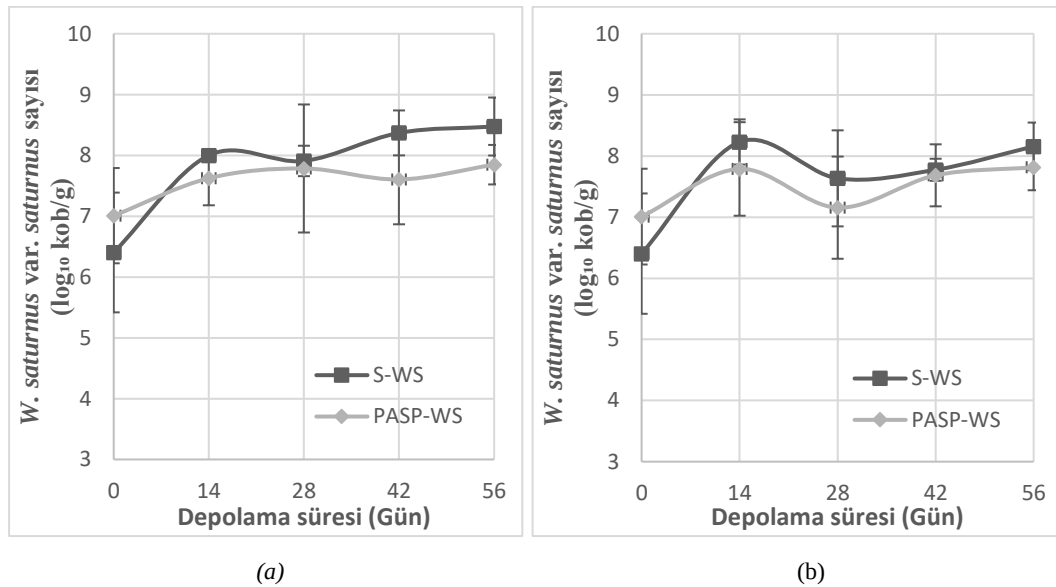
Şekil 4.2. *W. saturnus* içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C'de, 56 günlük depolama süresi boyunca *Laktobacillus* sp. üremesine etkisi (log₁₀ kob/g). (K: Saf su, S-WS: *W. saturnus* içeren saf su, PASP: Peynir altı suyu proteini kaplaması, PASP-WS: *W. saturnus* içeren Peynir altı suyu proteini kaplaması)

Depolamanın 0. ve 14. günlerinde farklı filmler ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde *Lactobacillus* sayıları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli görülmemiştir (p>0,05). Saf su ile kaplanmış kontrol grubu örneklerinde *Lactobacillus* sayısı depolamanın 28. gününe kadar artmış sonrasında ise sabit

kalmıştır. *W. saturnus* içeren saf su ve *W. saturnus* içeren PASP ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerine 0. ve 56. günler arasında *Lactobacillus* sayısı değişmemiştir ($p<0,05$). *W. saturnus* antagonist mayası *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin üremesini engellemiştir. PASP ile kaplanmış örnekler ise *Lactobacillus* sayısı 42. güne kadar artmış ($p<0,05$) sonrasında ise bir değişim gözlenmemiştir. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peynirlerine vakum ambalaj uygulaması *Lactobacillus* cinsine ait bakteri sayısında istatistiksel açıdan önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ($p>0,05$).

Lactobacillus cinsi bakteriler kaşar peynirinde starter kültür olmayan bakteriler olarak tanımlanır. Bu cins bakteriler, peynir aromalarını geliştirdikleri gibi peynir yüzeyinde kalsiyum laktat üreterek kristalleşmeye yol açan ve peynirde istenmeyen görüntü oluşturabilirler (Khalih ve Marth, 1990). Kaplamalara *W. saturnus* eklenmesi *Lactobacillus* cinsine ait bakteri türünün üremesini engelleyerek kristalleşme riskini de azaltmıştır.

Williopsis saturnus var. *saturnus* mayası sayısı



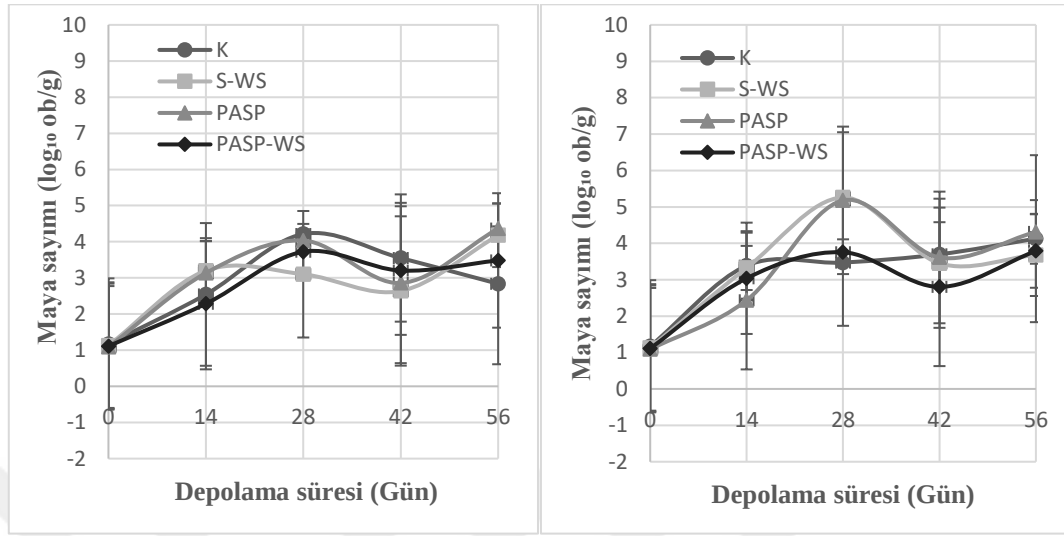
Şekil 4.3. *W. saturnus* içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca *Williopsis saturnus* var. *saturnus* üremesine etkisi (log₁₀ kob/g). (K: Saf su, S-WS: *W. saturnus* içeren saf su, PASP: Peynir altı suyu proteini kaplaması, PASP-WS: *W. saturnus* içeren Peynir altı suyu proteini kaplaması)

Kaşar peyniri örneklerinde *W. saturnus* var. *saturnus* sayısı depolamanın ilk günün de ortalama 6,71 log₁₀ kob/g depolamanın son günü ise ortalama 8,07 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.3.). Depolamanın sonunda *Williopsis saturnus* var. *saturnus* sayısı 0,81 ile 2,07 log₁₀ kob/g arasında bir artış göstermiştir.

W. saturnus içeren saf su ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde *W. saturnus* antagonist maya sayısı 14. güne kadar artmış ($p<0,05$) sonrasında ise değişim göstermemiştir. *W. saturnus* içeren PASP ile kaplı örneklerde ise depolama süresi boyunca *W. saturnus* sayısı sabit kalmıştır ($p>0,05$). Depolamanın 42. gününe kadar farklı solüsyonlarla kaplı kaşar peynirlerinin içerdikleri *W. saturnus* sayısı arasında fark bulunamamıştır. Peynir altı suyu protein bazlı kaplamayla kullanılması *W. saturnus* üremesini depolamanın 56. gününün sonunda saf su ile kullanımına göre 1 log azaltmış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). *W. saturnus* içeren kaplama solüsyonlarıyla kaplı kaşar peyniri örneklerine vakum uygulaması 42 ve 56. günlerde *W. saturnus* üremesini engellemiştir ($p<0,05$).

W. saturnus antagonist mayası eklenerek üretilen PASP filmlerinin antifungal, özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada 28 günlük depolama süresinin sonunda *W. saturnus* sayısının ortalama 3,4 log azaldığı gözlemlenmiştir (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018). Bunun sebebi *W. saturnus* var. *saturnus* antagonist mayası laktozu ve galaktozu fermente edemez ve PASP filmlerini besin olarak kullanamaz böylelikle mayaların sayısı su aktivitesindeki azalmayla birlikte düşüş gösterir. Bizim çalışmamızda ise antagonist maya sayısı artmış ve bazı durumlarda değişmemiştir. Starter kültür olarak katılan *Streptococcus thermophilus*'un laktozu galaktoza ve glikoza parçalama kabiliyeti sonucunda *W. saturnus* için glikoz besin maddesi karşılandığı ve üremesi desteklendiği düşünülmektedir (Lio ve Tsao, 2009).

Maya sayısı



Şekil 4.4. *W. saturnus* içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca maya üremesine etkisi (log₁₀ kob/g). (K: Saf su, S-WS: *W. saturnus* içeren saf su, PASP: Peynir altı suyu proteini kaplaması, PASP-WS: *W. saturnus* içeren Peynir altı suyu proteini kaplaması)

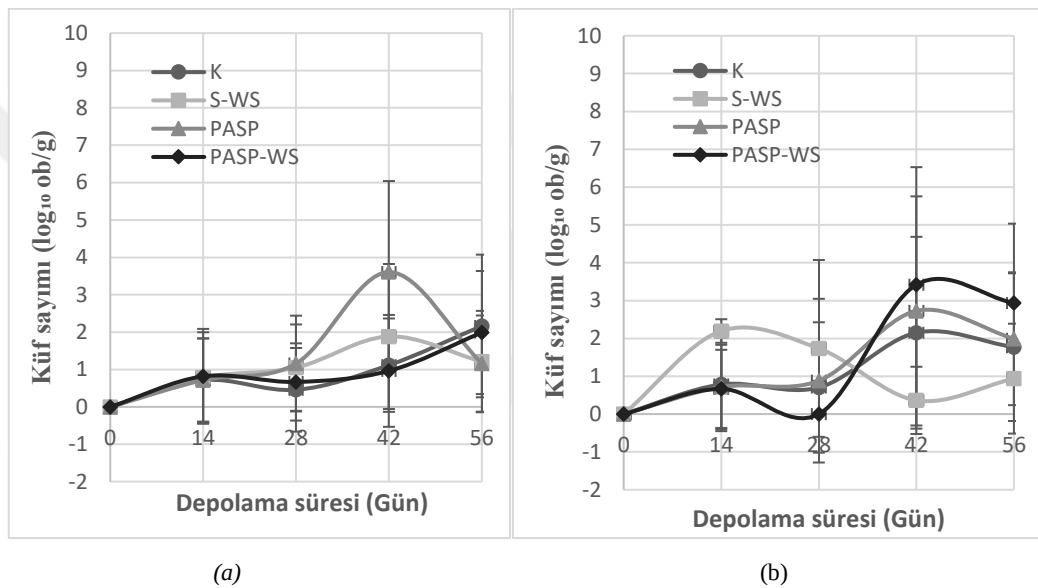
56 günlük depolama boyunca maya sayısı 1,0 log₁₀ kob/g dan yaklaşık 3 ile 4 log₁₀ kob/g’a artmıştır (Şekil 4.4.).

Depolamanın tüm günlerinde farklı kaplamalar ile kaplanmış örneklerde maya sayısı arasında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($p>0,05$). Çeşitli kaplamalar ile kaplanmış kaşar peynirlerinin vakum uygulanarak paketlenmesi maya üremesini etkilememiştir ($p>0,05$).

Saf su ile kaplanmış vakum paketlenmiş, *W. saturnus* içeren saf su ile kaplanmış ve PASP ile kaplanmış pasif paketlenmiş örneklerde maya miktarı 28. güne kadar yaklaşık 3 log artmıştır sonra ise ortalama 1 log azalmıştır ($p<0,05$). Saf su ile kaplanmış pasif paketlenmiş, *W. saturnus* içeren ve içermeyen PASP ile kaplanmış ve vakum paketlenmiş örneklerde ise maya miktarı 14. güne kadar artmış ($p<0,05$) sonrasında ise değişim göstermemiştir ($p>0,05$). Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması maya üremesini depolamanın 28. gününden sonra önemli derecede azalttığı görülmüştür. Bu da maya sayısının antagonistik etki gösterecek farkı yaratacak sayısal farka ulaşabildiği ile

açıklanabilir. Yapılan bir çalışmada antagonistik etki açısından filmlerin içerisindeki antagonist mikroorganizma sayısının 4 log kob/cm², tercihen 6 log kob/cm² olması gerektiği belirtilmiştir (McGuire ve Hagenmaier, 1996). Peynirde yapılan benzer bir çalışmada *W. saturnus* uygulaması ile peynire bulaştırılan *S. cerevisiae* ve *K. marxianus* mayaların üremesi kontrol örneklerine göre 3 log engellenmiştir (Liu ve Tsao, 2009).

Küf sayısı



Şekil 4.5. *W. saturnus* içeren PASP bazlı kaplamanın vakumlu (a) veya pasif (b) paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 4°C’de, 56 günlük depolama süresi boyunca küf üremesine etkisi (log₁₀ kob/g). (K: Saf su, S-WS: *W. saturnus* içeren saf su, PASP: Peynir altı suyu proteini kaplaması, PASP-WS: *W. saturnus* içeren Peynir altı suyu proteini kaplaması)

Kaşar peyniri örneklerinde küf sayısı en çok 3,61 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.).

Küf sayısı 56 günlük depolama süresi boyunca 0,66 ile 2,60 log₁₀ kob/g arasında artış göstermiştir. Depolamanın 0., 28. ve 56. günlerinde farklı kaplama solüsyonlarıyla kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde küf sayısı sabit kalırken 14. günde *W. saturnus* içeren saf su ile kaplı pasif paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde küf sayısında 1 log, 42. günde ise PASP ile kaplı vakum paketlenmiş kaşar peyniri örneklerinde 2 log artış görülmüştür (p<0,05). *W. saturnus* içeren saf su ile kaplı vakum paketli örneklerde küf miktarında depolama süresinin sonuna kadar değişim

gözlenmezken pasif paketlenmiş örneklerde 14. güne kadar 2 log artarken 14. günden sonra 1 log azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). PASP ile kaplanmış kaşar peynirleri vakum paketlenmiş ve *W. saturnus* içeren PASP ile kaplanmış pasif paketlenmiş örneklerde küf miktarı 42. günde 3 log kadar artmış sonra ise azalmıştır ($p<0,05$). Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması ile birlikte küf üremesini azalttığı görülmüştür. ($p<0,05$). Daha önce yapılan bir çalışmada da *W. saturnus* içeren PASP filmlerinin *Aspergillus niger* ve *Penicillium digitarum* üremesini besiyerinde durdurduğu gözlenmiştir (Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018).

4.2. Ağırlık Ölçümü

Tablo 4.1.'de farklı kaplamalar ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde ağırlık ölçümleri, Tablo 4.2.'de ise % nem kaybı değerleri verilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca ağırlık ölçümü değerinin zamanla değişimi (g).

	Ağırlık ölçümü (g)		
	Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar	0	28	56
Saf su	56,15±1,19 ^{Aa}	55,86±1,26 ^{Aa}	55,71±1,39 ^{Aa}
<i>W. saturnus</i> içeren saf su	54,47±1,75 ^{Aa}	54,20±1,96 ^{Aa}	54,08±2,00 ^{Aa}
PASP	53,48±1,08 ^{Aa}	53,32±1,05 ^{Aa}	53,18±1,09 ^{Aa}
<i>W. saturnus</i> içeren PASP	55,04±1,34 ^{Aa}	54,89±1,33 ^{Aa}	54,78±1,34 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Tablo 4.2. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % ağırlık kaybı değerinin zamanla değişimi (g).

Peynirlerin kaplandığı kaplamalar	Ağırlık Kaybı (%)		
	Depolama zamanı (Gün)		
	0	28	56
Saf su	-	0,51±0,25 ^{Ba}	0,78±0,50 ^{Aa}
<i>W. saturnus</i> içeren saf su	-	0,50±0,42 ^{Aa}	0,72±0,45 ^{Aa}
PASP	-	0,30±0,13 ^{Aa}	0,56±0,20 ^{Aa}
<i>W. saturnus</i> içeren PASP	-	0,27±0,05 ^{Ba}	0,46±0,02 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kaşar peyniri örneklerinde % ağırlık kaybı 0,46 ile 0,72 g arasında gözlenmiştir. Farklı kaplamalar ile kaplanmış örnekler arasındaki % ağırlık kaybı istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

PASP kaplamasının kaşar peynirinin ağırlık kaybını önemli dercede azaltacağı öngörülmüştür fakat önemli bir etkisi olmadığı sonuçlarda görülmüştür. Bunun bizim çalışmamızın sonucunun aksine peynirler üzerine uygulanan kaplamaların ağırlık kaybını azalttığı daha önce yapılan çalışmalarda gözlenmiştir. Örneğin, nane uçucu yağı içeren peynir altı suyu proteini izolatu ve sorbitol kaynaklı film ile lor peynirleri kaplanmasıyla yapılan çalışmada kontrol örneğinde görülen ağırlık kaybının film kaplı örneklerle göre daha fazla olduğu, film kaplamanın nem kaybını önlediği bildirilmiştir (Kavas ve Kavas, 2014).

4.3. Kuru Madde İçerikleri

Kaşar peynirinde kuru madde oranı bileşimde bulunan yağ, protein, laktoz, tuz ve mineral maddelerce belirlenmektedir.

Tablo 4.3. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % kuru madde değerlerinin zamanla değişimi.

		Kuru madde miktarı (%)		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	55,8±0,62 ^{Ab}	56,4±1,76 ^{Aa}	56,9±2,47 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	56,2±1,16 ^{Aab}	55,5±0,98 ^{Aa}	56,8±0,52 ^{Aa}
	PASP	56,3±1,05 ^{Aab}	57,8±1,37 ^{Aa}	57,8±1,02 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	57,4±1,20 ^{Aa}	57,6±0,93 ^{Aa}	58,0±0,67 ^{Aa}
Vakumsuz	Saf su	55,8±0,62 ^{Ab}	56,0±3,41 ^{Aa}	57,9±1,68 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	56,2±1,16 ^{Bab}	57,4±0,60 ^{Aa}	58,5±0,97 ^{Aa}
	PASP	55,5±1,69 ^{Bb}	57,4±0,55 ^{Aa}	58,2±1,11 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	57,4±1,20 ^{Aa}	57,5±2,09 ^{Aa}	58,9±0,81 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Tablo 4.3.'de çeşitli kaplamalarla kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde kuru madde içeriklerinin değişimi verilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinde kuru madde değerlerinin % 55,49 – 57,99 aralığında değiştiği görülmektedir. Kaşar peynirlerinin kuru madde değerlerinde artış 0,59 g ile 2,67 g arasında gözlemlenmiştir. Kuru madde değerleri dikkate alındığında PASP kaplamasına *W. saturnus* var. *saturnus* mayasının eklendiği vakumlu örneklerde görülen artışın diğer örneklerde meydana gelen artışa göre daha az olduğu görülmektedir. Bu durum, antagonist maya ekli film kaplamanın kuru madde kaybını engellediğini göstermektedir ($p < 0,05$). Güven ve arkadaşları farklı ambalaj materyalleri ile ambalajladıkları kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince kuru madde miktarlarının arttığını ve bu artışın vakum ambalajlanmış örneklerde daha az düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir (2002).

28 ve 56. günlerde farklı kaplamalar ile kaplanmış kaşar peynirlerinin kuru madde değerleri arasında fark görülmezken ($p > 0,05$) 0. günde *W. saturnus* içeren PASP ile kaplanmış kaşar peynir örneklerinin kuru madde değeri diğerlerine göre yüksek çıkmıştır ($p < 0,05$).

Kaşar peynirlerinde kuru madde değerlerinin tespit edildiği bazı çalışmalarda, %53,34–66,67 (Topal, 1987), %49,16–62,29 (Koçak, 1998), ortalama %53 (Koca, 2003), %52,22–65,2 (Wang ve Sun, 2001), % 55,9–63,3 (Güleç ve ark., 2004) olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda kaşar peynirlerinde kuru madde ortalama %56 bulunmuştur, bu çalışmalarla desteklendiği görülmektedir.

4.4. Su Aktivitesi

Tablo 4.4. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca su aktivitesi değerlerinin zamanla değişimi.

		Su aktivitesi değeri		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	0,945±0,009 ^{Aab}	0,948±0,010 ^{Aa}	0,938±0,005 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	0,936±0,005 ^{Cb}	0,953±0,006 ^{Aa}	0,945±0,004 ^{Ba}
	PASP	0,947±0,009 ^{Aa}	0,951±0,007 ^{Aa}	0,942±0,004 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	0,947±0,010 ^{ABa}	0,957±0,011 ^{Aa}	0,942±0,005 ^{Ba}
Vakumsuz	Saf su	0,945±0,009 ^{Aab}	0,951±0,004 ^{Aa}	0,944±0,005 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	0,936±0,005 ^{Ab}	0,943±0,014 ^{Aa}	0,943±0,005 ^{Aa}
	PASP	0,947±0,009 ^{ABa}	0,954±0,011 ^{Aa}	0,940±0,004 ^{Ba}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	0,947±0,010 ^{Aa}	0,945±0,010 ^{Aa}	0,937±0,015 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kaşar peyniri örneklerinde a_w değeri en düşük 0,936, en yüksek ise 0,957 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4.).

Aynı depolama gününde çeşitli kaplamalar ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin vakum veya pasif paketlenmesi ve kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi su aktivitesi değerinde değişikliğe sebep olmamıştır. Depolamanın ilk gününde *W. saturnus* içeren saf su ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin a_w değeri diğer örneklerden 0,011 birim düşük olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Depolamanın diğer günlerinde ise farklı kaplamalar ile kaplanmış kaşar peynirlerinin su aktivitesi değerler arasında fark gözlenmemektedir ($p > 0,05$). *W. saturnus* içeren saf su, *W. saturnus* içeren PASP ile kaplanmış vakum paketlenmiş ve PASP ile kaplanmış pasif

paketlenmiş kaşar peyniri değerlerinin a_w değeri 28. günde artmış sonrasında ise azalmıştır ($p<0,05$).

Maya sayısına ve depolama süresine bağlı olarak örneklerin su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

4.5. pH Değeri

Tablo 4.5.'de kaşar peyniri örneklerinde pH değeri sonuçları değişimi zamana bağlı olarak verilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca Ph değerlerinin zamanla değişimi.

		pH değeri		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	5,67±0,17 ^{Aa}	5,59±0,17 ^{Aa}	5,61±0,09 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	5,60±0,17 ^{Aa}	5,60±0,19 ^{Aa}	5,59±0,07 ^{Aa}
	PASP	5,61±0,19 ^{Aa}	5,63±0,19 ^{Aa}	5,61±0,11 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	5,58±0,19 ^{Aa}	5,65±0,20 ^{Aa}	5,64±0,08 ^{Aa}
Vakumsuz	Saf su	5,68±0,18 ^{Aa}	5,64±0,17 ^{Aa}	5,77±0,10 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	5,61±0,19 ^{Aa}	5,70±0,22 ^{Aa}	5,64±0,19 ^{Aa}
	PASP	5,64±0,22 ^{Aa}	5,61±0,18 ^{Aa}	5,71±0,24 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	5,60±0,21 ^{Aa}	5,64±0,12 ^{Aa}	5,71±0,20 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

En düşük pH değeri (5,58) *W. saturnus* eklenmiş PASP ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolamanın ilk gününde, en yüksek pH değeri (5,77) saf su ile kaplanmış ve vakumsuz paketlenmiş kaşar peyniri örneğinde depolamanın 56. gününde gözlemlenmiştir. Depolamanın ilk gününe en yüksek pH değeri saf su ile kaplanmış peynirlerde görülürken; bunu PASP ve *W. saturnus* içeren saf su ile kaplanmış kaşar peyniri örnekleri takip etmektedir, en düşük pH değeri ise *W. saturnus* içeren PASP ile kaplanmış örneklerde gözlenmiştir. 56 günlük depolama

süresince vakum uygulanması ya da kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi pH değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ($p>0,05$).

Kaşar peynirlerinde istenen pH değeri 5,2 olması gerekirken peynirleri dışarıdan temin ettiğimiz için pH değeri kontrol edilememiştir. Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu (2018), yaptığı çalışmada *Williopsis saturnus* mayasının en iyi angonist etkiyi pH 5,2 de gösterdiğini bildirmiştir. Kaşar peyniri örneklerimizin pH değeri 5,58-5,77 arasında olduğundan *Williopsis saturnus* mayası küflere ve maya üzerine beklenen derecede antagonist etki gösterememiştir.

4.6.Kül Miktarı

Tablo 4.6.'da kaplama uygulanmış kaşar peyniri örneklerinde kül miktarının değişimi verilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % kül değerlerinin zamanla değişimi.

		Kül miktarı		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	3,03±0,25 ^{Aab}	3,29±0,13 ^{Ab}	3,22±0,37 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	2,97±0,17 ^{Aab}	3,30±0,22 ^{Ab}	3,34±0,52 ^{Aa}
	PASP	2,84±0,18 ^{Bb}	3,44 ±0,22 ^{Aa}	3,40±0,25 ^{Ba}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	3,18±0,08 ^{Aa}	3,57±0,45 ^{Ab}	3,36±0,21 ^{Aa}
Vakumsuz	Saf su	3,03±0,26 ^{Aab}	3,43±0,48 ^{Ab}	3,45±0,41 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	2,97±0,17 ^{Bab}	3,46±0,32 ^{Ab}	3,32±0,31 ^{Aa}
	PASP	2,87±0,19 ^{Bb}	3,43±0,32 ^{Ab}	3,31±0,19 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	3,21±0,09 ^{Ba}	3,26±0,19 ^{Bb}	3,51±0,19 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kaşar peyniri örneklerinin % kül miktarları 2,84 ile 3,45 g. arasında gözlenmiştir (Tablo 4.6.). Vakum paketlenmiş farklı kaplamalarla kaplanmış örneklerde 56. günün sonunda kül miktarında önemli bir değişim gözlenmemiştir ($p>0.05$). Pasif ambalajlı ürünlerde ise kontrolün (saf su) dışındaki kaplamaların uygulandığı peynir

örnekklerin kül miktarlarında % 0,3 ile 0,5 arasında bir artış görülmüştür ($p<0.05$). Kül miktarındaki artış depolama boyunca görülen nem kaybı ile ilişkilendirilebilir.

4.7. Yağ Değeri

Tablo 4.7. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca % yağ değerlerinin zamanla değişimi.

		Yağ miktarı (%)		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	29,83±0,41 ^{Aa}	28,92±1,20 ^{Aa}	30,00±0,63 ^{Abc}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	29,75±0,94 ^{Aa}	30,00±1,58 ^{Aa}	30,00±0,95 ^{Abc}
	PASP	29,17±1,63 ^{Aa}	30,58±1,20 ^{Aa}	30,67±0,68 ^{Aab}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	30,25±0,61 ^{Aa}	29,75±1,78 ^{Aa}	31,08±0,38 ^{Aa}
Vakumsuz	Saf su	29,83±0,41 ^{Aa}	29,25±0,82 ^{Aa}	29,75±0,52 ^{Ac}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	29,75±0,94 ^{Aa}	30,75±1,29 ^{Aa}	30,58±0,66 ^{Aabc}
	PASP	29,17±1,63 ^{Aa}	30,00±0,55 ^{Aa}	30,17±0,68 ^{Abc}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	30,25±0,61 ^{Aa}	29,92±0,80 ^{Aa}	30,25±0,76 ^{Aabc}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kaşar peyniri örneklerine ait yağ miktarı %28,92 ile %31,08 arasında gözlemlenmiştir (Tablo 4.7.). örneklerin yağ miktarlarında 56 günlük depolama boyunca önemli bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). Yapılan bazı çalışmalarda cheddar ve kaşar peynirlerinin yağ oranları şöyle bulunmuştur; ortalama %31,5, %31,2–31,5 (Fenelon, 1999; Wang ve Sun, 2001). Bu değerler bizim çalışmamızdaki kaşar peyniri örneklerinin yağ oranlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.8. Renk Tayini

Tablolarda kaşar peyniri örneklerinde renk değerlerinin değişimi zamana bağlı olarak verilmiştir. Kaşar peyniri örneklerinde L^* , a^* , b^* parametreleri analiz edilmiştir. L^* parlaklık (+) ve matlık (-) değeri; a^* değeri kırmızılık (+), yeşillik (-) ve b^* değeri sarılık (+), mavilik (-) değerlerini belirtmektedir.

Tablo 4.8. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca L^* değerlerinin zamanla değişimi.

		L^* değeri		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	81,13±3,03 ^{Aa}	80,46±0,55 ^{Aa}	81,11±1,05 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	81,65±3,09 ^{Aa}	79,60±1,33 ^{Aab}	79,86±1,44 ^{Aab}
	PASP	76,74±3,64 ^{Aa}	77,90±1,17 ^{Ac}	78,22±1,17 ^{Ac}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	78,87±3,86 ^{Aa}	78,21±1,39 ^{Abc}	78,90±0,82 ^{Abc}
Vakumsuz	Saf su	81,10±3,60 ^{Aa}	80,78±1,29 ^{Aa}	80,81±1,43 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	81,56±3,03 ^{Aa}	78,52±1,71 ^{Abc}	79,83±0,41 ^{Aab}
	PASP	76,74±3,64 ^{Aa}	77,65±1,03 ^{Ac}	78,00±1,12 ^{Ac}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	78,90±3,88 ^{Aa}	78,88±0,90 ^{Abc}	79,17±0,86 ^{Abc}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin L^* değeri 76,74 ile 81,65 arasında bulunmuştur. Farklı depolama günlerinde kaşar peynirlerinin L^* değeri değişme göstermemiştir. *W. saturnus* içeren saf su ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinden görüldüğü üzere L^* değerlerinde diğerlerine göre daha fazla düşüşe neden olmuştur. 0. günde örnekler arasında fark görülmezken 28. ve 56. günlerde PASP ile kaplanmış örneklerin L^* değeri saf su ile kaplanmış örneklerden daha düşük olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Örneklerin pasif ya da vakum paketlenmesi L^* değerinde değişikliğe sebep olmamıştır. Kapsama solüsyonlarına *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ise saf su ile kaplanmış örneklerde L^* değerini 1 birim düşürürken PASP ile kaplı örneklerde 1 birim arttırmıştır ($p < 0,05$). Genel olarak PASP la kaplanmış peynirlerde L^* değeri yani parlaklık daha az gözlenmiştir. *W. saturnus* uygulaması da kaşar peynirlerinin renklerindeki matlığı artıran diğer bir etken gibi görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada kaşar peynirlerinde 60 günlük depolama süresince L^* değerini 72,91 ile 87,47 değerleri arasında tespit etmiştir (Say, 2008). Pastörize süttten starter kültürle üretilen kaşar peynirlerinde olgunlaştırma süresince L^* değerini ortalama 72,45, çiğ süttten üretilen peynirlerde ise ortalama 79,32 olarak belirlemiştir (Fırat, 2006).

Tablo 4.9. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca a^* değerlerinin zamanla değişimi.

		a^* değeri		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	-0,74±0,35 ^{Aa}	-1,48±0,11 ^{Bab}	-1,29±0,08 ^{Babc}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	-0,95±0,65 ^{Aa}	-1,29±0,33 ^{Aa}	-1,16±0,21 ^{Aa}
	PASP	-1,49±0,54 ^{Aa}	-1,52±0,39 ^{Aabc}	-1,20±0,32 ^{Aab}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	-1,13±0,54 ^{Aa}	-1,57±0,39 ^{Aabc}	-1,48±0,33 ^{Aabcd}
Vakumsuz	Saf su	-0,74±0,35 ^{Aa}	-1,57±0,39 ^{Babc}	-1,55±0,21 ^{Bbcd}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	-0,95±0,65 ^{Aa}	-1,86±0,62 ^{Bbc}	-1,56±0,34 ^{ABcd}
	PASP	-1,49±0,54 ^{Aa}	-1,97±0,09 ^{Ac}	-1,72±0,33 ^{Ade}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	-1,13±0,54 ^{Aa}	-1,97±0,24 ^{Bc}	-1,95±0,28 ^{Be}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Ellialtı günlük depolama sürecinde kaşar peyniri örneklerinde a^* değeri -0,74 ile -1,97 arasında gözlenmiştir. Depolama süresince a^* değeri içeren saf su ile kaplanmış vakum paketlenmiş örneklerde azalmışken diğer tüm örneklerde değişim görülmemiştir ($p>0,05$). Pasif paketlenmiş örneklerde ise PASP ile kaplanmış örneklerin a^* değeri değişmezken diğer kaplamalarla kaplanmış örneklerin a^* değeri 56 günün sonunda önemli ölçüde düşmüştür ($p<0.05$).

Tablo 4.10. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde depolama süresi boyunca b^* değerlerinin zamanla değişimi.

		b^* değeri		
		Depolama zamanı (Gün)		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		0	28	56
Vakumlu	Saf su	25,47±1,89 ^{Aa}	25,87±2,37 ^{Aa}	26,33±2,09 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	25,37±2,14 ^{Aa}	25,26±2,40 ^{Aa}	27,08±0,68 ^{Aa}
	PASP	26,98±3,59 ^{Aa}	25,97±2,62 ^{Aa}	26,59±1,59 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	27,97±3,34 ^{Aa}	26,14±2,59 ^{Aa}	27,96±0,27 ^{Aa}
Vakumsu	Saf su	25,47±1,89 ^{Aa}	25,61±2,73 ^{Aa}	26,32±2,11 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren saf su	25,28±2,04 ^{Aa}	25,38±2,76 ^{Aa}	26,10±2,27 ^{Aa}
	PASP	26,98±3,59 ^{Aa}	25,28±2,50 ^{Aa}	26,33±1,56 ^{Aa}
	<i>W. saturnus</i> içeren PASP	27,27±4,62 ^{Aa}	25,62±2,9 ^{Aa}	26,63±1,89 ^{Aa}

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

A, B, C Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peynirlerinin vakumlu ya da pasif paketlenmesi veya kaplamalara antagonist mayanın ilave edilmesinin depolama süresi boyunca b^* değeri üzerinde önemli etkisi olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$).

4.9. Duyusal Analiz

Tablo 4.11. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde duyusal analiz sonuçları

		Duyusal analiz		
Peynirlerin kaplandığı kaplamalar		Görünüş	Doku	Lezzet
Saf su		4,12±0,86 ^a	3,85±1,02 ^a	3,80±1,09 ^a
<i>W. saturnus</i> içeren saf su		4,13±0,73 ^a	3,92±0,86 ^a	3,98±0,86 ^a
PASP		3,89±1,08 ^a	3,78±1,02 ^a	3,83±1,08 ^a
<i>W. saturnus</i> içeren PASP		3,99±0,97 ^a	4,01±0,97 ^a	3,92±1,05 ^a

a, b, c Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Taze kaşar peynirinin görünüşü; düzgün, pürüzsüz, lekesiz ve parlak saman sarısı renkte olmalı, dokusu; taze kaşar peynirine özgü sertlikte, ağızda sışışmayan, kırılğan olmayan ve hafif elastik yapıda olmalı, lezzeti ise; kendine özgü tipik taze kaşar peyniri lezzetinde olmalıdır.

Panalistler tarafından yapılan değerlendirmede çeşitli kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peynirleri görünüş açısından ortalama 4,03 (düzgün ve pürüzsüz görünümde), doku açısından 3,89 (hafif sert veya hafif yumuşak) lezzet açısından ise 3,88 (tuzlu) puan almıştır. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin duysal özellikleri istatistiksel açıdan farklı görülmemiştir ($p>0,05$).

Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örnekleri arasında lezzet açısından fark görülmemesi mayanın ürerken metabolit üretmediğini ya da ürettiğı metabolitlerin ürünü kötü etkilemediğini göstermektedir.



BÖLÜM 5. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kaşar peyniri örneklerine uygulanacak Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi Laktik *streptococcus* üremesini önemli ölçüde engellemiştir ($p<0,05$). Laktik *streptococcus* bakteri gelişimi *W. saturnus* mayası tarafından engellenmesi peynirde asit gelişiminin azaltılmasıyla bozulmayı geciktirecektir. Ancak yapılan diğer çalışmalarda süt ürünlerinde *W. saturnus* uygulaması *Streptococcus sp.* üremesini engellemediği aksine desteklediği rapor edilmiştir (Liu ve Tsao, 2009; 2010a).

Kaplamalara *W. saturnus* eklenmesi *Lactobacillus* cinsine ait bakteri türünün üremesini engellemiştir. *Lactobacillus*, peynir yüzeyinde kristalleşmeye yol açan ve peynirde istenmeyen bir laktik asit bakterisi türüdür.

Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması maya üremesini depolamanın 28. gününe kadar arttırdığı 28. günden sonra ise önemli derecede azalttığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda ise antagonist maya sayısı artmış ve bazı durumlarda değişmemiştir. Su aktivitesinin yüksek olması buna etkindir.

Kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması küf üremesini azalttığı görülmüştür ($p<0,05$).

Kuru madde değerlerine bakıldığında *W. saturnus* ekli PASP ile kaplı örneklerde görülen artışın diğer örneklerde meydana gelen artışa göre daha az olduğu görülmektedir. Bu durum, antagonist maya ekli film kaplamanın kuru madde kaybını engellediğini göstermektedir ($p<0,05$).

56 günlük depolama süresince vakum uygulanması ya da kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi pH ve su aktivitesi değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır ($p>0,05$). Kaşar peynirlerinde istenen pH değeri 5,2 olması gerekirken peynirleri dışarıdan temin ettiğimiz için pH değeri kontrol edilememiştir. Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu (2018), yaptığı çalışmada *W. saturnus* mayasının en iyi angonist etkiyi pH 5,2 de gösterdiğini bildirmiştir. Kaşar peyniri örneklerimizin pH değeri 5,58-5,77 arasında olduğundan *W. saturnus* mayası yeterli antagonist etki gösterememiştir.

Panelistler tarafından yapılan değerlendirmede çeşitli kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peynirleri görünüş, doku ve lezzet açısından benzer puan almıştır. Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinin duyuşal özellikleri istatistiksel açıdan farklı görülmemiştir ($p>0,05$). Farklı kaplama solüsyonları ile kaplanmış kaşar peyniri örnekleri arasında lezzet açısından fark görülmemesi mayanın ürerken metabolit üretmediğini ya da ürettiği metabolitlerin ürünü kötü etkilemediğini göstermektedir.

Bu çalışma *W. saturnus* antagonist mayasının farklı filmlere eklenerek asidik gıda maddelerinde görülen küflenmeye karşı uygulanabilirlik potansiyeli göstermiştir. *W. saturnus* mayası ekli filmler gıdalarda küf gelişimini sınırlandırmasının yanında fiziksel ve kimyasal özelliklerinde korunmasına yardımcı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acar J., Alper N. Ö. 1996. Yenilebilir film ve kaplamalar. Gıda Mühendisliği Dergisi, 1 (4): 3-9.
- Aguilar-Mendez, M. A., Martín-Martínez, E. S., Tomás, S. A., Cruz-Orea, A., Jaime-Fonseca, M. R., 2008. "Gelatin-starch films: Physicochemical properties and their application in extending the post-harvest shelf life of avocado (*Persea americana*)". Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(2), 185-193.
- Akbaba, G., 2006. Yenilebilir ambalajlar. Bilim ve Teknik Dergisi, 30-32.
- Aloui H., Licciardello F., Khwaldia K., Hamdi M., Restuccia C. 2015. Physical properties and antifungal activity of bioactive films containing *Wickerhamomyces anomalus* killer yeast and their application for preservation of oranges and control of postharvest greenmold caused by *Penicillium digitatum*. International Journal of Food Microbiology, 22-30.
- Altan, A., 2003. Özel Gıdalar Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Matbaası, Adana, S. 5-9.
- Anker, M., 1996. Edible and biodegradable films and coatings for food packaging. The Swedish Institute For Food and Biotechnology. Goteborg, Sweden.
- Anonymous, 1989. TS-3272 Kaşar Peyniri Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- AOAC, 2000. Ash of cheese. Official Method 935.42. Official Methods of Analysis (17th Edition) In W. Horwitz (Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Ayana B, Turhan K. N. 2009. Use of antimicrobial methylcellulose films to control *Staphylococcus aureus* during storage of kasar cheese. Packag Technol Sci, (in press).
- Baldwin E. A. 1994. Edible Coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future, In: Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Techomic Publishing Company Inc., Lancaster, 25-64.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A., 1995. Use of Edible Coatings to Preserve Quality of Lightly and Slightly Processed Products, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 35(6), 509-524pp.

- Baldwin, E.A., 1999. Surface treatments and edible coatings in food preservation. "Handbook of Food Preservation" Ed. M.S.Rahman, pp. 577-609. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Baker, R.C., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., 1994. Edible coatings and films for processed foods. In "Edible Coatings and Films to Improve Food Quality" Ed. J.M. Krochta, E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo, pp. 89-104. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA.
- Basilico, J., Debasilico, M.Z., Chierlatti, C. and Vinderola, C.G., 2001. Characterization and control of mould thread in cheese. *Let. App. Micro.* 32, 419.
- Batu, A., Serim, F., 1998. Tarımsal Kökenli Yenilebilir Gıda Film ve Kaplamaların Özellikleri ve Kullanım Alanları, *Dünya Gıda (Ekim)*, 36-41.
- Baumgart, J., Fiinhaber J. and Spicher G., 1986. *Microbiologische untersuchung von lebensmitteln*, Behr's Verlag Hamburg, Germany.
- Beverly RL, Janes ME, Prinyawiwatkula W, No HK. 2008. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiol*, 25: 534-537.
- Bora, T., Özaktan H. 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. *Prizma Matbaası*, İzmir. 205.
- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings characteristics and properties. *Int Food. Res. J.*, 15, 3.
- Brandenburg. A.H., Weller, C. L., Testin, R.F. 1993. Edible Films and Coatings From the Soy Protein. *J. Food Sci.*, 58, 5, 1422-1425.
- Brody, A. L. 2001. What is the Hottest Food Packaging Technology Today? *Food Tech.*, 55 (1)82-84.
- Brunner, J.R., 1977 . Milk proteins in "Food proteins", ed. J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum, pp 175- 208. Avi Publishing Co. Westport, Conn.
- Burt, S.A., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94,
- Buzzini P, Corazzi L, Turchetti B, Buratta M, Martini A (2004). Characterization of the in vitro antimycotic activity of a novel killer protein from *Williopsis saturnus* DBVPG 4561 against emerging pathogenic yeasts. *FEMS microbiology letters*, 238(2):359-65.
- Cha D. S., Chinnan M. S. 2004. Biopolymer-based antimicrobial packaging: A review. *Food Sci Nutr*, 44: 223-237.

- Chalutz, E., Cohen, L., Weiss, B., Wilson, C.L. 1988. Biocontrol of Postharvest Disease of Citrus Fruit by Microbial Antagonists. Proceedings of the Sixth International Citrus Congress, 1467-1470, Israel.
- Chen, H., Banerjee, R. and Wu, J.R., 1994. Strengths of Thin Films Derived from Whey Proteins, ASAE Proceedings, ASAE, St. Joseph. MI, 93(3)pp.
- Chen, H. 1995. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins, J. Dairy Sci., 78, 2563-2583.
- Chick, J., Hernandez, R.J., 2002. Physical, thermal and barrier characterization of casein-wax-based edible films. Journal of Engineering Physical Properties, 67(3), 1073–9.
- Coma V, Martial-Gros A, Garreau S, Copinet A, Salin F, Deschamps A. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. J Food Sci, 67: 1162-1169.
- Corrales, M., Fernandez, A., Han, J.H. 2014. Antimicrobial Packaging Systems, In: Innovations in Food Packaging, Academic Press., USA, 134-158.
- Cutter, C.N., 2006. Opportunities for bio-based packaging Technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. Meat Science 74(1): 131-142.
- Çağrı, A., Ustunol, Z., Ryser, E.T., 2001. Antimicrobial, Mechanical, and Moisture Barrier Properties of Low pH Whey Protein-based Edible Films Containing p-Aminobenzoic or Sorbic Acids. Journal of Food Science, 66(6): 865-870.
- Çağrı A, Üstünol Z, Ryser ET. 2002. Inhibition of three pathogens on Bologna and summer sausage using antimicrobial edible films. J Food Sci, 67 (6): 2317-2324.
- Çağrı, A., Üstünol, Z., Ryser, E. T. 2004. Antimicrobial edible films and coatings. Journal of Food Protection, 67 (4), 833-848.
- Çağrı Mehmetoğlu, A., 2010. Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların özelliklerini etkileyen faktörler. Akademik Gıda 8(5): 37-43.
- Çetinkaya, F., Soyutemiz, GE 2007. Evaluation of *Listeria monocytogenes* populations during the manufacture and vacuum-packaged storage of kashar cheese. Acta. Vet Brno., 76, 143-148.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. Critical Reviews in Food Science, 38(4): 299-313.
- Demirci, M., Dıraman, H. 1990. Trakya bölgesinde üretilen vakum paketlenmiş taze Kaşar peynirlerinin yapım tekniği fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri ve enerji değerleri üzerinde bir çalışma. Gıda Derg., 15 (2): 83-88.

- Demirci, M. ve Gündüz, H., 2000. Süt Teknoloğünün El Kitabı, Hasat Yayınları, 72-77s.
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., Banu, M.S., 2012. Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3: 1-10.
- Donhowe, I.G., Fennema, O., 1993. Water vapor and oxygen permeability of wax films. *J Am Oil Chem Soc* 70: 867-873.
- Droby, S., Wisniewski M., Macarasin D., Wilson C. 2009. Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology* 52, 137–145.
- Duan, J., Park, S. I., Daeschel, M.A., Zhao, Y. 2007. Antimicrobial chitosan–lysozyme (CL) films and coatings for enhancing microbial safety of Mozzarella cheese. *Food Microbiol Safe*, 72 :355–361.
- Dursun, S., Erkan, N., 2009. Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Science* 3 (4): 352-373
- Dursun Oğur, S., 2012. Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Fan, Y. Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., Zhang, B. 2009. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria×ananassa*) preservation quality, *Postharvest Biology and Technology* 53 (2009) 84–90.
- Fenelon M.A., Guinee T.P., 1999. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *J. Dairy Sci.* 82, 2287-2299.
- Fırat, N., 2006. Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Bazı Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Floros, J.D., Dock, L.L., Han, J.H., 1997. Active packaging technologies and applications. *Food Cosmetic Drug Packaging*, 20, 10-17.
- Fox, P.F. and McSweeney, P.H.L, 2004. Cheese: an overview. In P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan, and T.P. Guinee (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 1 (pp. 1–35). London: Chapman and Hall.
- Gautam S. 2009. Biocontrol of cereal pathogens. Boca Raton, Florida.
- Gennadios, A. W., Curtis L. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*. 44, (10), 63, 7.

- Gennadios, A., Weller, C.L., 1991. Edible films and coatings from soymilk and soy protein. *Cereal foods world*. American Association of Cereal Chemists. Inc., 36(12), 1004-1009.
- Gennadios A, McHugh TH, Weller CL, Krochta JM. 1994. Edible coatings and films based on proteins. In: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO (eds.), Technomic Publishing Company, USA, pp. 201-277.
- Georgevits, L.E., inventor, 1967. March 3. Method of making a water soluble protein container. US patent 3, 310,446.
- Gilliand, S.E., Sandine W.E. and Vedomuthu E.R., 1984. Acid Producing Microorganism, Part 16, In: *Compendium of Methods for the Examination of Foods* (APHA), Ed: M.L. Speck, Washington, D. C., 184-196, USA.
- Gol, N. B., Rao, T. R., 2014, "Influence of zein and gelatin coatings on the postharvest quality and shelf life extension of mango (*Mangifera indica* L.)" , *Fruits*, 69(2), 101-115.
- Golubev, W. I. 1998. Mycocins (Killer Toxins). In: *The Yeasts - A Taxonomic Study*. Elsevier Science B.V., Netherlands, 55-63.
- Gomez-Estaca J, Montero P, Gimenez B, Gomez- Guillen MC. 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). *Food Chem*, 105: 511–520.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1995. Et ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu (2. Baskı). Atatürk Üniv. Yayın No: 751, Zir Fak. Yay. No :318, Ders Kitapları Serisi No: 69, Erzurum.
- Gökoglu, N., 2002. Su ürünleri işleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Guilbert, S. 1986. Technology and application of edible protective films, p. 371. In M. Mathlouthi (ed.), *Packaging and preservation theory and practice*. Applied Science, Elsevier, New York.
- Guilbert S, Gontard N, Morel M.H, Chalier P, Micard V, Redl A. 2002. Formation and properties of wheat gluten films and coatings. *Protein-Based Films and Coatings*. A Gennadios (Edited), CRC Pres, New York.
- Guyard, C., Dehecq, E., Tissier, J. P., Polonelli, L., Cas, E. D., Cailliez, J. C., Menozzi, F. D. 2002. Involvement of β -Glucans in the wide-spectrum antimicrobial activity of *Williopsis saturnus* var. *mrakii* MUCL 41968 killer toxin. *Molecular Medicine* 8 (11) : 686–694.

- Güleç, F. Bayram, M., Yıldırım, M., Yıldırım, Z. 2004. Some properties of kaşar cheese coated with casein, Süleyman Demirel University, Recent Developments In Dairy Science and Technology, International Dairy Symposium, Isparta, 58-66.
- Gün, I., Güzel-Seydim, Z., Seydim, A. C. 2009. Modifiye atmosferde paketlemenin farklı tipteki peynirlerin bazı niteliklerine etkisi. *Gıda*, 34 (5): 309-316.
- Günşen, U. ve Büyükyörük, İ., 2003. Piyasadan temin edilen taze Kaşar peynirlerinin bakteriyolojik kaliteleri ile aflatoksin M1 düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 821-825.
- Güven, M., Karaca, O.B., Var, I., Kaçar, A. ve Hayaloğlu, A.A., 2002. Antimikrobiyal madde kullanımının ve ambalaj materyallerinin olgunlaşma süresince Kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2), 13-23.
- Halkman, K. ve Halkman, Z., 1991. Studies on the different combinations of Kashar cheese starter cultures. *Gıda*, 16(2), 99-105.
- Hannon, J.A., Wilkinson, M.G., Delahunty, C.M., Wallace, J.M., Morrissey, P.A. and Beresford, T.P., 2003. Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 13, 313-323.
- Hardenberg, R. E. 1967. Wax and related coatings for horticultural products a bibliography. *Agric. Res. Bull.* 965:1–123.
- Harrigan, W.F. ve McCance, M.e., 1966. *Laboratory methods in microbiology*. Academic Press, London and New York, 362s.
- Hayaloğlu AA, Güven M, Fox PF. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese “beyaz peynir”. *International Dairy Journal*, 2002, 12: 635-648.
- Hong YH, Lim GO, Song KB. 2009. Physical properties of Gelidium corneum–gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract and its application in the packaging of pork loins. *J Food Sci*, 74 (1): 6-10.
- Isaac, S. 1992. *Fungal–Plant Interactions*. Chapman Hall, 418. London.
- İmamoğlu Ö. 2008. Çeşitli Kaynaklardan İzole Edilen *Bacillus* sp. İzolatlarının Kitosanaz Aktivitesinin ve Antifungal Etkisinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Janes ME, Koosheshand S, Johnson MG. 2005. Control of *Listeria monocytogenes* on the surface of refrigerated, ready-to-eat chicken coated with edible zein film coatings containing nisin and/or calcium propionate. *J Food Sci*, 67 (7): 2754-2757.

- Jausovec D, Angelescu D, Voncina B, Nylander T, Lindman B. 2008. The antimicrobial reagent role on the degradation of model cellulose film. *Colloid Interf Sci*, 327: 75–83.
- Jin T, Liu L, Zhang H, Hicks K. 2009. Antimicrobial activity of nisin incorporated in pectin and polylactic acid composite films against *Listeria monocytogenes*. *Int J Food Sci Tech*, 44: 322–329.
- Jones R. J. 2011. Food biopreservation. Identifying new protective cultures and culture components for food biopreservation. In: Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation. Wood head publishing, UK.
- Joerger, R.D., 2007, Antimicrobial films for food applications: A quantitative analysis of their effectiveness, *Package Technol. Sci.* 20: 231.
- Kamber, U., 2005. Kars'ta satışa sunulan Kaşar ve Çeçil (Civil) peynirlerinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal kalite nitelikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 33-38.
- Kaplan, H. 1986. J. Washing and color adding, p. 379. In W. F. Wardowdki, S. Nagy, and W. Grierson (ed.), *Fresh citrus fruits*. AVI, Westport, Conn.
- Karabulut ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2018. Antifungal, Mechanical, and Physical Properties of Edible Film Containing *Williopsis saturnus* var. *saturnus* Antagonistic Yeast. *J Food Sci Tech*, 83(3):763-769.
- Karaçalı, İ. 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir.
- Karahan, A.G., Çakmakçı, M.L., Arıdoğan, C.B., 2001. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu, S.D.Ü. Yayın:24.İsparta, 171s.
- Karakaya, M., Caner, C., Sarıçoban, C., 2001. Ambalaj Materyali olarak Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar, Standart (Mayıs), 71-78.
- Kavas, G. and Kavas, N., 2014, The effects of mint (*Mentha spicata*) essential oil fortified edible films on the physical, chemical and microbiological characteristics of lor cheese, *Journal of Food Agriculture & Environment* Vol.12 (3&4) : 40-45pp.
- Keçeli T, Şahan N, Yaşar K. The effect of pre-acidification with citric acid on reduced-fat kashar cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 2006, 61: 3 2-36.
- Keleş, F., 1996, Gıda Ambalajlama İlkeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Kester, J. J., Fennema, O. R. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technology* 40 (12): 47-59.

- Khalih N. M., ve E. H. Marth, 1990. Lactobacilli — Their Enzymes and Role in Ripening and Spoilage of Cheese: A Review. *Journal of Dairy Science* 73(10): 2669-2684.
- Kimura, T. Kitamoto N., Ohta Y., Kito Y., Iimura Y. 1995. Structural relationships among killer toxins secreted from the killer strains of the genus *Williopsis*. *Journal of Fermentation and Bioengineering* Vol. 80, No. I, 85-87.
- Kinsella, J.E., 1984. Milk proteins: Physiolchemical and functional properties. *CRC Critical Reviews in Food Science and nutrition*, 21(3), 197- 262.
- Kinsella J.E., Whitehead, D.M., 1989. Proteins in whey : Chemical, Physical, and functional properties. *Adv. Food and Nutrition Research*, 33, 343-438.
- Knudsen IMB, Hockenhull JD, Funck J, Gerhardson B, Hökeberg M, Tahvonen R, et al. Selection of biological control agents for controlling soil and seed-borne diseases in the field. *Eur J Plant Pathol*, 1997; 103, 775-84.
- Koca, N. ve Metin, M., 2003. Bazı yağ ikame maddelerinin taze Kasar peynirinin bazı nitelikleri üzerine etkileri. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, 22–23 Mayıs 2003, Editör: Necati Akbulut, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir, 63–68.
- Koçak, C., Erşen, N., Aydınoglu, G. ve Uslu, K., 1998, Ankara Piyasasında Satılan Kaşar Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma, *Gıda* 247-250s.
- Komiyama T., Shirai T., Ohta T., Urakami H., Furuichi Y., Ohta Y., Tsukada Y., 1995. Structure and activity of HYI öldürücü toxin from *Hansenula saturnus*. *Biol Pharm Bull.* 18 (8) 1057-1059.
- Komiyama T., Shirai T., Ohta T., Urakami H., Furuichi Y., Ohta Y., Tsukada Y., 1998. Action properties of HYI öldürücü toxin from *Williopsis saturnus* var. *saturnus* and antibiotics, aculeacin A and papulacandin B. *Biol Pharm Bull.* Oct; 21 (10):1013-9.
- Koyuncu M.A., Savran H.E., 2002, Yenilebilir Kaplamalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ,Yıl 6, Sayı 3,S. 73-83.
- Kristo E, Koutsoumanis KP, Biliaderis CG. 2008. Thermal, mechanical and water vapor barrier properties of sodium caseinate films containing antimicrobials and their inhibitory action on *Listeria monocytogenes*. *Food Hydrocolloid*, 22: 373–386.
- Krochata , J.M., 1992. Control of mass transfer in food with edible coating and films. In “Advances in food engineering”, ed. R.P. Sing and M.A. Wirakartakusmah, pp 517-538, CRC pres. Inc., Boca Raton, Fla.
- Kurultay S, Yasar K, Öksüz Ö. The effect of different curd pH and stretching temperatures on some chemical properties of kashar cheese. *Milchwissenschaft*, 2004, 59.

- Küçüköner, E., Kılınçker, O. ve Doğan, İ.S., 2003. Gıdalara yenilebilir kaplama uygulamalarında süt ürünlerinin kullanım olanakları. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir.
- Krasaekoopt W, Mabumrung J. 2008. Microbiological evaluation of edible coated fresh-cut cantaloupe. Nat Sci, 42: 552–557.
- Krochta J.M., Mulder-Johston C., 1997, Food Technology: Edible and Biodegradable Polymer Films Challenges and Opportunities (Scientific Status Summary) 51(2), S. 61-74.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 257, 398 s, Erzurum. urt vd., 2007;
- Kutas, R., 1987. Great sausage recipes and meat curing. New York, N.Y.: Macmillan Publishing Co. 227 p.
- Labuza, T. P., and W. M. Breene. 1989. Applications of active packaging for improvement of shelf life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. J. Food Process. Preserv. 13:1–69
- Lacroix C. 2011. Food biopreservation. In: Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation. Wood head publishing, UK.
- Liu, S. Q., Tsao, M., 2009. Inhibition of spoilage yeasts in cheese by killer yeast *Williopsis saturnus* var. *saturnus*. International Journal of Food Microbiology 131: 280–282.
- Liu S.Q., Tsao M. 2010. Biocontrol of spoilage yeasts and moulds by *Williopsis saturnus* var. *saturnus* in yoghurt. Nutrition & Food Science Vol. 40 No. 2, 2010 pp. 166-175.
- Liu, S. Q., Tsao, M., 2010 "Enhancing stability of lactic acid bacteria and probiotics by *Williopsis saturnus* var. *saturnus* in fermented milks", Nutrition & Food Science, Vol. 40 Issue: 3, pp.314-322.
- Lu J, Wang X, Xiao C. 2008. Preparation and characterization of konjac glucomannan/poly (diallyldimethylammonium chloride) antibacterial blend films. Carbohydr Polym, 73: 427-437.
- Magliani W, Conti S, Gerloni M, Bertolotti, Polonelli L (1997). Yeast killer systems. Clinical Microbiology Reviews 10: 369–400.
- Makower, M., Bevan, E. A. 1963. The inheritance of a killer character in yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). In Proc Int Congr Genet XI, Vol. 1, No. 202, 235-44.

- Mastromatteo M, Barbuzzi G, Conte A, Del Nobile MA. 2009. Controlled release of thymol from zein based film. *Innov Food Sci Emerg*, 10: 222–227.
- Mathew S, Abraham TE. 2008. Characterisation of ferulic acid incorporated starch–chitosan blend films. *Food Hydrocolloid*, 22: 826–835.
- McCormick KE, Han IY, Acton JC, Sheldon BW, Dawson PL. 2005. In-package pasteurization combined with biocideimpregnated films to inhibit *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* in turkey Bologna. *J Food Sci*, 70 (1): 52-57.
- McHugh ve Krochta, 1994a; McHugh, T. H., Krochta, J. M. 1994. Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films. *Journal of the American Oil Chemists's Society*, 71(3), 307-312.
- McHugh ve Krochta, 1994b; McHugh, T. H., Krochta, J. M. 1994. Sorbitol-versus glycerolplasticized whey proteins edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *J. Agric. Food Chem.*, 42(4):841–845.
- Melin P., Sundh I., Hakansson S., Schnürer J. 2007. Biological preservation of plant derived animal feed with antifungal microorganisms: safety and formulation aspects. *Biotechnol Lett*, 29:1147–1154.
- Meng, X. H., Qin, G. Z., Tian, S. P. 2010. Influences of preharvest spraying *Cryptococcus laurentii* combined with postharvest chitosan coating on postharvest diseases and quality of table grapes in storage. *LWT - Food Science and Technology* 43 (2010) 596–601.
- Muccilli, S., Wemhoff, S., Restuccia, C., Meinhardt, F. 2013. Exoglucanase-encoding genes from three *Wickerhamomyces anomalus* killer strains isolated from olive brine. *Yeast* 30, 33–43.
- Muilen, J.D., 1971. Film formation from non-heat coagulable simple proteins with filler and resulting product. U.S. patent 3, 615, 715. Nisperos ve Baldwin, 1996;
- Ohta, Y., Tsukada, Y., Sugimori, T. 1984. Production, purification and characterization of HYI, an anti-yeast substance, produced by *Hansenula saturnus*. *Agricultural and biological chemistry*, 48(4), 903-908.
- Okamoto, S. 1978. Factors affecting protein filmformation. *CerealFoods World*. 23: 256-262.
- Oliveira TM, Soares NFF, Pereira RM, Fraga KF. 2007. Development and evaluation of antimicrobial natamycin-incorporated film in gorgonzola cheese conservation. *Packag Technol Sci*, 20: 147-153.
- Oysun, G., 1996, Süt ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 504s.

- Öksüztepe, G., Padır, B., Dikici, A., İlhak, O. İ. 2009. Elazığ'da tüketime sunulan vakum paketli taze Kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg., 23 (2): 89 – 94.
- Özaktan, H., Aysan, Y., Yıldız, F., Kınay, P. 2010. Fitopatolojide biyolojik mücadele. Türk. Biyo. мүc. derg., 1 (1): 61-78.
- Ozdemir M, Floros JD. 2008. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristics. J Food Eng, 86: 215-224.
- Öztürk, G.F. ve Metin, M.1996. Kaşar peyniri olgunlaştırılmasının hızlandırılması üzerine nötral proteaz/lipaz enzim kombinasyonunun etkileri. E. Ü. Müh. Fak.Dergisi, s:15.
- Palou, L., Usall, J., Munoz, J. A., Smilanick, J. L., Vinas, I. 2002. Hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of clementine mandarins. Postharvest Biology and Technology 24, 93–96.
- Parris, N., Coffin, D.R., Joubran, R.F. and Pessen, H., 1995, Composition Factors Affecting the Water Vapour Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films, Journal of Agric. Food Chem. 43, 1432-1435pp.
- Pavlat A. E., Orts W. 2009. Edible films and coatings: why, what, and how?. In: Edible Films and Coatings for Food Applications, Springer Dordrecht Heidelberg, London, 1-25.
- Polat, H., 2007. İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.
- Potjewijd, R., Nisperos, M. O., Burns, J. K., Parish, M., Baldwin, E. A. 1995. Cellulose-based coatings as carriers for *Candida guilliermondii* and *Debaryomyces* sp. in reducing decay of oranges. HortScience, 30(7), 1417-1421.
- Quattara B, Simard RE, Piette G, Begin A, Holley RA. 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. Int J Food Microbio, 62: 139-148.
- Quintavalla S, Vicini L. 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. Meat Sci, 62: 373-380.
- Ray, W., L., ve James, B.,N., 1993. Industrial Gums, Algin, 105-142, San Diego:Academic Press.
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Martín- Belloso O. 2008. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. Int J Food Microbio, 121: 313-327.

- Raymond G. McGuire, Robert D. Hagenmaier (1996) "Shellac Coatings for Grapefruits that Favor Biological Control of *Penicillium digitatum* by *Candida oleophila*", *Biological Control*, Volume 7, Issue 1, Pages 100-106.
- Roberts D, Greenwood M (2003). *Practical Food Microbiology*. Third edition, Blackwell publishing Ltd., 294s, USA.
- Robertson, G.L., 2013. *Food Packaging: Principle and Practice*. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.
- Rodgers, S. 2001. Preserving Non-Fermented Refrigerated Foods with Microbial Cultures-a review. *Food Science and Technology*, 12, 276-284.
- Santos Pires AC, Soares NFF, Andrade NJ, Silva LHM, Camilloto GP, Bernardes PC. 2008. Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. *Packag Technol Sci*, 21: 375-383.
- Santiago-Silva P, Soares NFF, Nóbrega JE, Júnior MAW, Barbosa KBF, Volp ACP, Zerdas ERMA, Würllitzer NJ. 2009. Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control*, 20: 85-89.
- Sarıkuş, G., 2006, Farklı Antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Sarıoğlu, T., 2005. Yenilebilir Filmlerin Kaşar Peynirinin Kaplanmasında Kullanılma Olanakları ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Say, D., 2008. Haslama suyunun tuz konsantrasyonu ve depolama süresinin Kasar peynirinin özellikleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 131s.
- Saygılı, D., 2015. Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Saucedo-Pompa S, Rojas-Molina R, Aguilera-Carbo AF, Saenz-Galindo A, La Garza H, Jasso-Cantu D, Aguilar CN. 2009. Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Res Int*, 42: 511–515.
- Schilling, E.D., Burchill, P. I., 1972. Forming a filled edible casing. U.S. patent 3, 674, 506.
- Schwenninger S. M., Meile L., Lacroix C. 2011. Food biopreservation. Antifungal lactic acid bacteria and propionibacteria for food biopreservation. In: *Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation*. Wood head publishing, UK.

- Seol KH, Lim DG, Jang A, Jo C, Lee M. 2009. Antimicrobial effect of κ -carrageenan-based edible film containing ovotransferrin in fresh chicken breast stored at 5 oC. *Meat Sci*, (in press).
- Sharma N., Tiwari R. 2014. *Biological Controls for Preventing Food Deterioration Strategies for Pre- and Postharvest Management*. Woodhead publishing Wiley Blackwell, UK.
- Shellhammer, T. H., Krochta, J. M. 1997. Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. *J. Food Sci.*, 62(2):390–394.
- Sivarooban T, Hettiarachchy NS, Johnson MG. 2008. Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films. *Food Res Int*, 41: 781–785.
- Skurtys, O., Acevedo, Pedreschi, C., Enronoef, Osorio J., Aguilera J. M. 2010. Properties of hydrocolloid edible films and coatings, In: *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*, Nova Science Publishers, New York, 15-34.
- Spadaro, D., Droby S. 2016. Development of biocontrol products for postharvest diseases of fruit: The importance of elucidating the mechanisms of action of yeast antagonists. *Trends in Food Science - Technology* 47 (2016) 39-49.
- Srinivasa, P.C. and Tharanathan, R.N., 2007, Chitin/chitosan-safe, ecofriendly packaging materials with multiple potential uses, *Food Rev. Int.* 23(1):53-72pp.
- Swain S.N, Biswal S.M, Nanda P.K, Nayak P.L. 2004. Biodegradable soy-based plastics: Opportunities and challenges. *Journal of Polymers and the Environment*. 12 (1) 35-42.
- Şahan, N. ve Kaçar, A., 2003. Kasar peyniri ve bazı kalite özellikleri. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim 2003, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, 609–624, Ankara.
- Şahbaz, F. ve Turhan, N., 1999, Yenilebilir Filmler ve Özellikleri, *Dünya Gıda (Kasım)*, 36-41s.
- Şahin, M. 1980. Beyaz, Kaşar ve tulum peynirlerinde meydana gelen fire ve nedenleri üzerinde araştırmalar. *A. Ü. Zir. Fak. Yayın No: 732*, Ankara, 44 .
- Temiz H., Yeşilsu A. F. 2006. Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 41-50.
- Theivendran S, Hettiarachchy NS, Johnson MG. 2006. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by nisin combined with grape seed extract or green tea extract in soy protein film coated on turkey frankfurters. *J Food Sci*, 71 (2): 39-44.
- Topal,Ş.,1987.Kaşar Peyniri Olgunlaşma Evresinde Gelişen Yüzey Küfleri ve Mikotoksin Riskleri,Gıda(Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı), (mayışhaziran),193-197.

- Turbak, A.F., 1972. Edible vegetable protein casing. U.S. patent, 3, 682, 661.
- TS 3276, 2006, Türk Standardı Kaşar Peyniri, ICS 67.100.30, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ulutaşdemir ve Çağrı-Mehmetoğlu, 2017. Investigation of effect of edible coating containing *Williopsis saturnus* var. *saturnus* on aflatoxin production in peanuts. 2. International Conference on food microbiology. Spain, Vol. 9 Issue: 6, Page 72.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, S.612.
- Üçüncü, M., 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi, Cilt I-II. Meta Basım Matbaası, İzmir.
- Üçüncü, M., 2005. Süt ve Mamulleri Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Üçüncü, M., 2012. Süt Mamülleri ve Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Ünlütürk A. 1999. Mikrobiyal gelişmenin inhibiyonu. Gıda Mikrobiyolojisi, A Ünlütürk ve F Turantas (editör), Mengi Tan Basımevi, 2. Baskı, 171-225s, İzmir.
- Üstünol, Z., 2009. Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In Edible Films and Coatings for Food Applications, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- Valencia-Chamorro, S. A., Palou, L., Del Río, M. A., Pérez-Gago, M. B. 2008. Inhibition of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* by hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite films containing food additives with antifungal properties. J. Agric. Food Chem. 56:11270–11278.
- Vondrejs, V., Palkova, Z., 1997. Chemical warfare among the yeast: the killer phenomenon, genetics and applications. In: Yeasts in Natural and Artificial Habitats, ed: John F. T. Spencer, Dorothy M. Spencer, Springer, Argentina, 153-171.
- Wang,H.H.,Sun,D.W.,2001.Evaluation of The Functional Properties of Cheddar Cheese Using a Computer Vision Method.Journal of Food Engineering 49:49-53.
- Wilson, C.L. and Wisniewski, M.E., 1994. "Biological control of postharvest diseases theory and practice" CRC press, USA, 182.
- Wisniewski, M., Wilson C., Droby S., Chalutz E., Ghaouth A. E., Stevens C. 2007. Postharvest biocontrol: new concepts and applications, In: Biological Control: A Global Perspective : Case Studies from Around the World, editör Charles Vincent, marks. Goattel, George Lazarovits, CABI, UK, 262-273.

- Wu, L. C., Bates, R. P. 1972. Soy protein-lipid films. Studies on the film formation phenomenon. *J. Food. Sci.* 37 (1), 36-39.
- Wu, Y., Weller, C.L., Hamouz, E., Cuppett, S., Schnepf, M. (2001). Moisture Loss and Lipid Oxidation for Precooked Ground-Beef Patties Packaged in Edible Starch-Alginate-Based Composite Films. *Journal of Food Science*. Vol. 66.
- Yener FYG, Korel F, Yemenicioğlu A. 2009. Antimicrobial activity of lactoperoxidase system incorporated into cross-linked alginate films. *J Food Sci*, 74 (2): 73-79.
- Yetişmeyen, A. 1995. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1420, 229 s, Ankara.
- Yılmaz F and Dagdemir E, The effects of beeswax coating on quality of Kashar cheese during ripening. *Int J Food Sci Technol* 47:2582–2589 (2012).
- Zivanovic Z., Chi, S., Draughon A.F. 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *J. Food Sci*, 70 (1): 45-51.

ÖZGEÇMİŞ

İlknur CİVELEK, 24.05.1991 tarihinde Sakarya’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Sakarya’da tamamladı. 2009 yılında Sakarya Atatürk Lisesi’nden mezun oldu. Aynı yıl Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nü kazandı ve 2013 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2014 yılında Sakarya Kültür ve Sosyal Yardım Vakfı’nda çalışmaya başladı. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Sakarya Kültür ve Sosyal Yardım Vakfı’nda Gıda Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

