

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**TÜKETİME HAZIR KURU SOĞANIN BİYOBOZUNUR FİLM
İLE AMBALAJLANMASI VE RAF ÖMRÜNÜN
BELİRLENMESİ**

Ezgi ARSLAN

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 614.02.00

Sunuş Tarihi : 02.07.2015

Bornova-İZMİR

2015

Ezgi ARSLAN tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak sunulan “Tüketime Hazır Kuru Soğanın Biyobozunur Film ile Ambalajlanması ve Raf Ömrünün Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 02.07.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Raportör Üye :

Üye :

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tüketime Hazır Kuru Soğanın Biyobozunur Film ile Ambalajlanması ve Raf Ömrünün Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

02/ 07/ 2015

Ezgi ARSLAN

ÖZET**TÜKETİME HAZIR KURU SOĞANIN BİYOBOZUNUR FİLM İLE
AMBALAJLANMASI VE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ****ARSLAN, Ezgi**

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Temmuz, 2015, 61 sayfa

Bu tezde, 10x10 mm küp şeklinde doğranmış ve 75 ppm'lik perasetik asit çözeltisi ile yıkanmış kuru soğan örneklerinin raf ömrü belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Taze meyve ve sebze ambalajlanmasına uygun olarak yurtdışında üretilen ve biyobozunur olduğu beyan edilen ve piyasadan satın alınan üç çeşit film kullanılarak kuru soğan örnekleri pasif ve aktif olmak üzere iki farklı şekilde ambalajlanmıştır. Ambalajlı ürünlerin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla depolanmasında buzdolabı sıcaklığı $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve marketlerdeki raf sıcaklığı olan 13°C seçilmiştir. Depo bağıl nemi %85 olarak seçilmiştir.

Temel olarak iki farklı aşamadan oluşan çalışmanın ilk aşamasında, filmlere FTIR analizi uygulanarak ana polimer materyali belirlenmiştir. FTIR analizi sonucunda filmlerden ikisinin polipropilen (PP) bazlı, diğerinin ise polietilen (PE) bazlı olduğu görülmüştür. Bunun yanında filmlere biyobozunurluk testi uygulanmış ve filmlerin biyobozunur olmadığı gözlenmiştir. İkinci aşamada ise, ürünlerin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla periyodik olarak fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler uygulanmıştır ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda; tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan için raf ömrü; polipropilen bazlı (PP_1 ve PP_2) kodlu ambalaj materyalleri için 6 gün olarak belirlenirken, polietilen bazlı (PE_1 kodlu) ambalaj materyalinde depolamanın 3. gününden sonra belirgin kalite kayıpları görülmüştür ve depolama süresince de bu kayıplar giderek artmıştır.

Anahtar sözcükler: Taze doğranmış sebze, kuru soğan, raf ömrü, gıda ambalajı, biyobozunur film.

ABSTRACT**PACKAGING OF FRESH-CUT ONION WITH BIODEGRADABLE FILM AND
DETERMINATION OF SHELF LIFE****ARSLAN, Ezgi**

MSc in Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Seda ERSUS BİLEK

July 2015, 61 pages

In this thesis, samples from 10x10 mm chopped cubes and onions washed with 75 ppm peracetic acid solution were used for the determination of shelf lifes. Onion samples were packaged in two different ways, namely passive and active, by using three types of packaging films manufactured abroad, which are declared to be biodegradable and suitable for packaging fresh fruits and vegetables. To determine the shelf life of the packaged samples, $4\pm1^{\circ}\text{C}$ was selected for the cold storage and 13°C as the shelf temperature used in markets. Relative humidity for the warehouse was selected as %80-85.

In the initial phase of the two stage research is the determination of the main polymer material by applying FTIR analysis to packaging films. FTIR analysis revealed that two of the films are polypropylene (PP) based and the other one was found to be polyethylene (PE) based. Furthermore, biodegradability test was applied to films and it has been identified that the films are non biodegradable. On the final stage, to determine the shelf life of the samples, physical, chemical, microbiological and sensory analyzes were applied periodically and the results were evaluated.

As a result of the study; the shelf life for fresh and chopped onions ready for consumption is determined as six days for polypropylene based (PP_1 and PP_2) films. However, for polyethylene based (PE_1) films, a significant quality losses has seen after three days of storage and these losses increased steadily during storage.

Keywords: Fresh-cut vegetables, onion, modified atmosphere preservation, food packaging, biodegradable film.

TEŞEKKÜR

İçtenliği, samimiyeti ve yol göstericiliği ile desteklerini akademik, mesleki ve kişisel anlamda hiçbir zaman esirgemeyen, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken bana karşı göstermiş olduğu muazzam hoşgörü ve sabırdan dolayı canım hocam Yard. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK’e,

İlminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, kimya mühendisliği bölümündeki değerli hocam Doç. Dr. Serap CESUR’a,

Yüksek lisansa başlamamla tanıştığımız ve arkadaşlığımızın sürdüğü, benimle akademik deneyimlerini paylaşmaktan kaçınmayan sevgili arkadaşım Arş. Gör. Fatih Mehmet YILMAZ’a, birlikte ilerleyen tez süreçlerimizde birbirimize destek olduğumuz canım arkadaşlarım Atiye YAYĞAZ, Gülay ÖZKAN, Özge TAŞTAN, İdil TEKİN ve tüm diğer yüksek lisans ve de doktora yapan arkadaşlarıma,

Kendimi mesleki anlamda geliştirmem için desteklerini esirgemeyen ve akademik anlamda da çalışmalarımı sürdürebilmem için bana büyük imkânlar sunan Erasmus döneminde İtalya’da bulunduğum Salerno Üniversitesi’ndeki danışman hocam Sayın Prof. Dr. Roberto PANTANI ve Prof. Dr. Guliana GORRASI’ye,

İtalya’dan ayrılırken bir parçamı da orada bırakmış olmamın en büyük sebeplerinden biri; bana yoldaş, sırdaş, kardeş olan, her dediğini mutlaka yapan Simge MUTLU’ya,

Farklı şehirlerde de olsak en büyük üzüntülerimde ilk sığındığım liman olan Didem GÖKBEL’e,

Tüm kardeş hırçınlıklarına katlanarak büyük bir sabırla beni alttan alan, en mutsuz olduğum anlarımda beni kucaklayan, mutluluklarıma kendi mutluluğu gibi sevenen, karşılıksız sevgisini bana her zaman hissettiren ve hala içimizde bir çocuk yaşadığını her bir araya geldiğimizde hatırlatan Derya KAYA ve dünya üzerindeki en mükemmel insanlardan biri olan, çiçek sponsorum Oğulcan ÖZDEMİR’e, yalnızlığa en iyi ortak biriciğim Gizem DOĞAN’a, lisans dönemimi unutulmaz kılan değerlilerim Deniz ÖZZEK, Gülce AVCU, Esra DEFEKTAŞ ve diğer dostlarıma,

Yaşamımın ilk yıllarından bugüne kadar beni “doğru ve dürüst bir insan” olmam için yetiştiren, eğitimin ilk önce aileden başladığını hakkıyla gösteren ve hakkını asla ödeyemeyeceğim sonsuz sevgiye layık biricik öğretmen annem Müjgen ARSLAN’a,

VIII

Hayatım boyunca aldığım kararlarda beni destekleyen ve yeni seçenekler için sürekli yüreklendiren; özgür adımlar atmamda, kendi ayaklarım üzerinde durabilmemde en büyük desteği olan ve bu özellikleri bana kazandırdığı için minnettar olduğum canımıniçi babam Necdet ARSLAN'a,

En yakışıklı ve haylaz kardeş Atakan ARSLAN ve sadece kardeşimin değil hepimizin gönlünü fetheden dünyalar tatlısı Seda HIZLIOK'a,

Bana yürekten inanan, güvenen, destekleyen ailemin diğer bütün fertlerine,

Bir şekilde yollarımızın kesiştiği ve güzel anılar biriktirdiğim herkese,

Sonsuz teşekkür ederim. Şimdiye kadar olduğu gibi bundan sonra da sizinle birlikte büyümek dileği ile..

Ezgi ARSLAN

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ	8
2.1 Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerin Raf Ömrünü ve Kalitesini Etkileyen Faktörler	8
2.2 Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerde Kullanılan Sanitasyon Ajanları	9
2.3 Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerin Ambalajlanması	10
2.3.1 Modifiye atmosferde ambalajlama teknolojisi	10
2.3.2 Ambalajlamada kullanılan filmler	11

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

2.3.3 Tüketime hazır doğranmış kuru soğanla ilgili yapılan çalışmalar	15
2.3.4 Plastikler için biyobozunma kavramları.....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1 Materyal	19
3.2 Yöntem	20
3.2.1 İşleme Yöntemleri	20
3.2.2 Analiz Yöntemleri	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1 Ambalaj materyallerine uygulanan analizlere ait araştırma bulguları.....	26
4.1.1 Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometresi (FTIR) analizi	26
4.1.2 Filmlerin Biyobozunurluğunun Belirlenmesi.....	28
4.2 Örneklere uygulanan analizler.....	28
4.2.1 pH tayini	28
4.2.2 Asitlik tayini	31
4.2.3 Ağırlık kaybı	33

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.2.4 Su aktivitesi	34
4.2.5 Renk analizi	36
4.2.6 Potansiyel kararırna analizi.....	38
4.2.7 Doku analizi	40
4.2.8 Mikrobiyolojik analizler.....	42
4.2.9 Duyusal analiz	46
4.2.10 Tepe boşluğu-gaz analizi.....	48
5. GENEL SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR DİZİNİ	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.3.1 Polietilen molekülü ve dallanma yapısı	14
2.3.2 Polipropilen molekülü ve polimerizasyonu	15
2.3.3 Biyopolimer kompozitlerin yaşam döngüsü ve bozunma süreci.....	18
3.2.1 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan üretimi	20
4.1.1 Nicodom Ltd.'ten alınan kıyaslama spektrumu (katkısız polipropilen).....	26
4.1.2 PP_1 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu	26
4.1.3 PP_2 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu	27
4.1.4 Nicodom Ltd.'ten alınan kıyaslama spektrumu (katkısız polietilen)	27
4.1.5 PE_1 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu.....	27
4.2.1 PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri	29

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.2 PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri	29
4.2.3 PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri	30
4.2.4 PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (%pirüvik asit cinsiden) değerleri	31
4.2.5 PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (%pirüvik asit cinsiden) değerleri	32
4.2.6 PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (% pirüvik asit cinsiden) değerleri	32
4.2.7 PP_1, PP_2 ve PP_3 kodlu filmlerle ambalajlanan tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin ağırlık kaybı değişimleri	33
4.2.8 PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.9 PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri.....	35
4.2.10 PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri.....	36
4.2.11 PP_1 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L^* (parlaklık) değerleri.....	36
4.2.12 PP_2 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L^* (parlaklık) değerleri.....	37
4.2.13 PE_1 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L^* (parlaklık) değerleri.....	37
4.2.14 PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararma değerleri (AU)	38
4.2.15 PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararma değerleri (AU)	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.16 PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararma değerleri (AU)	39
4.2.17 Doku analizi grafiği.....	40
4.2.18 PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).....	41
4.2.19 PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).....	41
4.2.20 PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).....	42
4.2.21 PP_1 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)	43

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

4.2.22 PP_1 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)43

4.2.23 PP_2 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)44

4.2.24 PP_2 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)44

4.2.25 PE_1 kodlu filmle aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

4.2.26 PE_1 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)45

4.2.27 PP_1 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları49

4.2.28 PP_1 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları49

4.2.29 PP_2 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları50

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

4.2.30 PP_2 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları
.....50

4.2.31 PE_1 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları
.....51

4.2.32 PE_1 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C’de ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları
.....51

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Dünyada kuru soğan üretimi	3
1.2 Dünya kuru soğan ihracatı yapan ülkeler ve ihracat miktarları (ton).....	4
1.3 Türkiye’de kuru soğan üretim miktarı (ton).....	5
1.4 Türkiye’nin kuru soğan ihracat ve ithalat değerleri	6
2.1 Bazı Plastik Filmlerin Özellikleri (Heiss 1980)	12
2.2 Ambalajın geçirgenlik özellikleriyle ilgili ürün reaksiyonları	13
3.1.1 Taze doğranmış kuru soğan için kullanılan ambalaj filmlerinin 5°C’deki oksijen, karbondioksit geçirgenlikleri.....	19
3.2.2 Tüketime hazır doğranmış kuru soğan için kullanılan duyu analizi formu	25
4.2.4 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinde depolama süresi sonunda görülen ağırlık kayıpları (%)	34

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)ÇizelgeSayfa

4.2.10 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin görünüm verileri46

4.2.11 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin koku verileri.....47

4.2.12 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin doku verileri.....47

4.2.13 Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin genel izlenim verileri48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
O_2	Oksijen
CO_2	Karbondioksit
H_2O_2	Hidrojen peroksit
$Log (KOB)$	Mikroorganizma sayısı (koloni oluşturan birim)
L^*	Parlaklık
a^*	Kırmızı/yeşil renk skalası
b^*	Sarı/mavi renk skalası
h°	hue açısı
C^*	Chroma
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)
MAP	Modifiye atmosferde ambalajlama
PE	Polietilen
PP	Polipropilen
OTR	Oksijen geçirgenlik değeri
CDTR	Karbondioksit geçirgenlik değeri

1.GİRİŞ

Tüketime hazır ürünler, meyve veya sebzelerin yenilemeyen kısımlarının uzaklaştırılarak, gerekliyse bazı ön işlemler uygulandıktan (yıkama, kesme, doğrama vb). sonra sadece fiziksel olarak değişime uğrayan, bu değişimden sonra da uygun ambalaj materyali ile ambalajlanıp, kalitenin uzun süre korunabildiği, doğrudan ya da dolaylı olarak tüketilen ürünlerdir (Zagory ve Kader, 1988; Wiley 1994; Garret 1997; Olivas ve Barbosa-Canovas 2005; Artés ve ark. 2007). Meyve ve sebzelere minimum düzeyde işlem uygulanırken ürünün besin değerlerinden ödün vermeden tazeliğinin korunmasının yanında ürünün raf ömrünü uzatarak tüketilebilirliğini artırmak da amaçlanır (Ahvenainen 2000 a, b).

Son zamanlarda endüstrinin ve teknolojinin hızla gelişmesi ve özellikle kadınların da iş hayatına girmesiyle mutfakta harcanan zamanın öneminin anlaşılması modifiye atmosfer ambalajlama (MAP) tekniği kullanılarak tüketime hazır (taze doğranmış) ürünlerin ön plana çıkmasına ve bu alanda yapılan çalışmaların da hızla gelişerek artmasına sebep olmuştur. Tüketicilerin sağlık yönünde bilinçlenmesiyle doğal besleyici ve tüketime hazır gıdalara olan talepler de artmıştır.

Avrupa’da tüketime hazır taze sebze ve meyvelere olan eğilim 1980’lerde başlamış fakat 2009’dan bu yana talep ve bunun doğrultusunda da üretim hızla artmıştır. Başta İtalya olmak üzere İsviçre, Hollanda, Almanya ve İngiltere Avrupa’da bu sanayi kolunda en hızlı büyümeyi gerçekleştirmiş ülkelerdir. ABD’de 1999’da 3,3 milyon \$’lık olan tüketime hazır taze sebze ve meyve satışları 2007’de 15.5 milyon \$’a ulaşmıştır. Ülkemizde ise bu sektöre talep son yıllarda artmıştır (Konya Ticaret Odası, Etüd-Araştırma Servisi, Mayıs 2011).

Modifiye atmosferde ambalajlama (MAP) tekniği; çabuk bozulma eğiliminde olan ürünlerde dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacıyla, ambalaj içi gaz atmosferinin değiştirilerek O₂ oranı azaltılıp değişik konsantrasyonlarda CO₂ ve N₂ gazlarının oranı artırılarak, veya ürünün yapmış olduğu solunum sonucu ortamdaki atmosferin kendisi tarafından değiştirilerek O₂ oranı azaltılıp, CO₂ oranı artırılarak ürün yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile ürünün ambalajlanması işlemidir (Philips, 1996; Demirdöven ve ark., 2006). Ambalaj içerisine gaz verilmeden, istenen ortamın sebze veya meyvenin solunumu sonucunda kendiliğinden

oluşması şeklinde gerçekleşen atmosfer koşulları, ‘‘pasif modifiye atmosfer’’ olarak adlandırılır (Zagory ve Kader 1989; Romero ve ark. 2003; Das 2004). Vakum ambalajlama ise; ürünün uygun ambalaj materyali içine konulduktan sonra, ambalaj içindeki havanın boşaltılıp, ağzının kapatılması işlemidir.

Günümüzde hazır yemek sektörü oldukça gelişmiştir. Büyük miktarda talebe karşılık gelecek şekilde üretimler yapan bu firmalar, Türk yemeklerinde çok fazla kuru soğan kullanmaktadır. Ön işlemleri zaman alıcı ve aynı zamanda istenmeyen koku ve göz yaşartıcı etken maddesi olan allil sülfid nedeniyle kuru soğanların kısa bir raf ömrüne sahip olsa bile, temizlenmiş ve doğranmış olarak hazırlanması ve hazır yemek firmalarına satılması önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde kuru soğanın tüketime hazır ürün olarak değerlendirilmesi ile ilgili çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar sonucunda tüketime hazır kuru soğanın piyasaya sunulması, tüketici talebini ve özellikle büyük şehirlerdeki satış potansiyelini arttıracaktır. Ülkemizde henüz yeni olan bu sektörün, artan talepler karşısında hızla gelişeceği öngörülmektedir.

Belirli bir mevsimde hasat edilen kuru soğan, hasattan sonra birçok iç ve dış faktörün etkisi ile hasat zamanındaki tazeliğini koruyamamaktadır. Sebzelerin nitelikleri ve besin değerleri kaybolmadan korunmaları ve depolanmaları önemli bir sorun oluşturmaktadır. Gerektiği gibi yapılan depolama sırasında, kuru soğanın besin değeri ve nitelikleri korunarak daha uzun süre bu sebzededen yararlanma olanağı sağlanabilmektedir. Kuru soğan depolamada esas, bu sebzeleri düşük sıcaklıkta ve yüksek bağıl nemde saklamaktır (Dizikısa, 1996).

Her türlü iklim ve toprak koşullarına kolaylıkla uyum sağlayan kuru soğan değişik ülkelerde yetiştirilmekte, ithalata ve ihracata konu olmaktadır. Kuru soğan genellikle Çin, Rusya, Türkiye, Amerika, Brezilya, Ukrayna, Mısır, Cezayir, Romanya, Polonya ve Japonya gibi ülkelerde yetiştirilmektedir (Yılmaz, 2011).

Çizelge 1.1. Dünyada kuru soğan üretimi

ÜLKELER	2007	2008	2009
	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Miktarı (ton)
Çin	20.567.295	20.817.295	21.067.295
Rusya	1.317.984	1.712.500	1.601.550
Türkiye	1.859.442	2.007.120	1.849.582
Amerika	3.612.300	3.407.370	3.400.560
Brezilya	1.360.300	1.367.066	1.412.938
Ukrayna	721.700	1.049.200	875.600
Mısır	1.485.933	1.728.417	1.800.000.
Cezayir	826.592	759.166	980.160
Romanya	324.993	395.579	378.106
Polonya	752.468	618.233	707.792
Japonya	1.265.000	1.271.000	1.154.000
DÜNYA	71.841.479	72.855.659	73.231.830

Kaynak: Anonim, 2009. FAO İnternet Sitesi (www.fao.org)

2009 yılında dünyada kuru soğan üretimi toplam 73.231.830 ton'dur. Ülkeler içerisinde en fazla kuru soğan üreten ülke Çin olup üretimi 21.067.295 ton'dur. Dünya üretiminin yaklaşık %29'unu oluşturmaktadır. Çin'i 3.400.560 ton ile Amerika izlemektedir. Diğer kuru soğan üretici ülkeler ise; Türkiye 1.849.582 ton, Mısır 1.800.000 ton, Rusya 1.601.550 ton ve Brezilya 1.412.938 ton'dur (Yılmaz, 2011).

Dünyada kuru soğan ihracatı 6.108.108 ton'dur. İhracatçı ülkeler içerisinde en fazla kuru soğan ihracatı yapan ülke Hindistan'dır. Hindistan'ın 2008 yılı ihracatı 1.670.720

ton'dur. Diğer ülkeler ise 1.100.050 ton ile Hollanda, 545.310 ton ile Çin, 320.773 ton ile ABD, 254.773 ton ile İspanya, 210.936 ton ile de Türkiye'dir (Yılmaz,2011).

Çizelge 1.2. Dünya kuru soğan ihracatı yapan ülkeler ve ihracat miktarları (ton)

ÜLKELER	YILLAR					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hindistan	860.334	833.230	961.806	138.515	1.009.323	1.670.720
Hollanda	798.859	777.447	847.310	973.462	880.342	1.100.050
Çin	455.680	419.678	570.669	569.900	645.585	545.310
Amerika	328.849	301.967	327.904	298.707	291.846	320.773
İspanya	225.661	198.398	203.826	237.951	232.411	254.773
Mısır	320.233	350.571	300.996	204.654	201.235	103.321
Polonya	167.399	173.970	168.051	151.225	114.604	141.672
Türkiye	137.409	74.319	63.673	128.729	179.899	210.936
DÜNYA	5.016.241	5.077.003	5.143.024	5.803.680	5.492.403	6.108.108

Kaynak: Anonim, 2008. FAO İnternet Sitesi (www.fao.org)

Dünyada kuru soğan ithalatı 5.785.897 ton'dur. Ülkeler içerisinde en fazla ithalat yapan ülke 454.803 ton ile Rusya'dır. Diğer kuru soğan ithal eden ülkeler; 686.756 ton ile Bangladeş, 403.491 ton ile Malezya, 226.739 ton ile Almanya, 184.179 ton ile Japonya, 146.319 ton ile Kanada, 142.795 ton ile Belçika ve 122.476 ton ile de Fransa yer almaktadır (Yılmaz, 2011).

Türkiye'de kuru soğan üretimi yıldan yıla dalgalı bir seyir izlemekle birlikte, 2000 yılında 2.200.000 ton iken 2010 yılında 1.900.000 ton olmuştur.

Çizelge 1.3. Türkiye’de kuru soğan üretim miktarı (ton)

YILLAR	Üretim Miktarı (ton)
2000	2.200.000
2001	2.150.000
2002	2.050.000
2003	1.750.000
2004	2.040.000
2005	2.070.000
2006	1.765.396
2007	1.859.442
2008	2.007.120
2009	1.849.582
2010	1.900.000

Kaynak: Anonim, 2010. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Türkiye’nin 2008 yılı kuru soğan ihracatı 210.936 ton’dur ve bunun karşılığında 32.937 \$ ihracat geliri sağlanmıştır. Türkiye’nin kuru soğan ithalatı artış ve azalışlar göstermektedir. 2002 yılında 228 ton iken 2008 yılında bu rakam %22 artarak 279 ton’a yükselmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye'nin kuru soğan ihracat ve ithalat değerleri

YILLAR	İhracat (ton)	İthalat (ton)
2002	138.866	228
2003	137.409	137
2004	74.319	72
2005	63.673	137
2006	128.729	47
2007	179.899	642
2008	210.936	279

Kaynak: Anonim, 2008. FAO İnternet Sitesi (www.fao.org)

Az işlem görmüş ürünlerde yıkama ve arındırma işlemi dezenfekte edilmiş su ile yapılabilmekte ve bu işlemle mikroorganizma yükünün azaltılması, raf ömrünün uzatılması ve ürün tüketicisiyle buluşana kadar geçen süreçte üründe esmerleşme, renk, koku, tat vb. değişiminin engellenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada dezenfeksiyon işlemi; düşük konsantrasyonlarda, olumsuz çevre koşullarında, organik madde varlığında oldukça etkili olan ve aynı zamanda bakteri, küf, maya, virüs, sporlar üzerinde geniş bir antimikrobiyal aktivite spektrumuna sahip olan perasetik asit ile gerçekleştirilecektir. Perasetik asit (peroksi asetik asit); asetik asit, hidrojen peroksit ve suyun eşit miktarda karışımıdır. Bu sıvı genellikle stabil olmayan bir yapıdadır ve oksijen ile etkileşerek asetik asit, hidrojen peroksit ve su gibi ürünlere parçalanır, çevreye zararlı metabolitlere parçalanmaz. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte diğer oksidize edici ajanlarla aynı olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2014).

Kullanılan ambalaj materyallerinin çoğunun bir defa kullanılıp atılması ve hacimce çok yer kaplamaları çevre kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Bu sorunun bir çözümü, polimerler olarak da bilinen plastik maddelerin ısısal işlemle eritilerek ve basınçla şekillendirilerek atıklardan geri kazanımdır. Geri kazanım olayı hem çevre kirliliğini önlemede hem de atık maddelerin değerlendirilmesi sonucu ekonomiye büyük katkılar sağlamakla birlikte kazanım sırasında plâstiklerin tanımlanması ve ayrılması aşamasında karşılaşılan önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Diğer bir çözüm ise yenilenebilir bitkisel, hayvansal ve mikrobiyal kaynaklardan veya var olan plastiklere biyobozunur özellik kazandırmak ve doğada yok olma hızını arttırmaktır (Gnanavel vd., 2012). Bu çalışmanın diğer önemli noktası ise ambalaj materyali olarak doğada bulunan bakteri, maya ve *Actinomyces* türü bakteriler tarafından parçalanan ve çevre kirliliğini önleyen biyobozunur film kullanılmasıdır.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında bu tez çalışmasının amacı; taze ürün olarak tüketime hazır kuru soğanın kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak bunun yanısıra biyobozunur film kullanılarak ambalajlama uygulanmasıyla ambalaj materyalinin neden olduğu çevre kirliliğini önlemek, kuru soğanın tüketime hazır ürün olarak değerlendirilmesi ile ilgili mevcut çalışmalara katkıda bulunmaktır.

Bu kapsamda tez projesinde kuru soğanlar kabuk soyma, ön yıkama, doğrama (10x10 mm) işlemlerinden sonra; soğanlar dekontaminasyon amacıyla 75 ppm perasetik asit çözeltisi ile 5 dk yıkanmış, sonrasında çeşme suyu ile 1 dk süre ile durulanmıştır, daha sonra soğanlar 3 farklı çeşit film ile pasif ve de vakum ile olmak üzere iki farklı yöntemle ambalajlanmıştır. Ürünler 4 ve 13 °C’de, 15 gün boyunca depolanmıştır. Bu amaçla kullanılacak filmlerin biyobozunur özellikleri ile depolama süresi/sıcaklığının kuru soğanın kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlerle belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerin Raf Ömrünü ve Kalitesini Etkileyen Faktörler

Meyve ve sebzecilik bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde; meyve sebzelerimizin iç ve dış pazara sağlıklı bir şekilde sunulması gerekmektedir. Meyve ve sebzeler hasat ile tüketim arasında % 20 ile % 50 gibi yüksek miktarlarda kayba uğrayabilmektedirler (Anonim, 2006). Görüldüğü gibi taze meyve ve sebzelerin üretimlerinden sunulmasına kadar olan aşamalarında ele alınması gereken bazı önemli sorunlar bulunmaktadır. Kaliteli ürün eldesi hammaddenin yetiştirilme koşulları, çeşit, genetik faktörler, olgunluk durumu, hasat edilme ve hasat sonrası uygulanan üretim prosesiyle doğrudan bağlantılıdır. Ancak üretilmiş kaliteli ürünlerin kalitelerinin devamı da hasadı takip eden aşamalarda işleme, ambalajlama, depolama, taşıma ve pazarlama gibi hizmetlerin doğru olarak uygulanmasına bağlıdır (Pala ve ark., 1994; Saraçoğlu, 2007).

Taze meyve sebzelerin en önemli kalite kayıpları arasında zamanla kötü koku oluşması ve çürümesi bununla beraber de renk kaybı ve doku yumuşaması gösterilmektedir (Jacxsens vd., 2000). Ürünlerin tazeliğinin korunup, bozulmaların geciktirilebilmesi özellikle düşük sıcaklıklarda depolanmaları ile mümkündür. Fakat bazen, düşük sıcaklık tek başına yeterli değildir. Düşük sıcaklığa ek olarak ürünlerin ambalajlanıp depolanması, taşınması, dağıtımı ve pazarlanması sayesinde, bu süreçlerde oluşabilecek fizyolojik bozulmalar belirli bir süre önlenebilmektedir (Geeson, 1984). Meyve ve sebzelerin solunumunun hasattan sonra da devam etmesi sebebiyle, solunumun ürünlerin raf ömürleri üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Kader, 1985). Solunumla birlikte ambalaj içerisinde etilen üretimi gerçekleşmektedir. Etilen üretimi ile olgunlaşma ve dokularda yumuşama hızlanır. Hammaddeye uygulanan doğrama, kesme vb. ön işlemlerle etilen gazı hızla artmaktadır. Ayrıca bu ön işlemler nedeni ile artan yüzey alanıyla birlikte bütün haldeki hammaddeye göre daha çabuk ve kolay bozulmaktadır. Bunun nedeni solunum hızının artması olup, ürüne göre değişmekle beraber enzimatik kararma ya da beyazlaşma gibi renk bozuklukları, kuruma, aroma ve tekstürde kayıplar gerçekleşmektedir (Lucera ve ark., 2010). Burada kullanılan bıçakların keskinliği alet-ekipman mikroorganizma yükü de raf ömrünü ve kaliteyi etkileyen

faktörlerdendir. Bu nedenle hammaddeye ve alet-ekipmana uygulanan yıkama ve sanitasyon uygulamaları da oldukça önem taşımaktadır.

2.2. Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerde Kullanılan Sanitasyon Ajanları

Gıda endüstrisinde hammaddenin mikroorganizma yükünün azaltılması, esmerleşme düzeyinin sınırlandırılmasını ve taze meyve/sebzelerin raf ömürlerinin uzatılarak, tüketime kadar kalitelerinin (renk, tekstür vb.) korunmasını sağlamak amacıyla en çok kullanılan sanitasyon ajanları; klor, iyot, brom, ozon, hidrojen peroksit, potasyum permanganattır (Baur ve ark., 2004; İncedayı, 2009).

Klor; patojen kontaminasyonuna karşı etkili bir sanitasyon ajanı olmasına rağmen çevre ve sağlık açısından risk oluşturduğu gerekçesiyle kullanımı sınırlıdır. Bunun nedeni klorun üründeki organik maddelerle reaksiyona girmesi sonucu kanserojen bileşikler oluşturabileceğidir. Klor çözeltisinin etkinliği, sıcaklığın düşük ve pH' nın 6.5 - 7.5 arasında olmasıyla artmaktadır. Minimal işlenmiş sebzelerde genel kullanım dozu 50 - 200 ppm arasında değişmektedir (Francis ve O'Beirne, 2002; Sapers, 2003).

Ozon yıllardır suyla beraber dezenfeksiyon uygulamalarında kullanılmaktadır. Solunum hızı açısından bakıldığında, klor ile kıyaslandığında ozon uygulamasına tabi tutulan ürünlerde solunum hızının yavaşladığı tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2005). Fakat burada ozonun kullanım miktarı büyük önem taşımaktadır. Önerilen miktarların üzerine çıkıldığında hammaddenin yüzey dokusunun bozulması, kahverengileşme reaksiyonları vb. hasarlara sebep olabileceği belirtilmiştir (Koseki ve Isobe, 2006). Endüstride kullanım konsantrasyonu 1 ppm üzerine çıkarılmamalıdır. Aksi takdirde paslanmaz çelikte korozyonların meydana gelebileceği bilinmektedir (Pascual ve ark., 2007).

En çok kullanılan sanitasyonlar ajanlarından bir diğeri ise hidrojen peroksittir. Hidrojen peroksit FDA tarafından genel olarak güvenli kabul edilmiş, antimikrobiyal, okside edici, indirgeyici bir ajandır. Bakteri, maya, küf, virüs ve sporları içeren geniş bir spektruma karşı etkilidir (Cords ve Dychdala, 1993; Şimşek, 2012).

Son yıllarda üründe ve de doğada zararlı kalıntı bırakmaması nedeniyle perasetik asit çözeltisinin kullanımı da dikkat çekmektedir. Perasetik asit (CH_3COOH), düşük konsantrasyonlarda ($< \%0.3$) bile sporosidal, bakterisidal, virüsidal ve fungusidal bir etki gösterebilmektedir. Bu yüzden de hidrojen peroksitten daha güçlü bir biyosid olduğu düşünülmektedir. Perasetik asit ya da peroksiasetik asit; asetik asit ve oksijen gibi ürünlere güvenli bir şekilde parçalanmasına ek olarak hidrojen peroksitten farklı olarak peroksidazlar tarafından yıkılamazlar ve organik moleküllerin varlığında aktif olarak kalabilirler. Perasetik asit, 100 ppm'den daha az konsantrasyonlarda ve yaklaşık beş dakika içinde gram-pozitif ve gram-negatif bakterileri, maya ve fungusları inaktive edebilmektedir (Vural ve Çelen, 2005).

2.3. Taze Doğranmış Meyve ve Sebzelerin Ambalajlanması

Ambalaj içindeki gaz dengesi; gaz atmosferinin anaerobik solunuma ve düşük O_2 zararlanmasına neden olmayacak şekilde O_2 ve bunun yanında yüksek CO_2 zararlanmasına neden olmayacak derecede CO_2 içermesi durumunda, ürünün raf ömrü mümkün olduğu kadar uzatılabilecektir. Bu durum, modifiye veya kontrollü atmosfer (MA/KA) tekniklerinin kullanılmasıyla sağlanabilmektedir (Zagory ve Kader, 1988; Saraçoğlu, 2007).

2.3.1. Modifiye atmosferde ambalajlama teknolojisi

Yapılan araştırmalara göre, modifiye atmosfer tekniği ilk olarak Çin'de uygulanmıştır. İlk modifiye atmosfer tekniği uygulamasında; meyvelerin Kuzey Çin'den Güney Çin'e kilden yapılmış kaplar içerisinde taşınması esnasında kap içine ilave olarak yaprak ve otların yerleştirildiği belirtilmektedir. Kap içerisine yerleştirilen meyve, yaprak ve otların solunumu sonucunda ortamda bulunan O_2 konsantrasyonunun azalırken CO_2 konsantrasyonunun artmakta olduğu ve böylece ortam gaz konsantrasyonunun değiştirilerek ürünün olgunlaşmasının geciktirildiği belirtilmektedir (Floros, 1990).

Modifiye atmosfer tekniğinde ortam atmosferinin modifikasyonu, "pasif" ve "aktif" modifikasyon olmak üzere iki yolla gerçekleştirilmektedir. Pasif modifikasyon, meyve-sebze

gibi solunum yapan ürünlerde, aktif modifikasyon ise her türlü gıdada uygulanabilmektedir (Üçüncü, 2000).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrü üzerindeki etkisi; ürün çeşidine, hammaddenin başlangıç kalitesine, gaz karışımına, depolama sıcaklığına, işleme ve ambalajlama esnasındaki hijyene, gaz/ürün hacim oranına ve ambalaj materyalinin koruma özelliklerine bağlıdır (Ahvenainen 2000, Sivertsvik ve ark. 2003; İncedayı, 2009).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın avantajları arasında; raf ömrünü % 50 - 400 oranında uzatması, daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpları azaltması, yüksek kalitede ürün sağlaması, atıkları minimize etmesi, dağıtım masraflarını azaltması, porsiyonlama imkanı sağlaması, kokusuz ve kullanışlı ambalajlama olanağı tanınması sayılabilmektedir. Dezavantajları arasında ise; maliyetin yükselmesi, sıcaklık kontrolü gerektirmesi, her ürün tipi için farklı gaz kombinasyonu gerektirmesi gösterilmektedir (Sivertsvik ve ark. 2002, Anonim 2007).

Pasif modifikasyon tekniği ile ambalajlanmış bir üründe, ürünün solunum hızı ile ambalaj ortamının gaz bileşimi arasında bir denge oluşmaktadır. Bu duruma, “Denge Gaz Bileşimi” denmektedir. Burada en önemli nokta, ambalaj içinde optimum denge gaz bileşiminin oluşmasını sağlayacak, uygun geçirgenlikteki filmlerin kullanılmasıdır (Jacxsens ve ark, 2000; Soliva-Fortuny ve Martin-Belloso, 2003; Şimşek, 2012).

2.3.2. Ambalajlamada kullanılan filmler

Modifiye atmosfer tekniğinde genelde kullanılan ambalaj polimerleri poliester, polietilen, polietilentereftalat, polipropilen ve polivinilklorürdür. Kullanılan ambalaj, ürün için oksijen, nem, aroma ve ışık bariyeri görevi yapmaktadır (Lee ve ark. 1996, Kılınç ve Çaklı 2004).

Meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde ambalajlanmasında ambalaj materyali seçiminde dikkat edilecek başlıca özellikler; ambalajın gaz ve su buharı geçirgenliği, mekanik özellikleri, saydamlığı ve yapıştırılabilirlik özelliğidir (Lee ve ark. 1996, İncedayı, 2009).

Taze meyve ve sebzeler ambalajlandıklarında; ürün solunumunu sürdürdüğü ve ortamdaki oksijen tüketilip, karbondioksit ile su üretildiği için, başlangıçtaki gaz bileşimi depolama sürecinde değişmektedir. Eğer gaz geçirgenlik değerleri gereğinden düşük olan ambalaj materyalleri kullanılırsa; ortamdaki oksijen tamamen tüketilerek, ürün için olumsuz etkileri olan anaerobik solunum başlayacaktır. Bu nedenle taze meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerin ambalajlanmasında, solunum hızıyla gaz bileşimi arasındaki dengeyi sağlayacak düzeyde geçirgenliğe sahip ambalaj filmlerinden yararlanılmalıdır. İdeal bir ambalajlama sisteminde, ambalaj içerisindeki gıdanın aerobik solunumu için gerekli oksijen kullanım hızı, dışarıdan içeriye giren oksijenin hızına eşit olmalıdır. Ayrıca aerobik solunum sonucu oluşan karbondioksit hızı da, dışarı akan karbondioksite eşitlenmelidir (Day 1993, Üçüncü 2000; İncedayı, 2009).

Ambalajlamada kullanılan ambalaj filminden gazların geçişi; filmin yapısı, kalınlığı, alanı, filmin her iki tarafındaki gazların konsantrasyonu ve basınç farklılığı, sıcaklık ve bağıl nem gibi faktörlere bağlıdır (Üçüncü, 2000).

Çizelge 2.1. Bazı Plastik Filmlerin Özellikleri (Heiss 1980)

Plastik filmler (25 µm)	Su buharı geçirgenliği (g / m ² .gün) 37°C ve % 85 bağıl nemde	Oksijen geçirgenliği (cm ³ / m ² .gün.atm) 23 °C' de	Karbondioksit geçirgenliği (cm ³ / m ² .gün.atm) 23 °C' de
LDPE	20	6000-7000	30000 – 35000
HDPE	10	600 – 2000	8000 – 10000
BOPP	4-6	2000 – 2500	7500 – 8500
PVC	30-40	150 – 350	450 – 1000
PS	70-240	4500 – 6000	21000 – 35000

LDPE: alçak yoğunluklu polietilen, HDPE: yüksek yoğunluklu polietilen, BOPP: çift yönlü gerdirilmiş polipropilen, PVC: polivinilklorür, PS: polistiren

Çizelge 2.2. Ambalajın geçirgenlik özellikleriyle ilgili ürün reaksiyonları (Üçüncü, 2010)

	Alma/Gereğinden fazla alma	Verme/Eksik
SU BUHARI	-Yumuşama/Gevreklik kaybı -Topaklanma/Akabilirlik kaybı -Topaklanma/İstant çözünürlük kaybı -Erime -Kristallenme -Kimyasal reaksiyonlar -Enzimatik reaksiyonlar -Mikrobiyolojik reaksiyonlar	-Kuruma -Sertleşme -Ufalanma -Yağ emülsiyonlarında su kaybı -Derin dondurulmuş ürünlerde don yanığı -Sıvılarda konsantrasyon değişiklikleri -Mikrobiyolojik reaksiyonlar
OKSİJEN	-Oksidasyon -Aerobik mikroorganizma gelişiminin hızlanması -Kimyasal reaksiyonlar/yağ oksidasyonu	-Redoks potansiyelinin değişmesi -Aerobik mikroorganizmaların gelişiminin durdurulması/kusurlu olgunlaşma -Ürün dayanıklılığının uzaması -Renk kusurları
KARBONDİOKSİT	-Mikroorganizma gelişiminin baskılanması -Ürün dayanıklılığının uzaması	- Mikroorganizma gelişiminin kolaylaşması - Ürün dayanıklılığının kısalması -Ambalajda gaz kısmi basınçlarında değişiklikler/gevşek-yumuşak ambalajlarda vakum etkisi
IŞIK	-Oksidatif tepkimelerin başlamasını ve hızlanmasını teşvik	
AROMA/ KOKU	-Yabancı kokuları çekme -Enzimatik değişikliklerle ürüne özgü aromada olumsuz değişiklikler	-Tipik aromanın kaybı

2.3.2.1. Polietilen

Polietilen petrolden üretilen termoplastik bir polimerdir. Polietilen genel olarak düşük yoğunluklu polietilen (Low Density Polyethylene – LDPE) ve yüksek yoğunluklu polietilen (High Density Polyethylene – HDPE) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır (Demir, 2006).



Şekil.2.3.1. Polietilen molekülü ve dallanma yapısı

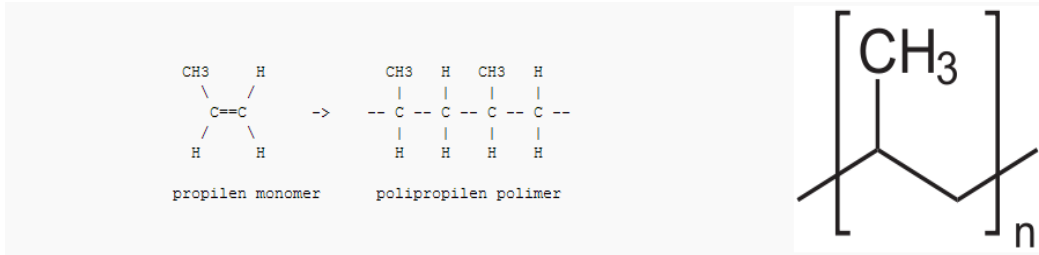
LDPE, radikal zincir polimerizasyonu yöntemi ile sentezlenir ve HDPE'ye göre daha çok dallanmanın (branching) görüldüğü bir polimerdir. Yoğun dallanma görülen polimerlerin kristal yapı oluşturmaları oldukça zordur bu sebeple LDPE, HDPE'ye göre daha düşük kristallliğe sahiptir. LDPE %40 ile %60 arası kristal yapıya sahip iken, HDPE %70 – 90 kristalleşme göstermektedir. Dallanmaların yarattığı bir diğer değişiklik ise yoğunluğu azaltmaktır. LDPE'nin yoğunluğu 0.91 – 0.93 g.cm³ değerlerinde oynarken, HDPE'nin yoğunluğu 0.94-0.96 g.cm³ değerleri arasındadır (Demir, 2006).

LDPE genellikle istenilen özelliklere sahip bir plastiktir. Camsılaşma sıcaklığı (T_g) yaklaşık -120°C dolayındadır. LDPE'nin kolaylıkla ısıyla yapışması en üstün özelliklerinden birisidir. Yaklaşık 120°C'de yapıştırılabilir. Saydam ve yırtılmaya dirençlidir. Su buharı geçirgenliğinin azlığı ve düşük derecelerde esnekliklerini korumaları gibi olumlu özelliklerinin olduğu da bilinmektedir. Fakat, aroma, CO₂ ve O₂ geçirgenlikleri birçok ürün için yüksektir (Demir, 2006).

HDPE, alçak yoğunluklu polietilene göre daha sert ve dayanıklıdır. Su buharı ve gaz geçirgenliği de alçak yoğunluklu polietilene oranla 2-3 kat daha düşüktür. Koku geçirmezlik özelliği de oldukça yüksektir. Isıl yapışma sıcaklığı 135-150°C, kullanım sıcaklıkları –50, +100°C arasındadır (Demir, 2006).

2.3.2.2. Polipropilen

Polipropilen, ham petrol türevlerinden olan “Naphta”dan elde edilen propilen moleküllerinin polimerizasyonu (moleküllerin uç uca eklenerek büyük moleküllerin elde edilmesi işlemi) ile elde edilen natural, beyaz renkli bir malzemedir. Polipropilen, çok yaygın kullanılan plastikler arasında en hafif olanıdır. Genelde 165-170°C gibi yüksek erime noktasına sahiptir. Bu nedenle yumuşamaksızın 120 °C’ye kadar kullanılabilir. Yüksek yoğunluklu polietilene göre daha parlak ve durudur. Su buharı ve gaz geçirgenliğinin ise HDPE’ ininkine yakın olduğu bilinmektedir. Yağ geçirmezlik özelliği ve yırtılmalara karşı direnci iyidir (Demir, 2006).



Şekil 2.3.2. Polipropilen molekülü ve polimerizasyonu

2.3.3. Tüketime hazır doğranmış kuru soğanla ilgili yapılan çalışmalar

Gorny (2001), minimal işlem görmüş kuru soğanlara yönelik yaptığı çalışmada, doğranmış kuru soğanda % 2- 5 O_2 , % 10-15 CO_2 içeren atmosfer ortamının ve 0 - 5 °C’ lik depolama koşullarının olumlu sonuç verdiğini bildirmiştir.

Blanchard ve arkadaşları (1996), kontrollü atmosfer koşullarının tüketime hazır doğranmış kuru soğanın mikrobiyolojik, duyu ve fiziksel kalite kriterleri üzerine etkisini

araştırmıştır. İlk olarak doğranmış kuru soğanları yüksek bağıl nemde 4 °C’de gaz konsantrasyonları (%O₂ / %CO₂): 20/0, 2/0, 2/5, 2/10 ve 2/15 olacak şekilde 14 gün boyunca depolamışlar ve 0., 4., 9. ve 14. günlerde mikrobiyolojik ve duyu analizi uygulamışlardır. Bunun yanında 0., 4., 8. ve 12. günlerde ise pirüvat içeriği, renk, solunum hızı, şeker içeriğini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Depolama sonucunda alınan analiz verilerine bakıldığında; CO₂ konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak soğan bozulmasının da yavaşladığı ayrıca mikrobiyal gelişmenin sınırlandırıldığı da tespit edilmiştir. Optimum depolama atmosferinin ise % 2 O₂ - % 10 CO₂ olduğunu saptanmıştır. Yüksek CO₂ ve düşük O₂ konsantrasyonlarının solunum hızına etki edip yavaşlattığı fakat pirüvat içeriğine herhangi bir etkisinin bulunmadığı ifade edilmiştir. Çalışmanın sonunda ise soğan örneklerinin raf ömrünün 2 haftaya kadar uzatılabileceği belirlenmiştir.

Liu ve Li (2006), kuru soğan örneklerini pasif ve 40% CO₂ + 59% N₂ +1%O₂ bileşimine sahip atmosferde -2, 4 ve 10 °C’lerde depolamışlardır. Depolama süresince sarı rengin yoğunluğunda ve mikrobiyal gelişimde artış gözlenirken, soğan örneklerinin sertlik değerlerinde ise azalma belirlenmiştir. Raf ömrü pasif atmosferde -2, 4 ve 10 °C’lerde sırasıyla 12, 9 ve 6 gün olarak belirlenirken, 40% CO₂ + 59% N₂ +1%O₂ bileşimine sahip atmosferde -2, 4 ve 10 °C’lerde depolanan örneklerde ise 12, 9 ve 7 gün olarak belirlenmiştir.

Berno ve arkadaşları (2014), kesme şeklinin ve depolama sıcaklığının mor kuru soğanın biyokimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla; soğanları küp (10 mm x 10 mm) ve dilim (3-5 mm) olacak şekilde doğramış ve de 0, 5, 10, 15°C’lerde ve 85–90% bağıl nemde 15 gün boyunca depolamıştır. Depolama süresince toplam fenolik madde içeriğine, acılığına, solunum hızına, kuarsetin miktarına, rengine, suda çözünür kuru maddesine, pH ve titre edilebilir asitliğine bakılmıştır. 0°C’de depolanan örneklerde depolama süresi sonunda acılaşmanın en az olduğu saptanmıştır. Bunun yanında yine aynı örneklerde daha düşük solunum hızı ve buna ek olarak antosiyanin ve kuarsetin miktarında da daha az değişim olduğu belirlenmiştir. Fizikokimyasal özellikler de 0°C’de daha fazla korunmuştur. Dilimlenmiş örneklerin küp şeklinde doğranmış örneklerle göre fizikokimyasal ve biyokimyasal değişimler açısından daha stabil olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin raf ömrü 0°C’de 15 gün olarak belirlenmiştir.

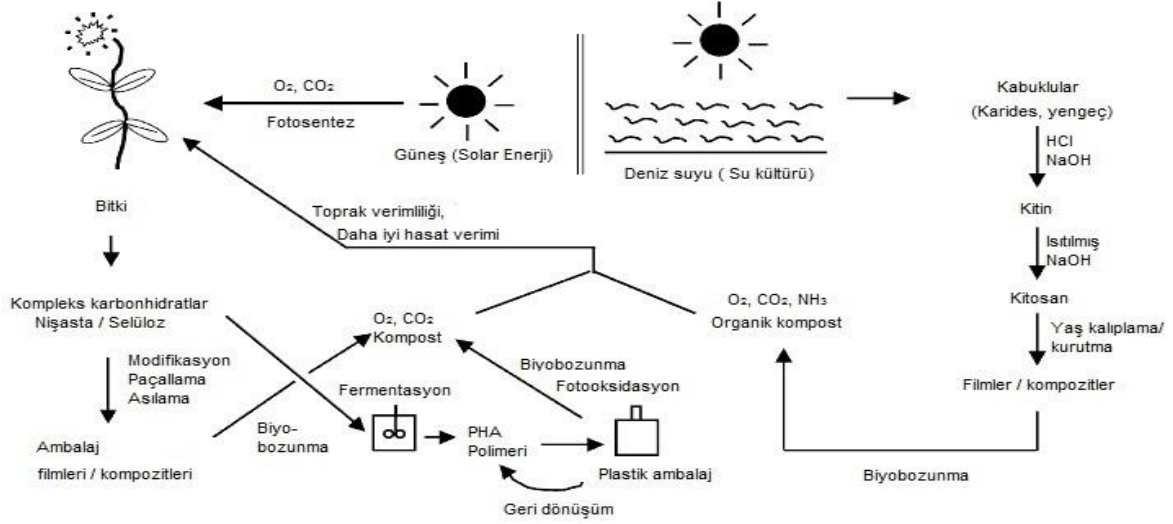
2.3.4. Plastikler için biyobozunma kavramları

Plastikler, normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, basınç ve sıcaklıkta mekanik veya kimyasal yolla şekillendirilebilen polimerik maddeler olarak tanımlanabilmektedir (Fernandes ve Mclellan 1992).

Petrol kökenli sentetik polimerler atık olarak doğada oldukça uzun sürede bozunduklarından çevre kirliliğine ve toksik madde birikimine sebep olmaktadır. Bu sebeple, son yıllarda çevre dostu, petrol kökenli polimerlerin yerini alabilecek biyobozunur polimerlerin üretimine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Yang, 2007).

Dünyadaki toplam plastik üretimi yaklaşık olarak yılda 250 milyon tondur ve bu rakam her yıl artmaktadır. Plastiklerin çoğu petrol kaynaklı olup, bu malzemelerin üretim ve kullanımları iki önemli sorunu ortaya çıkarmaktadır: Kısıtlı doğal kaynaklar tüketilmekte ve plastiklerin doğada birikimleri sebebiyle çevre kirliliği oluşmaktadır. Bu sorunların çözümüne yönelik pek çok öneri getirilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak uygulananı geri dönüşümlü materyaller kullanmaktır. Ancak geri dönüşümlü malzemelere uygulanan işlemlere rağmen başlangıç özelliklerinin yeniden kazandırılmaması yeni çözüm yolları aranmasına yol açmıştır. Son yıllarda sentetik polimerlere alternatif olacak çevre dostu biyobozunur polimerlerin üretilmesi üzerinde durulmuş ve bu konuda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır.

Biyobozunma doğaya geri dönen bir maddenin zamanla çeşitli mikroorganizmalar tarafından toprak altında tüketilmesidir. Oksijenli ortamda gerçekleşen biyobozunma sonucunda karbondioksit ve su, oksijensiz ortamda gerçekleşen biyobozunma sonucunda ise karbondioksit, su ve metan açığa çıkmaktadır (Siracusa et al., 2008). Biyobozunur ambalaj malzemesi, istenen bariyer ve mekanik özelliğe sahip, yenilenebilir biyolojik kaynaklardan elde edilen biyopolimerlerden üretilir (Rhim vd., 2013).



Şekil 2.3.3. Biyopolimer kompozitlerin yaşam döngüsü ve bozunma süreci (Tharanatan, 2003)

Biyobozunurluk için yenilenebilir bitkisel, hayvansal ve mikrobiyal kaynaklardan katkı maddeleri (Tharanatan, 2003) :

- ✓ polisakkaritlerden selüloz, nişasta, aljinat, agar, karagenan, çeşitli zamlar, pektin; kitin, kitosan, hilyuronatlar,
- ✓ protein orijinli olanlara ise kolajen, albümin, fibronojen, kazein, resilin, ipek, elastin, soya, buğday gluteni ve yapıştırıcıları,
- ✓ bakteriyel polyesterler,
- ✓ İnorganik kaynaklardan kıl.

Biyobozunur polimerler, üretilmesi ve karakterizasyonu sürekli güncellenen yeni bir konu olması nedeniyle; biyobozunma ve biyobozunur özellikteki maddeler için henüz net bir terminoloji oluşturulamamıştır. Literatürde biyobozunur polimerler “biyobozunur plastik”, “biyoplastik” ve “kompostlanabilen plastik” gibi isimlerle de anılmaktadır. Biyobozunur polimerlere ilişkin tanımlar ve biyobozunurluk testleri çeşitli ulusal (TS EN 13432, EN 14995, ASTM D6954) ve uluslararası (ISO 17088) standartlarca belirlenmiştir. Bu standartlarda belirtildiği üzere biyobozunur polimerler, belli kompostlama koşullarında (sıcaklık, nem ve mikroorganizma türü) ve belli sürede, mikrobiyal aktivite sonucu tamamen

karbondioksit kadar parçalanabilen polimerik materyaller olarak tanımlanmaktadır (EN 14995). Standart test yöntemlerinde polimerlerin biyobozunur özelliklerinin tespiti, biyobozunma sonucu açığa çıkan metabolit miktarının tayin edilmesine dayandırılmaktadır (Arık Kibar, 2010).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Hammadde olarak kullanılan Vito cinsi kuru soğan (*Allium cepa*) Tesco Kipa Kitle Pazarlama Ticaret Lojistik Ve Gıda Sanayi A.Ş. Tedarikcisi REFRESH firmasından temin edilmiştir.

Kuru soğan solunum hızı düşük sebzeler arasında yer almaktadır. Kuru soğanın 10 °C’deki solunum hızının 10 mL CO₂/kg.sa’dan düşük olduğu belirlenmiştir (Robertson, 1993).

“Çevre dostu” olduğu beyan edilen ambalaj materyalleri ise; İtalya Salerno’daki çeşitli hipermarket zincirlerinden satın alınmıştır.

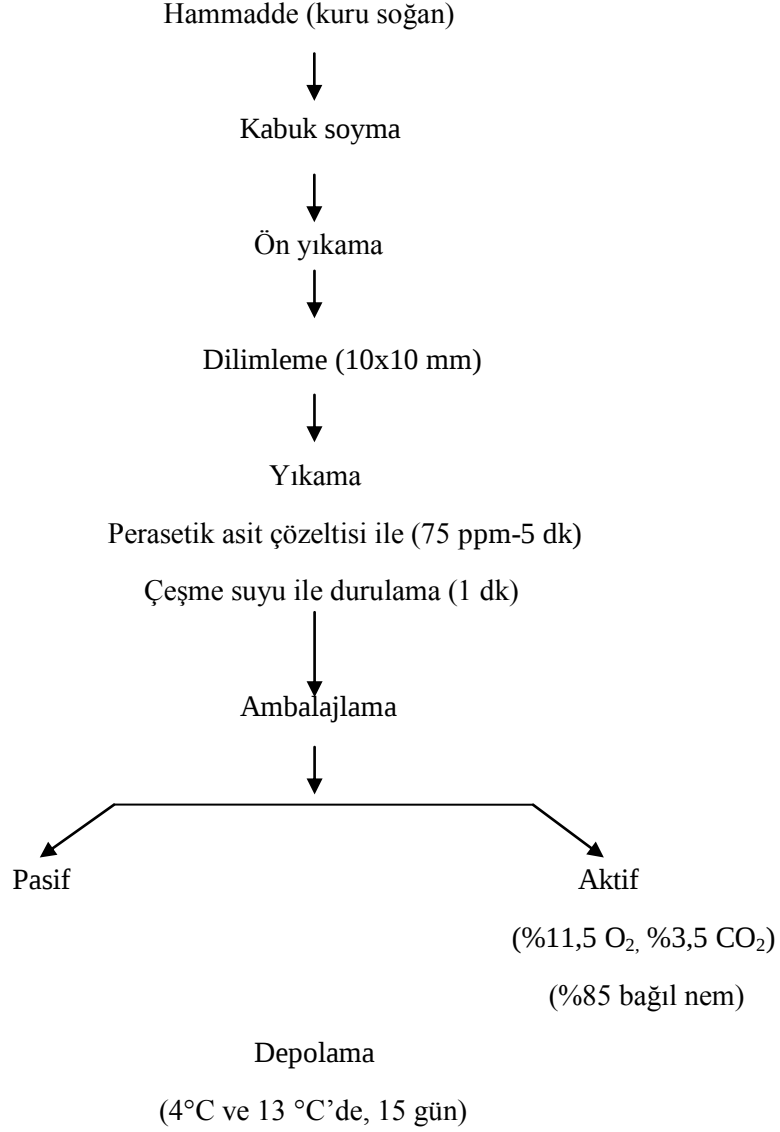
Çizelge 3.1.1.Taze doğranmış kuru soğan için kullanılan ambalaj filmlerinin 5 °C’deki oksijen ve karbondioksit geçirgenlikleri

Film kodu	OTR (cc/m ² gün)	CDTR (cc/m ² gün)
PP_1	9423,3	7432,13
PP_2	9545,2	7832,4
PE_1	9945,3	-

*İtalya’daki hipermarketlerden getirilen ambalaj materyallerinin ana polimerleri Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Fakültesi’nde FTIR analizi yapılarak belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. İşleme Yöntemleri



Şekil 3.2.1. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan üretimi

*Depolamada EYLULLAB İklimlendirme kabini (KOD: C314) kullanılmıştır.

3.2.2. Analiz Yöntemleri

3.2.2.1. Ambalaj materyallerine uygulanan analizler

3.2.2.1.1. Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometresi (FTIR) analizi

Ambalaj materyallerinin ana polimeri Fourier dönüşümlü infrared spektrofotometresi (PerkinElmer Infrared Spectrometer) ile belirlenmiştir (Siracusa, 2008).

3.2.2.1.2. Filmlerin Biyobozunurluğunun Belirlenmesi

Filmlerin hızlandırılmış koşullarda biyobozunurluğu *Aspergillus niger* kullanılarak patates dekstroza agar besiyeri ortamında 25 °C'de 21 gün boyunca inkube edilerek belirlenmiştir (Sunilkumar vd., 2012). Bu analiz için EGEMİKAL'den hizmet alımı yapılmıştır.

3.2.2.2. Örneklerle uygulanan analizler

3.2.2.2.1. pH tayini

10 g örnek tartılıp saf su ile homojenize edilen örneklerin pH'ı, belirli aralıklarla çalkalanarak, depolama sürelerinin 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerinde asitlikteki değişimi incelemek amacıyla direkt olarak pH metre (WTW-Inolab) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2010).

3.2.2.2.2. Asitlik tayini

Örnekler titrasyon asitliğinin belirlenmesi için depolama sürelerinin 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerinde saf su ile homojenize edilip ayarlı 0,01 N NaOH ile fenolftalein indikatörü

eşliğinde soğan kabuğu renk dönüşümü gözlemlenene kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliği, seyreltme faktörü de göz önünde bulundurularak meyve ve sebzeye uygun asit (pirüvik asit) cinsinden "g/100 g" olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.2.2.3. Ağırlık kaybı

En az 0,001 g hassasiyetli terazide, depolama sürelerinin 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerinde ambalaj ağırlık değişimi takip edilmiştir.

3.2.2.2.4. Su aktivitesi

Örneklerin su aktiviteleri depolama sürelerinin 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerinde 25°C’de su aktivite cihazı (TESTO) kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.2.2.5. Renk analizi

Örneklerin depolama sürelerinin 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerinde CIELAB renk değerleri (L*, a*, b*) HunterLab ColorFlex model renk ölçüm cihazı (Management Company, USA) kullanılarak ölçülmüştür.

L*, a*, b* CIE (Comission Internationale de L. Clairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından kabul edilen uluslararası renk uzayıdır. CIE Lab değerlerinden L* parlaklığı temsil etmekte olup 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. a*değeri, -a* ile yeşil +a* ile kırmızılığı gösterirken; b* değeri, -b* ile mavi +b* ile sarılığı göstermektedir.

HSB renk uzayı ise 1978 yılında [Alvy Ray Smith](#) tarafından tanımlanmıştır. Amacı [insan görü düzeneğine](#) daha yakın bir yapı oluşturmaktır. HSB (Hue, Saturation, Brightness) renk uzayı, renkleri sırasıyla [renk özü](#), [doygunluk](#) ve [parlaklık](#) olarak tanımlar (Gonzalez ve Woods, 2002).

- **Renk özü** (hue açısı), rengin baskın dalga uzunluğunu belirler, örneğin sarı, mavi, yeşil, vb. Açısal bir değerdir 0° - 360° , bazı uygulamalarda ise 0-100 arası olağanlaştırılır.

$$h^{\circ} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

- **Doygunluk** (C^* , chroma, saturation), rengin "canlılığını" belirler. Yüksek doygunluk canlı renklere neden olurken, düşük olasılık rengin gri tonlarına yaklaşmasına neden olur. 0-100 arasında değişir.

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$$

- **Parlaklık** (L^* , Brightness) ise rengin aydınlığını yani içindeki beyaz oranını belirler. 0-100 arasından değişir.

3.2.2.2.6. Potansiyel kararırma analizi

Depolama sürecinde 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerde örneklerde kalite değişiminin bir göstergesi olarak dikkate alınmıştır. Örneklerden 10 gram alınıp metal parçalayıcıdan geçirildikten sonra %96'lık etanolde 60 dakika bekletilmiş ve 6000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek üst faz alınmıştır. Son hacim (25 mL) etanolla tamamlandıktan sonra 320nm'de absorbans ölçülmüştür (Rico vd., 2008).

3.2.2.2.7. Doku analizi

Örneğin dokusal özellikleri depolama sürecinde 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerde Tekstür Cihazı (Texture Analyser TA-XT Plus) ve iğne uçlu prob kullanılarak belirlenmiştir (Liang ve Dai, 2006).

3.2.2.2.8. Mikrobiyolojik analizler

Örneklerde toplam aerobik mezofilik koloni, küf-maya ve psikrofil mikroorganizma sayısını belirlemek için EGEMİKAL'den hizmet alımı yapılmıştır (Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

3.2.2.2.9. Duyusal analiz

Örneklerin duyusal değerdendirmesi için Zhan ve arkadaşları (2012) tarafından verilen yöntem modifiye edilerek duyusal özellikler (görünüm, doku, koku, genel izlenim) 5 ile 1 arasında puanlandırılmıştır (Çizelge.3.2.2.1).

3.2.2.2.10. Tepe boşluğu gaz analizi

Filmlerden O₂ ve CO₂ geçişi gaz ölçer (Dansensor) ile depolama sürecinde 1., 3., 6., 10. ve 15. günlerde ml/(ambalaj gün) olarak ölçülmüştür.

3.2.2.2.11. İstatistiksel analiz

Örneklerin fizikokimyasal analiz sonuçları SPSS 13.0 programı kullanılmıştır. Önemli olan farklılıklar için Duncan çoklu testi kullanılarak $\alpha=0,05$ önem düzeyinde inceleme yapılmıştır.

Çizelge 3.2.2. Tüketime hazır doğranmış kuru soğan için kullanılan duyuusal analiz formu

GÖRÜNÜM:

- 5: Kendine özgü parlak beyaz renkte, kesit yüzey aynı renkte ve parlak
- 4: Kendine özgü parlak beyaz renkte, kesit yüzeyde hafif sarılaşma
- 3: Kendine özgü parlak beyaz renkte, kesit yüzeyde hafif dağılma ve hafif sarılaşma
- 2: Parlak renkte azalma, kesit yüzeyde hafif dağılma ve sarılaşma, hafif su salma
- 1: Parlak renkte belirgin azalma, kesit yüzeyde belirgin dağılma ve sarılaşma, farklı renk oluşumları, aşırı su salma

DOKU:

- 5: Sıkı, parmak ile sıkıştırıldığında sert doku
- 4: Kabul edilebilir sıklıkta, parmak ile sıkıştırıldığında sert dokuda azalma
- 3: Hafif gevşek, parmak ile sıkıştırıldığında hafif yumuşak doku
- 2: Gevşek, parmak ile sıkıştırıldığında yumuşak doku
- 1: Kabul edilemeyecek derecede gevşek, parmak ile sıkıştırıldığında yumuşak doku

KOKU:

- 5: Normal karakteristik soğan kokusu
- 4: Karakteristik soğan kokusu, hafif istenmeyen koku
- 3: Karakteristik soğan kokusunda azalma, belirgin istenmeyen koku
- 2: Karakteristik soğan kokusunda belirgin azalma, hafif küfümsü koku
- 1: Kabul edilemeyecek derecede istenmeyen soğan kokusu, belirgin küfümsü koku

GENEL İZLENİM:

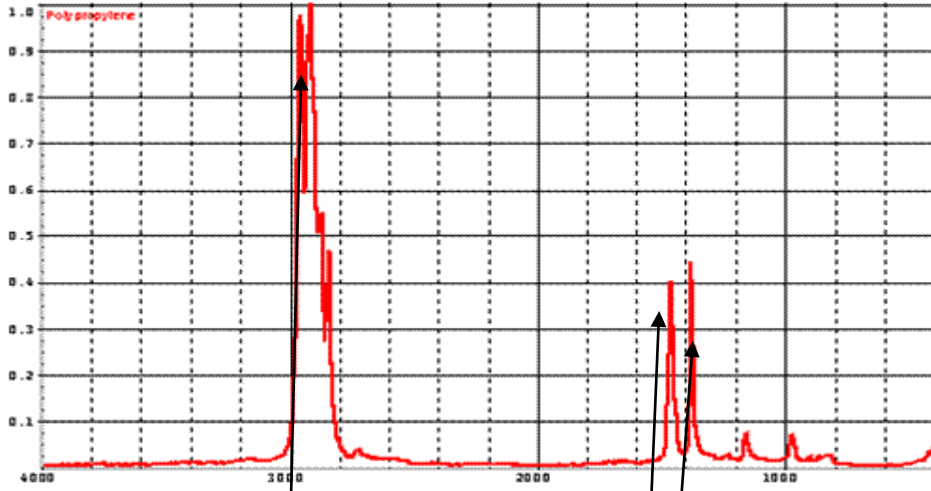
- 5: Mükemmel
- 4: Çok iyi
- 3: İyi
- 2: Kötü
- 1: Çok kötü

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

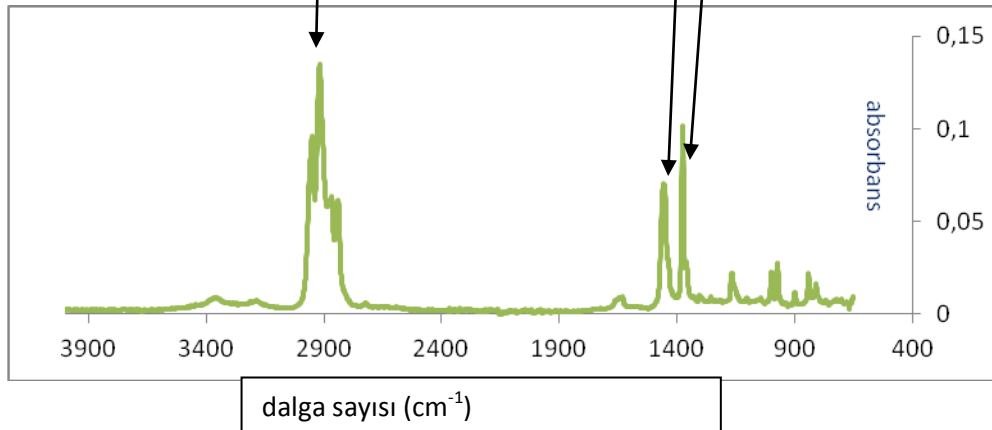
4.1. Ambalaj materyallerine uygulanan analizlere ait araştırma bulguları

4.1.1. Fourier Dönüştümlü Infrared Spektrofotometresi (FTIR) analizi

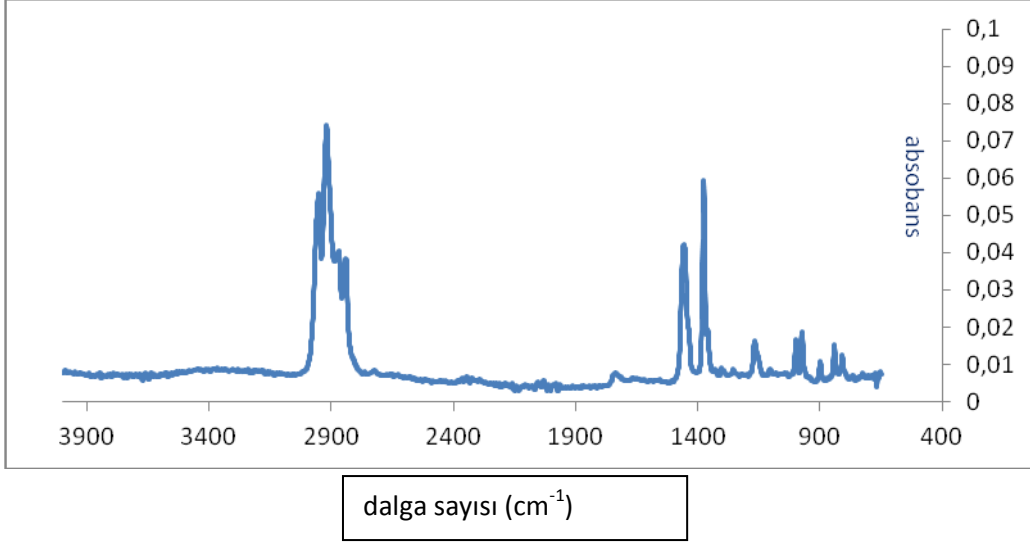
Plastikler için en uygun ve geniş kullanım alanına sahip spektroskopik metot infrared metodudur. İnfrared tekniğinde, moleküllerdeki kimyasal bağların titreme, eğilme, bükülme, sallanma vb. tüm hareketleri için gerekli olan enerji İnfrared ışınların elektro manyetik enerjisinden absorplanır. Bu absorpsiyonlar sonucu elde edilen IR spektrumları, molekül içindeki fonksiyonel grupları gösterir. Burada ölçülen absorpsiyonlar pikler ile ifade edilir. İnfrared spektrumlar genellikle dalga sayısı ile tanımlanır. Burada ölçülen absorpsiyonlar, konsantrasyona ve numune kalınlığına doğrudan bağlıdır (Sırımoğlu vd., 2010).



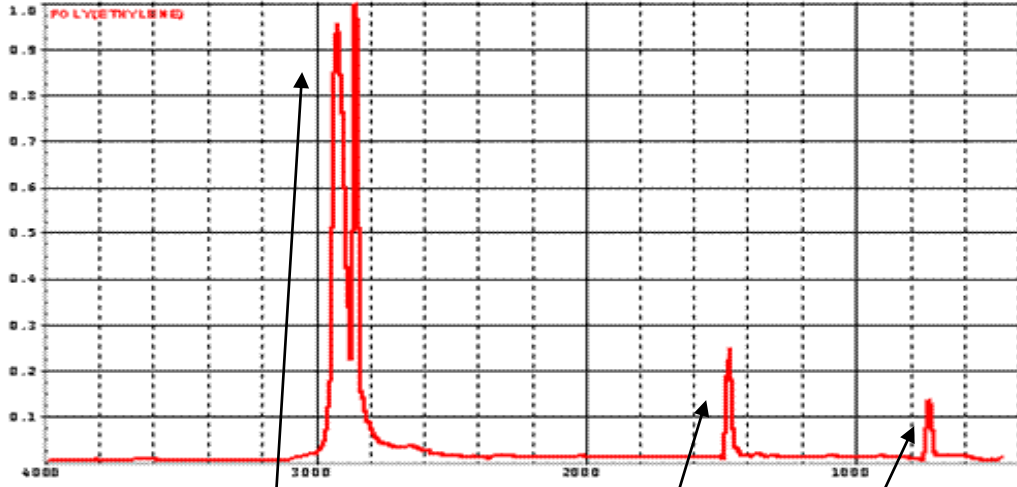
Şekil 4.1.1. Nicodom Ltd.'ten alınan kıyaslama spektrumu (katkısız polipropilen)



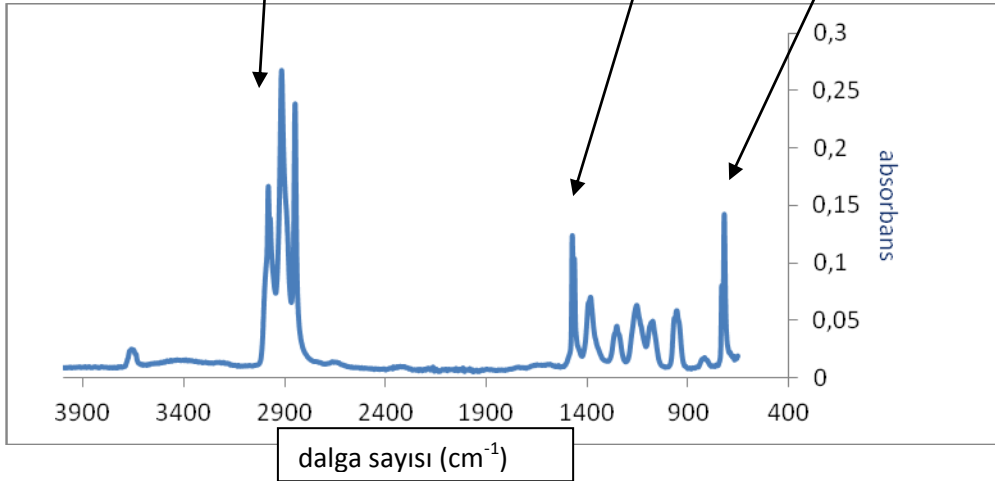
Şekil 4.1.2. PP_1 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu



Şekil 4.1.3. PP_2 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu



Şekil 4.1.4. Nicodom Ltd.'ten alınan kıyaslama spektrumu (katkısız polietilen)



Şekil 4.1.5. PE_1 nolu ambalaj materyalinin FTIR spektrumu

İtalya'dan getirilen ambalaj materyalinin ana polimerini belirlemek amacıyla yapılan FTIR analizi sonucunda, Nicodom Ltd.'ten alınan spektrumlarda karakteristik piklerin yeri karşılaştırıldığında üç çeşit ambalaj materyalinden iki tanesinin Polipropilen (PP), diğerinin ise polietilen (PE) olduğu görülmüştür. Bu nedenle de örnek kodları PP_1, PP_2 ve PE_1 olarak belirlenmiştir. Spektrumlar arasındaki karakteristik pikler arasındaki farkların ise ambalaj materyallerinde kullanılan katkılardan kaynaklandığı düşünülmüştür. PP_1 ve PP_2'nin karakteristik piklerinin yeri aynı olduğu için ana polimerleri aynı olsa da absorban değerlerindeki farklılık bize filmlerin yoğunluklarının, kalınlıklarının farklı olabileceğini göstermektedir.

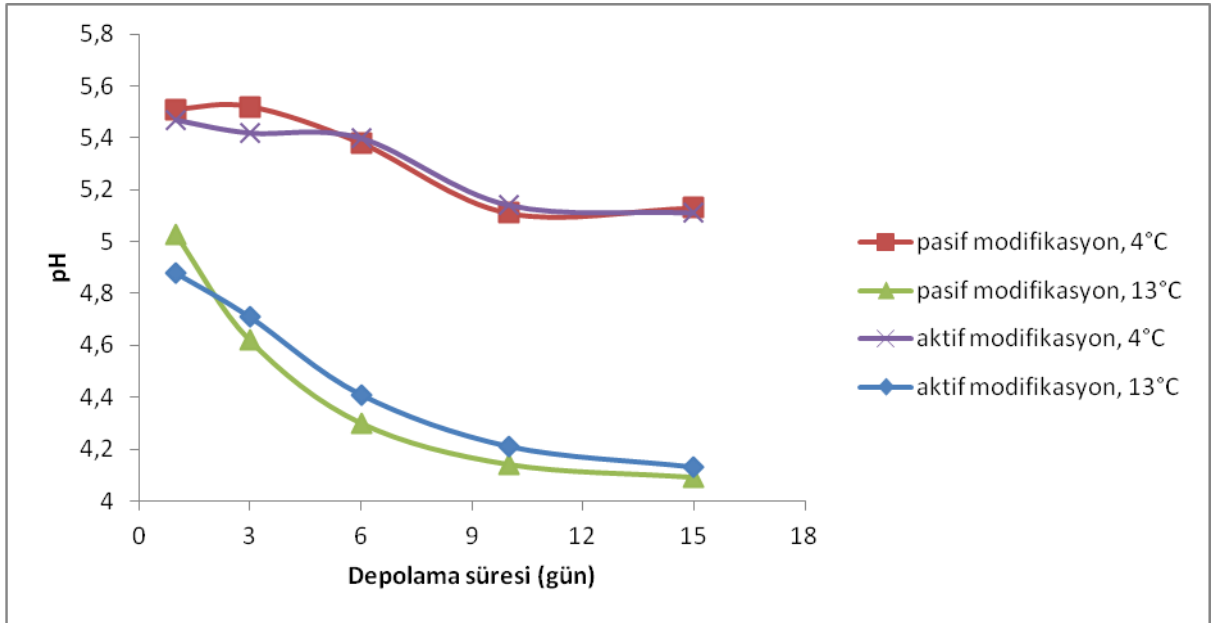
4.1.2. Filmlerin Biyobozunurluğunun Belirlenmesi

Filmlerin hızlandırılmış koşullarda biyobozunurluğu *Aspergillus niger* kullanılarak patates dekstroza agar besiyeri ortamında 25 °C'de 21 gün boyunca inkube edilerek EGEMİKAL laboratuvarında belirlenmiştir (Sunilkumar vd., 2012). Analiz sonuçlarına göre bakterilerin metabolit üretimi artmamış ve ambalaj materyallerinde gözle görülür bir bozunma saptanamamıştır.

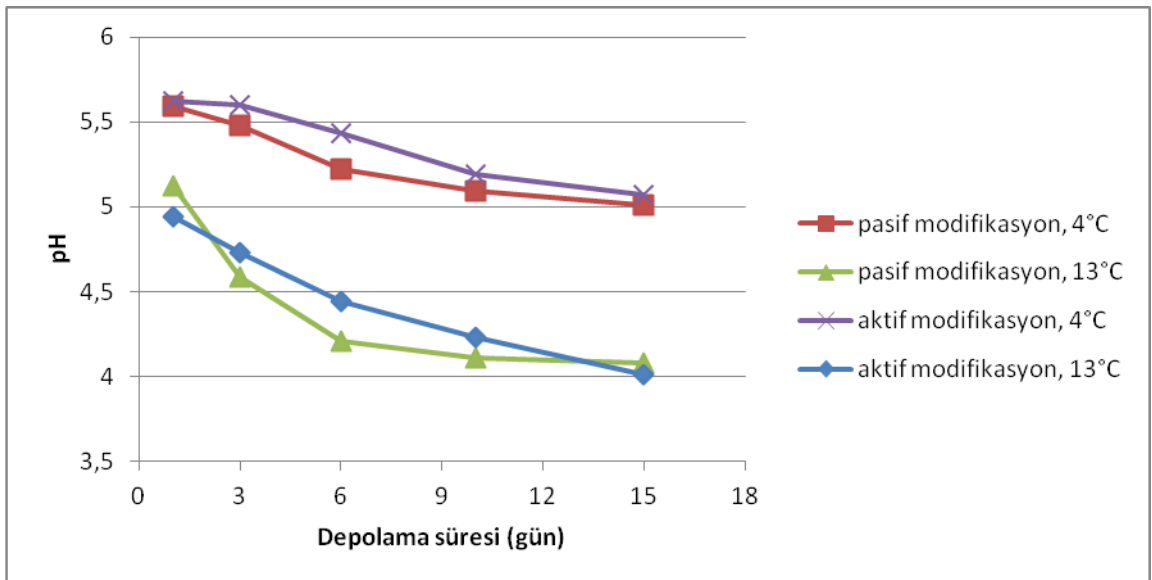
4.2. Örneklerle uygulanan analizler

4.2.1. pH tayini

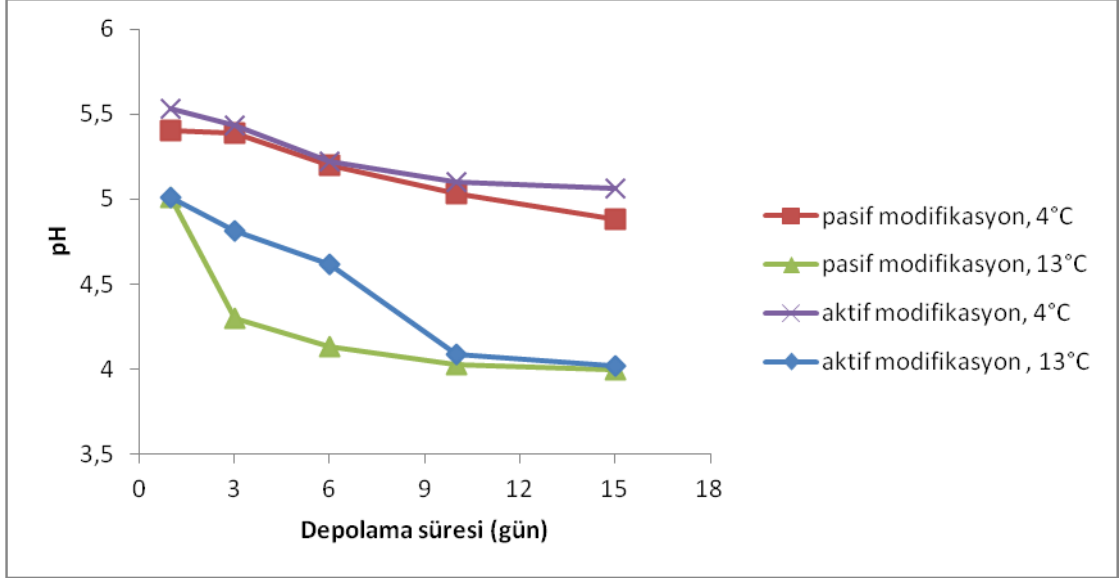
Doğranmış kuru soğanın pH değeri $5,97 \pm 0,13$ olarak tespit edilmiştir. pH değeri çeşme suyu ile yıkamada $6,23 \pm 0,15$ 'e yükselirken, perasetik asit çözeltisi ile muamele sonucunda ise $5,50 \pm 0,01$ 'ye düştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2.1. PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri



Şekil 4.2.2. PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri



Şekil 4.2.3. PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış soğan örneklerinin pH değişimleri

pH değerleri herbir grup örnek için depolama süresi boyunca azalmıştır. 15 günlük depolama süresince PP_1 kodlu ambalaj materyali için pasif ve aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü sonunda pH değeri 5,47 - 5,51 arasında ölçülmüştür. Depolamanın 6. gününün sonunda ise 5,38’e düşmüştür. 13 °C’de depolanan örneklerde ise depolamanın 1. günü sonunda pH değerleri 4,88’e düşmüştür. Depolama süresince azalma eğilimi gösteren bu değer 15. günde 4,09 değerine azalmıştır. Bu azalma istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

PP_2 kodlu ambalaj materyali için pasif ve aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü sonunda pH değeri 5,59 - 5,62 arasında ölçülmüştür. Depolamanın 3. gününün sonunda ise 5,22’ye düşmüştür. 13 °C’de depolanan örneklerde ise depolamanın 1. günü sonunda pH değerleri 4,94’e düşmüştür. Depolama süresince azalma eğilimi gösteren bu değer 15. günde 4,01 değerlerine azalmıştır. Bu azalma istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

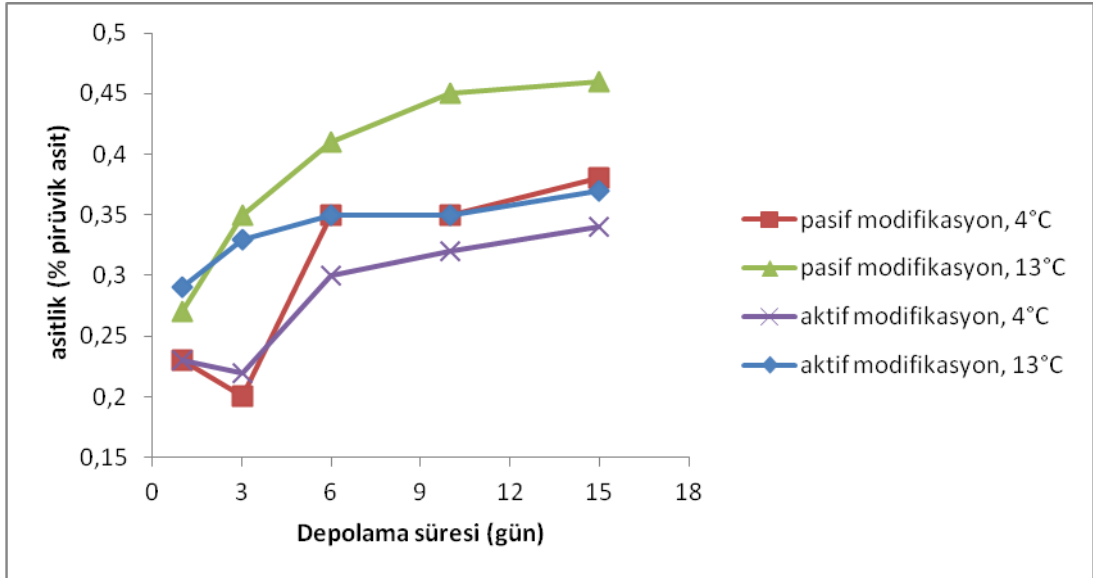
PE_1 kodlu ambalaj materyali için ise, pasif ve aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü sonunda pH değeri 5,01-5,40 arasında ölçülmüştür. Depolamanın 15. gününün sonunda ise 4,88’ya düşmüştür. 13 °C’de depolanan

örneklerde ise depolamanın 1. günü sonunda pH değerleri 5,01'e düşmüştür. Depolama süresince azalma eğilimi gösteren bu değer 10. günde 4,03 değerlerine azalmıştır. Bu azalmalar istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

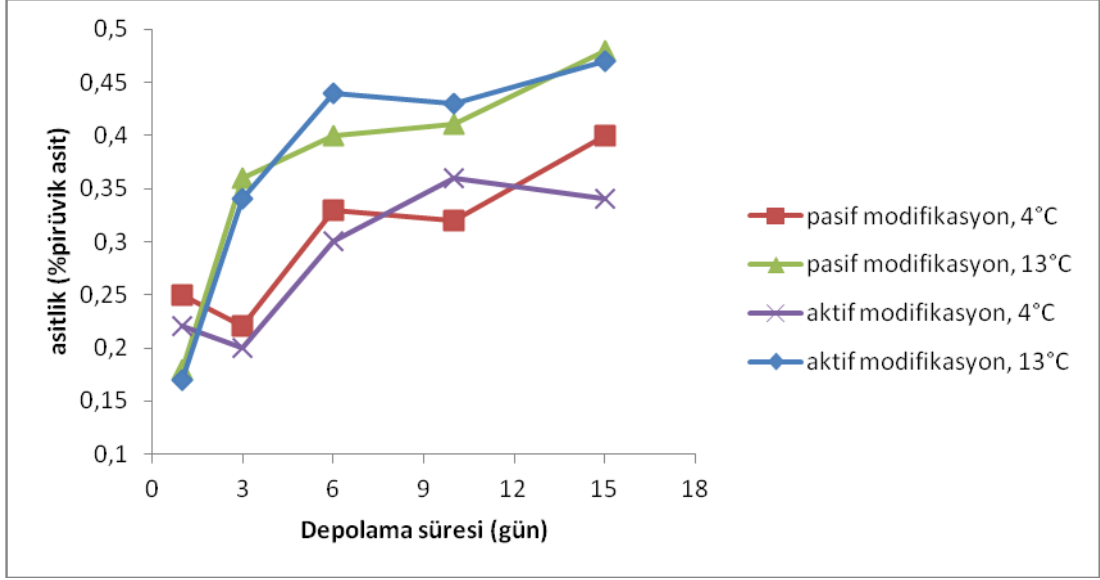
Herbir grup deneme sırasında 13 °C'de depolanan örneklerin pH değerleri 4 °C'de depolananlara göre daha düşük bulunmuştur. Yüksek sıcaklıkla birlikte bozulmaya bağlı olarak ürünlerin asitlik değerleri artmış ve pH değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

4.2.2. Asitlik tayini

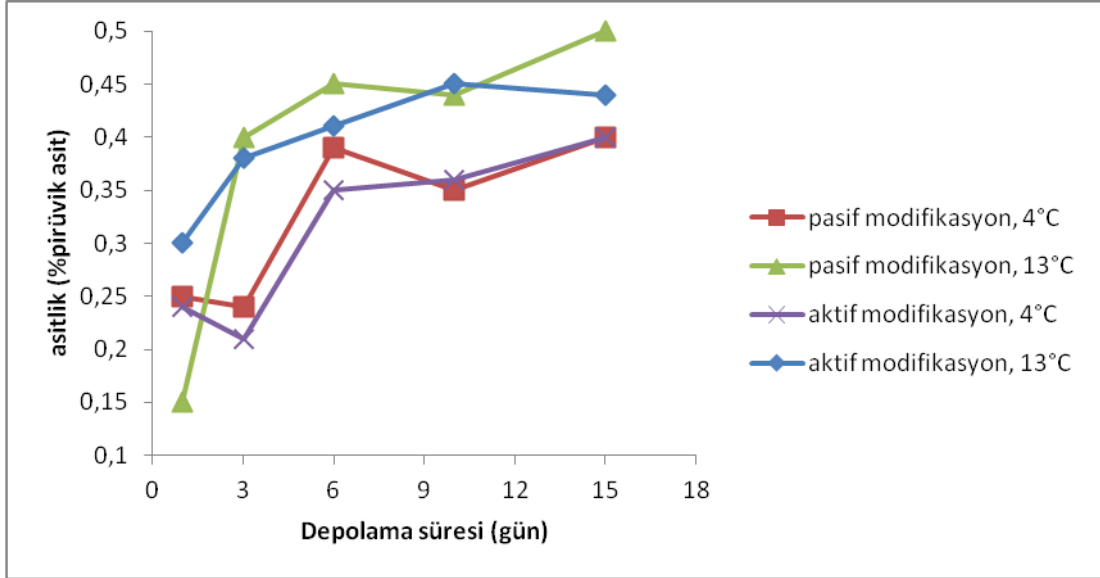
Doğranmış kuru soğanın asitlik (% pirüvik asit cinsiden) değeri $0,20 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. Bu değer örneklerin çeşme suyu ile yıkanması sonucu $0,14 \pm 0,15$ 'e düşerken, perasetik asit çözeltisi ile muamele sonucunda ise $0,22 \pm 0,01$ 'ye yükselmiştir.



Şekil 4.2.4. PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (% pirüvik asit cinsiden) değerleri



Şekil 4.2.5. PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (% pirüvik asit cinsiden) değerleri



Şekil 4.2.6. PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin asitlik (% pirüvik asit cinsiden) değerleri

Asitlik değerleri herbir grup örnek için depolama süresi boyunca artmıştır.

15 günlük depolama süresince PP_1 kodlu ambalaj materyali için pasif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C'de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü

sonunda asitlik değeri 0,23 (%) olarak, pasif modifikasyonla ambalajlanmış ve 13 °C’de depolanmış ürünlerin ise 0,27 (%) olarak ölçülmüştür. Depolamanın 15. gününün sonunda ise sırasıyla 0,38 (%) ve 0,46 (%) değerlerine ulaşmıştır. Aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 3. günü sonunda asitlik değeri 0,22 (%) olarak, aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 13 °C’de depolanmış ürünlerin ise 0,35 (%) olarak ölçülmüştür. Depolamanın 15. gününün sonunda ise sırasıyla 0,34 (%) ve 0,37 (%) değerlerine ulaşmıştır. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

PP_2 kodlu ambalaj materyali için, pasif ve aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü sonunda asitlik değeri 0,22-0,25 (%) arasında ölçülmüştür. Depolamanın 6. gününün sonunda ise 0,32 (%) değerine ulaşmıştır. 13 °C’de depolanan örneklerde ise depolamanın 3. günü sonunda asitlik değerleri 0,36 (%) olarak ölçülmüştür. Depolama süresince artış eğilimi gösteren bu değer 15. günde 0,48 (%) değerine yükselmiştir. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

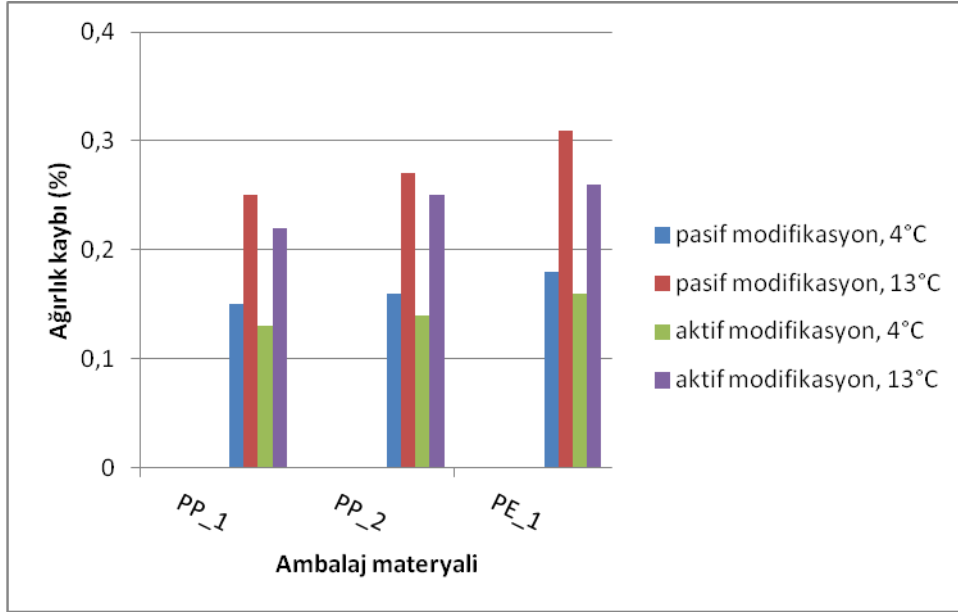
PE_1 kodlu ambalaj materyali için, pasif ve aktif modifikasyonla ambalajlanmış ve 4 °C’de depolanmış ürünlerin depolamanın 1. günü sonunda asitlik değeri 0,24 (%) olarak ölçülmüştür. Depolamanın 6. gününün sonunda ise 0,39 (%) değerine ulaşmıştır. 13 °C’de depolanan örneklerde ise depolamanın 3. günü sonunda asitlik değerleri 0,38 (%) olarak ölçülmüş, depolama süresince artış eğilimi gösteren bu değer 10. günde 0,45 (%) değerine yükselmiştir. Bu artışlar istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

4.2.3. Ağırlık kaybı

Örneklerin ağırlık kaybına ilişkin veriler Şekil 4.2.4.1.’de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin ağırlık kaybında artış olduğu belirlenmiştir. Başlangıç değerlerinin depolama süresi sonunda 0,13-0,31 (%) arasında değiştiği belirlenmiştir. Örnekler arasında birbirlerini takip eden günler boyunca ağırlık kayıplarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 4.2.4. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinde depolama süresi sonunda görülen ağırlık kayıpları (%)

	Ağırlık kaybı (%)											
	PP_1				PP_2				PE_1			
	pasif		aktif		pasif		aktif		pasif		aktif	
	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C
Depolama süresi sonundaki toplam ağırlık kaybı (%)	0,15	0,25	0,13	0,22	0,16	0,27	0,14	0,25	0,18	0,31	0,16	0,26

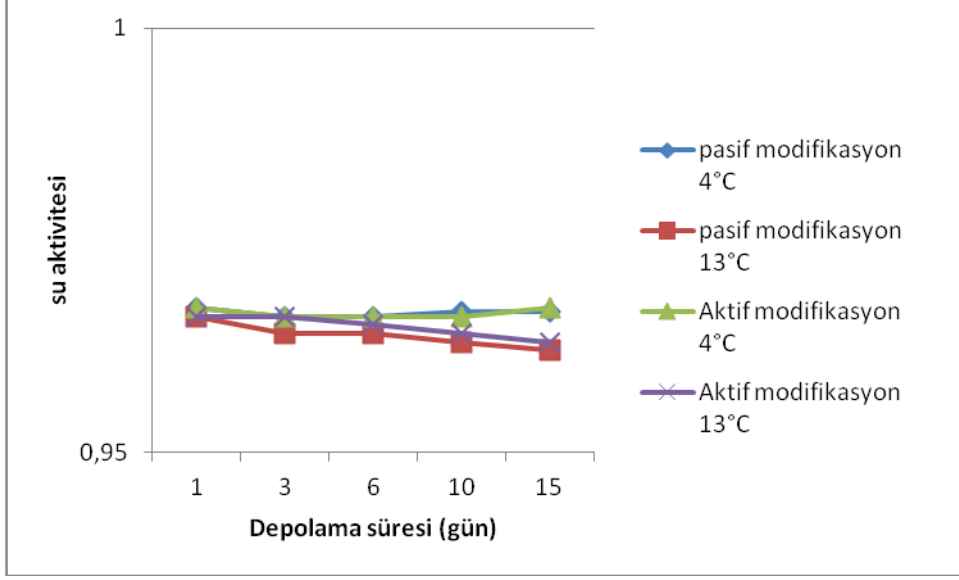


Şekil 4.2.7. PP_1, PP_2 ve PP_3 kodlu filmlerle ambalajlanan tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin ağırlık kaybı değişimleri

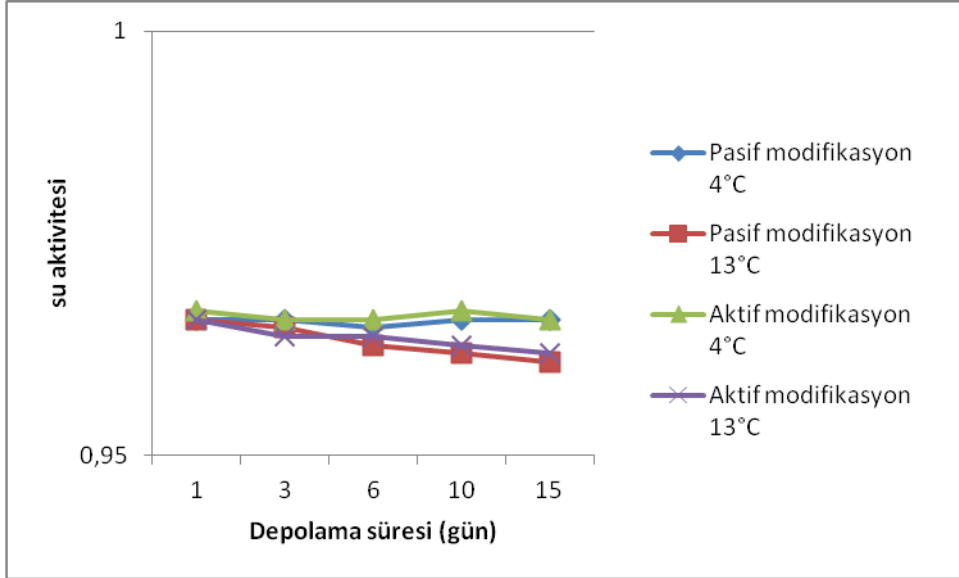
4.2.4. Su aktivitesi

Doğranmış kuru soğan hammaddesinin su aktivitesi 0,966 (20,4 °C) olarak ölçülmüştür. Herbir örnek için su aktivitesi değerleri depolama süresince çok az miktarda değişmiştir. Bu değişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$). Başlangıç a_w değeri depolama sonunda 0,96-0,97 arasında ölçülmüştür. Meydana gelen azalmaların

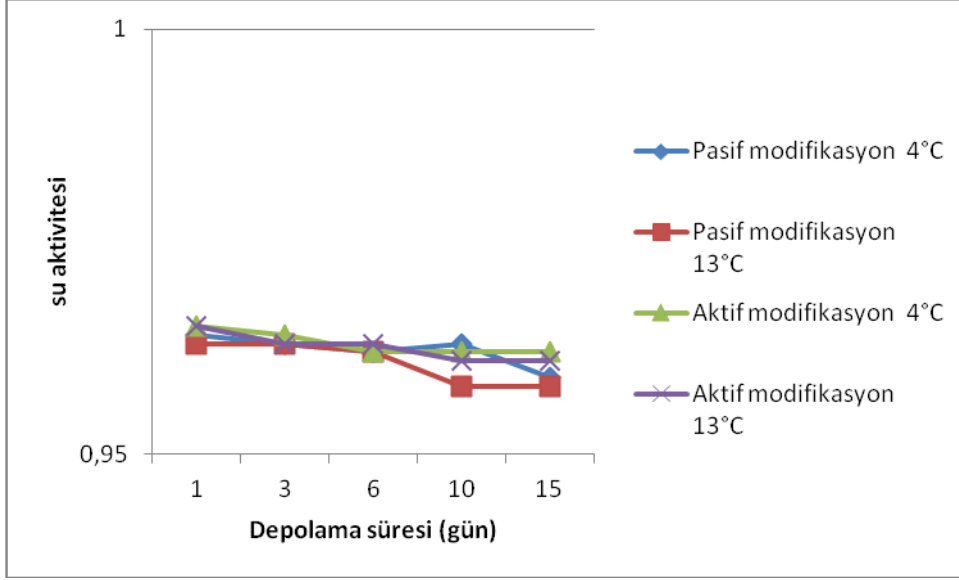
depolamada meydana gelen ağırlık kaybı yani örneklerin su kaybetmesine bağlı olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2.8. PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri



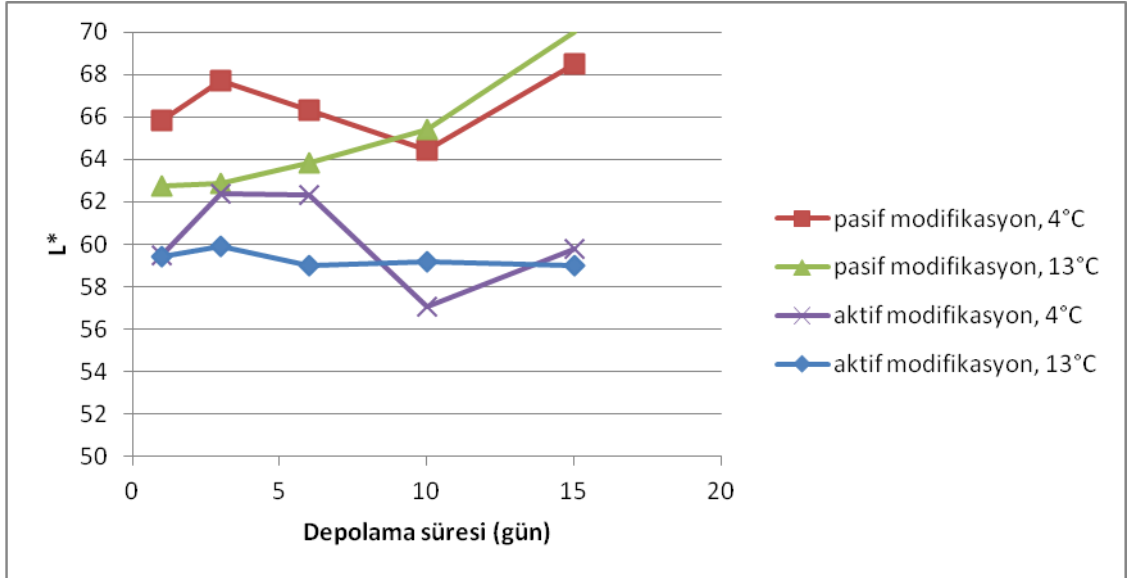
Şekil 4.2.9. PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri



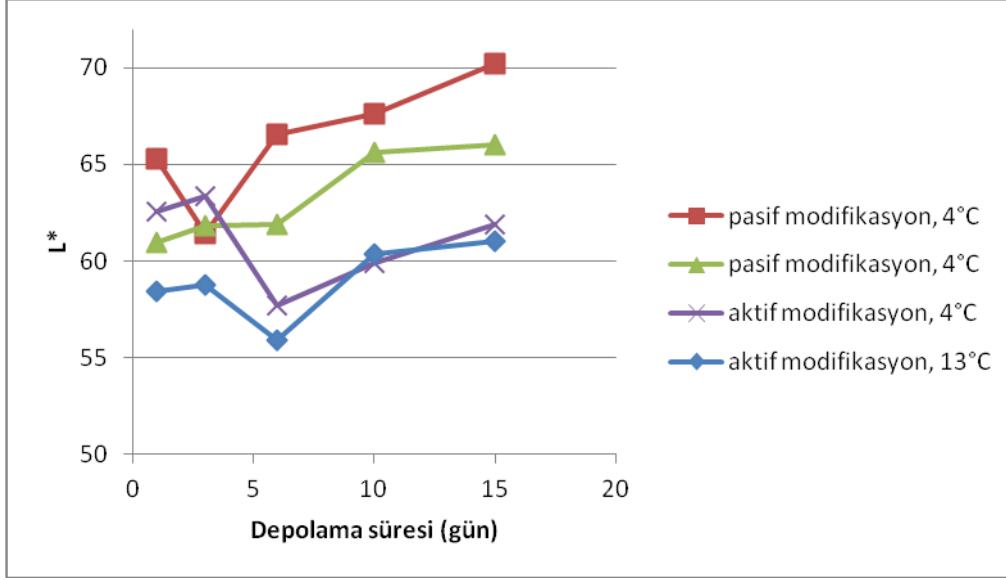
Şekil 4.2.10. PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri

4.2.5. Renk analizi

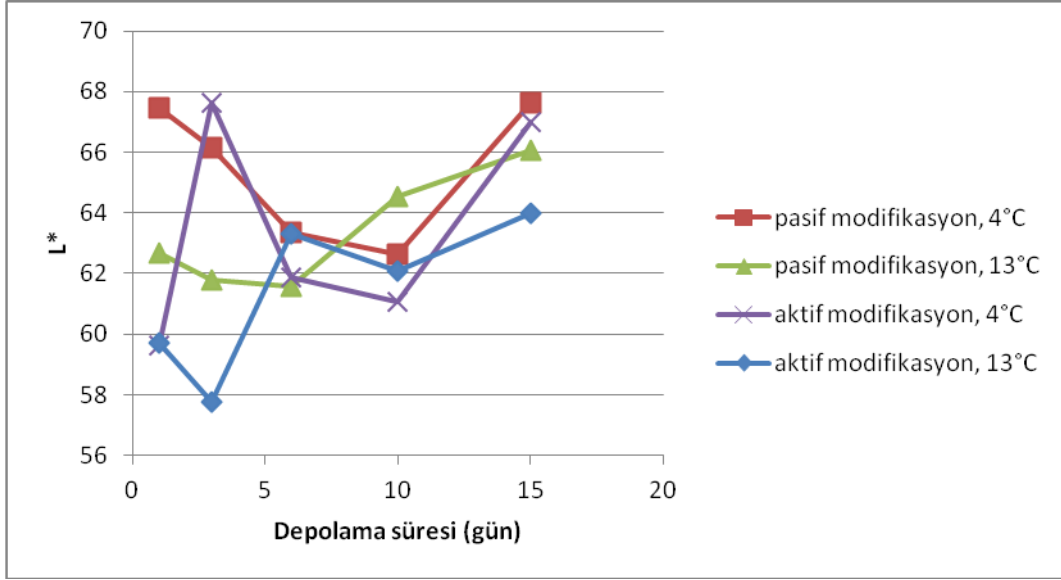
Doğranmış kuru soğan hammaddesinin ambalajlanmamış olarak renk ölçümü yapıldığında; L^* değeri $71,48 \pm 0,10$, a^* değeri $-2,81 \pm 0,02$, b^* değeri $17,33 \pm 0,08$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2.11. PP_1 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L^* (parlaklık) değerleri



Şekil 4.2.12. PP_2 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L*(parlaklık) değerleri



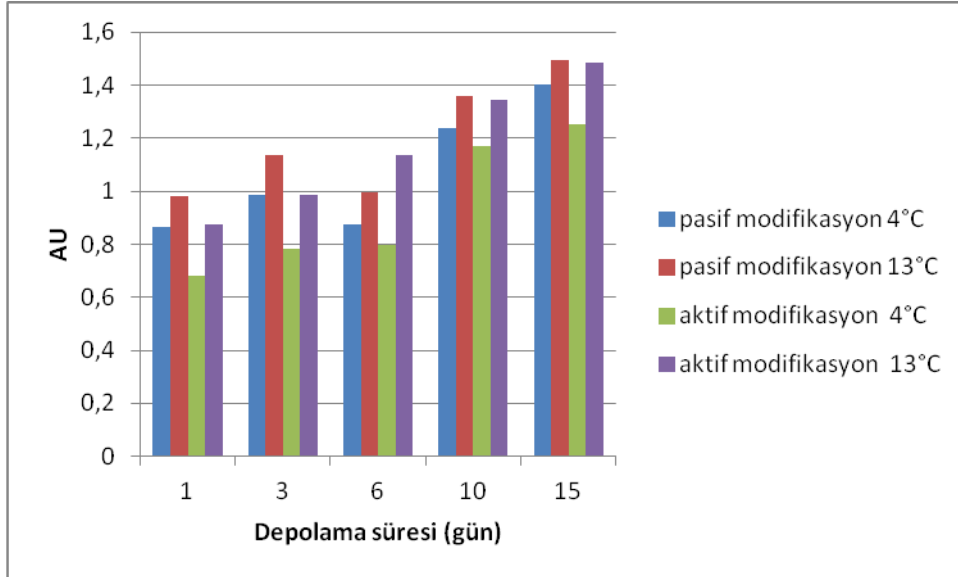
Şekil 4.2.13. PE_1 kodlu filmle ambalajlanmış tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin L*(parlaklık) değerleri

Depolama boyunca L* değerinde süreye bağlı olarak artış ve azalışların olduğu belirlenmekle birlikte değişime ait belirgin bir eğilim bulunmamıştır. Ambalajın farklı noktalarından alınan örneklerin değişimine bağlı olarak farklı ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Başlangıç için 4 ve 13 °C’de depolanmış örnekler için ölçülen L* değerleri $65,29 \pm 0,01$ - $60,95 \pm 0,05$ arasında ölçülürken, depolama sonunda $70,23 \pm 0,02$ ve $66,01 \pm 0,03$ değerlerine ulaşmıştır.

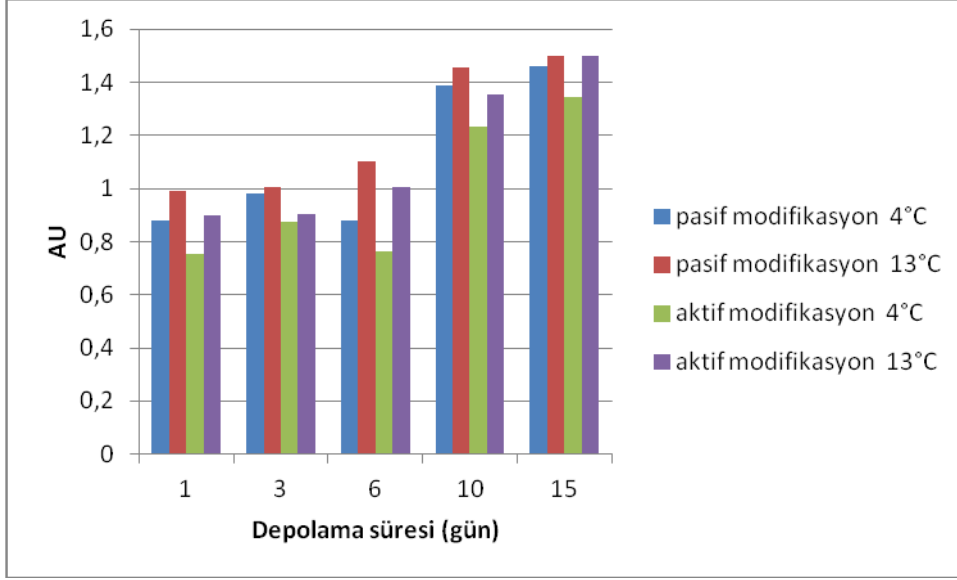
Renk özü olarak adlandırılan hue açısı değerlerine bakıldığında depolama süresi boyunca bu değerin 75°'den 81°,2'ye kadar çıktığı belirlenmiştir. 90°'nin yoğun sarı rengi tanımladığından yola çıkılarak depolama süresince sarı renkteki yoğunluğun zamanla arttığını belirlenmiştir (Türköz Karakullukçu, 2013). Kroma değeri rengin "canlılığını" belirler. Yüksek doygunluk canlı renklere neden olurken, düşük olasılık rengin gri tonlarına yaklaşmasına neden olur. Doygunluğu temsil eden kroma değerindeki farklılıklar ise depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0,05$).

4.2.6. Potansiyel kararırma analizi

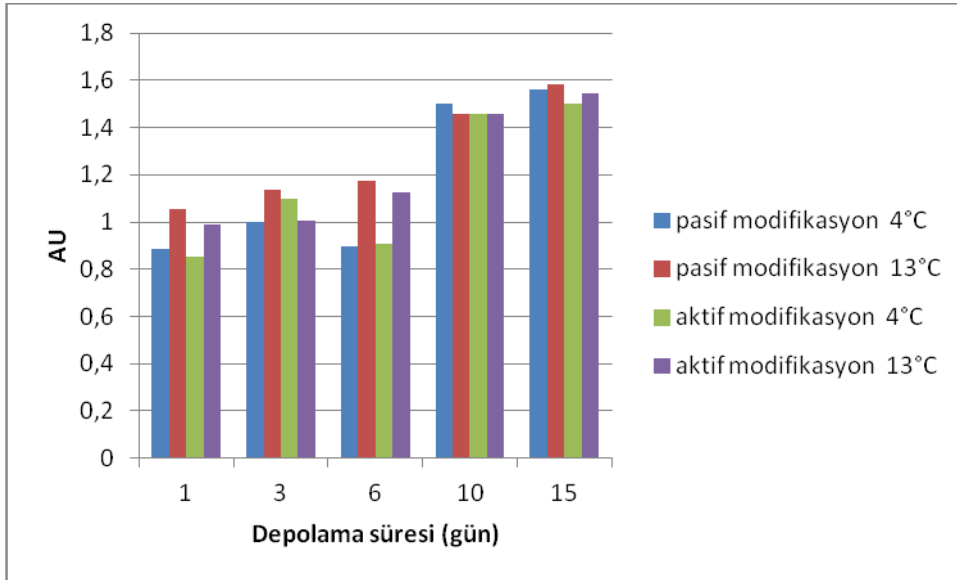
Doğranmış kuru soğan hammaddesinin ambalajlanmamış olarak 320 nm'deki potansiyel kararırma absorbansı $0,6632 \pm 0,13$ AU olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2.14. PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararırma değerleri (AU).



Şekil 4.2.15. PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararma değerleri (AU).



Şekil 4.2.16. PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin potansiyel kararma değerleri (AU).

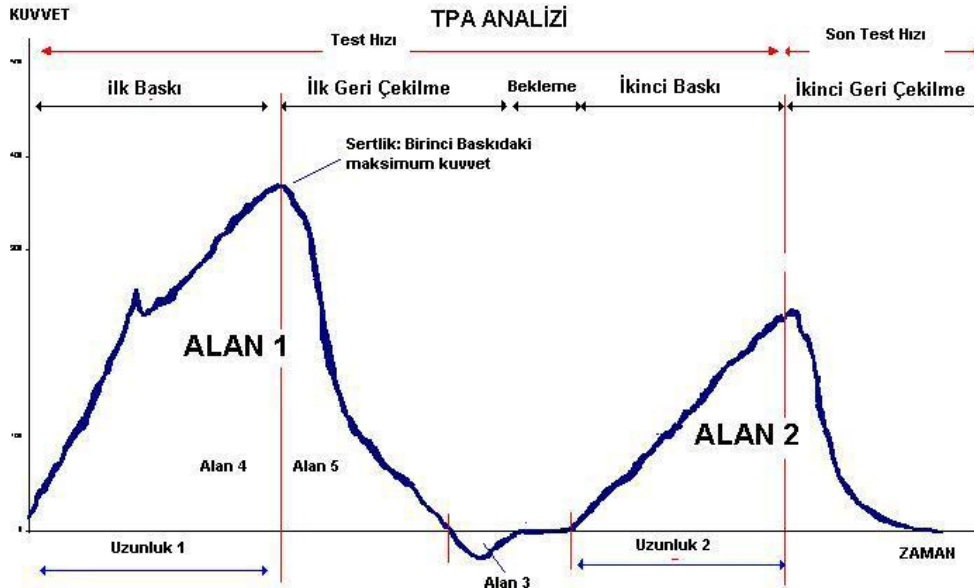
Herbir grup örnek için depolama süresi boyunca potansiyel kararma değerlerinde artış gözlenmiştir. 15 günlük depolama süresince potansiyel kararma değerlerinde her ambalaj materyali kendi içinde değerlendirildiğinde; sıcaklıklar ve ambalajlama yöntemine göre

istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ve bu farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

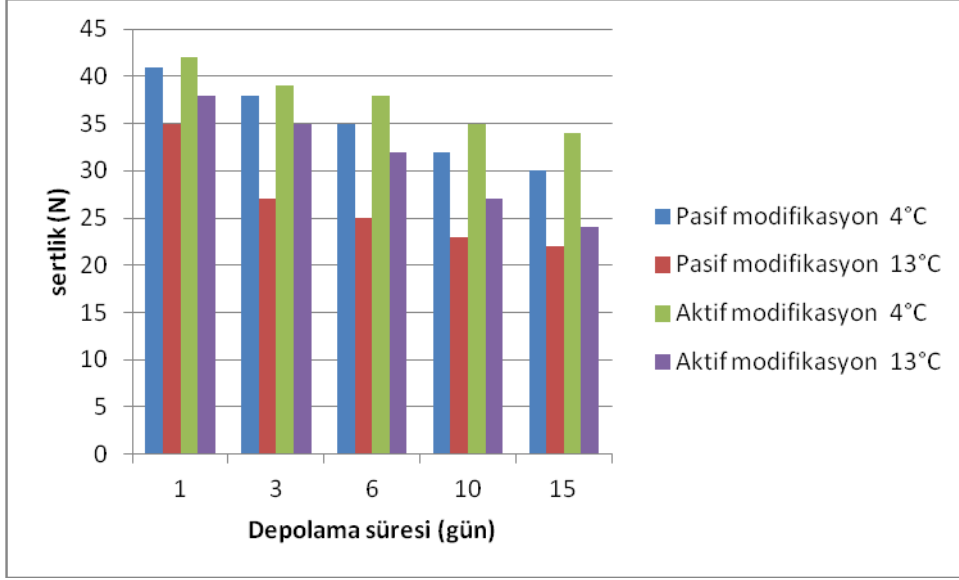
Bu farklılıkların nedenleri kuru soğanın aldığı darbe (kesme, doğrama vb) sonucu dokusunun zarar görüp hemen fiziksel ve biyokimyasal reaksiyonlar başlatması ve mekanik hasar sonrası ilk tepki solunum hızının ve etilen üretiminin artması olarak gösterilebilir. Bunun sonucunda da hızlanan metabolizma faaliyetleri ile birlikte enzim aktivitesinin artışı ve istenmeyen sekonder metabolitlerin üretimi başlamaktadır. Özellikle polifenoloksidaz enzimi, açığa çıkan fenolik maddeleri substrat olarak kullanıp, enzimatik esmerleşmeye neden olmaktadır (Whitaker 1996).

4.2.7. Doku analizi

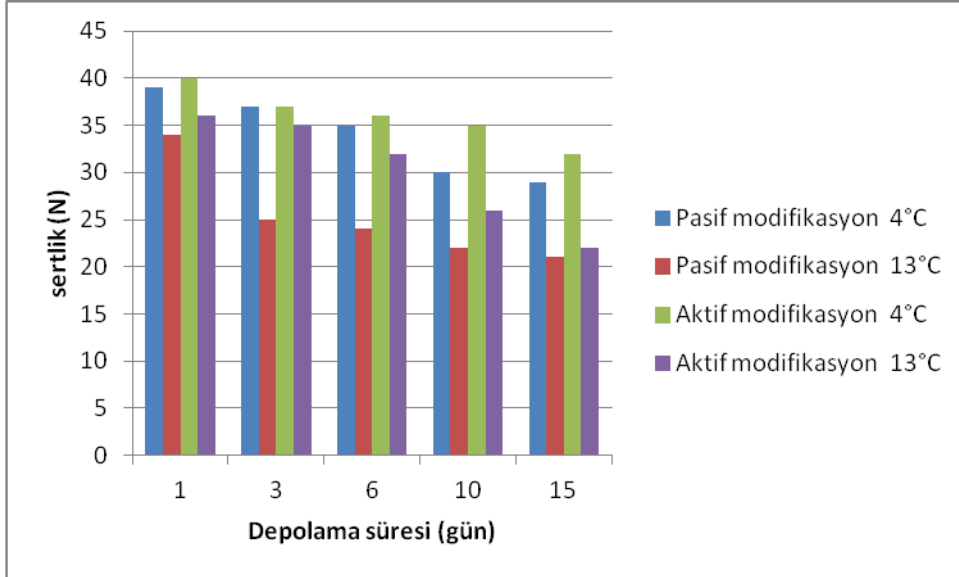
Doku analizi ön test hızı 5 mm/s, test hızı, 1 mm/s, delme mesafesi 4 mm/s, her iki dönüş arasında durma süresi 5 s ve Trigger kuvveti 1.0 N olacak şekilde iğne uçlu prob ile gerçekleştirilmiştir.



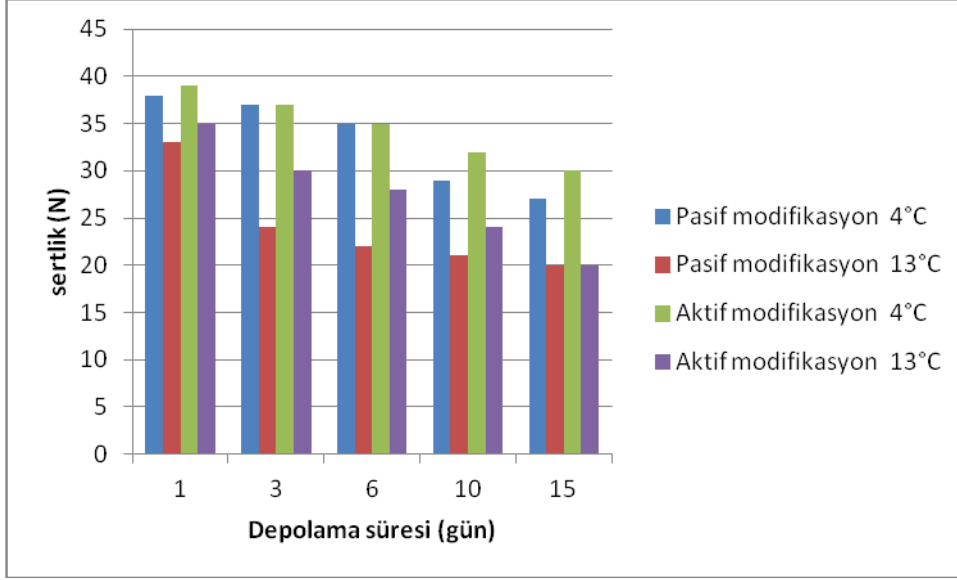
Şekil 4.2.17. Doku analizi grafiği



Şekil 4.2.18. PP_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).



Şekil 4.2.19. PP_2 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).



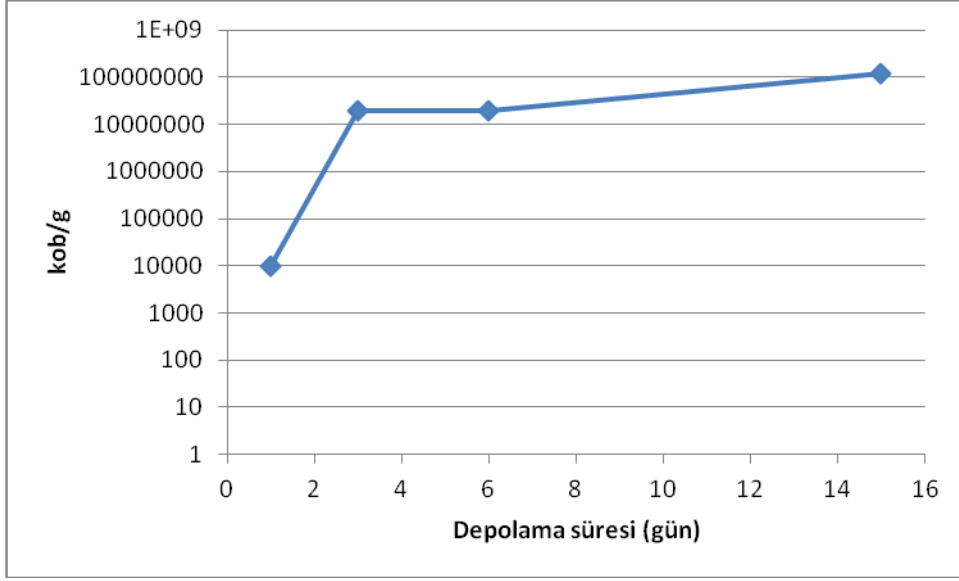
Şekil 4.2.20. PE_1 kodlu film ile ambalajlanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin sertlik değerleri (N).

Sertlik terimi gıdalarda istenilen deformasyonu vermek için gerekli olan kuvvet şeklinde tanımlanmaktadır (De Huidobro ve ark., 2005). Depolama süresi arttıkça her ambalajdaki kuru soğan sertlik değerini yitirmektedir. Sertlik değerindeki bu azalma geçirgenliği diğer ambalaj materyallerine göre daha az olan PP_1 ambalajında minimum görülmüştür. Ayrıca sertlik değerindeki azalmanın aktif modifikasyon ve düşük sıcaklıkta depolama ile en aza indirilebileceği saptanmıştır. Sertlik değeri bakımından farklı filmlerle ambalajlanan kuru soğan örneklerindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, sıcaklık ve ambalajlama yöntemi baz alınarak kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0,05$). Bu farklılıkların nedeni solunum hızının değişmesi olarak gösterilebilir.

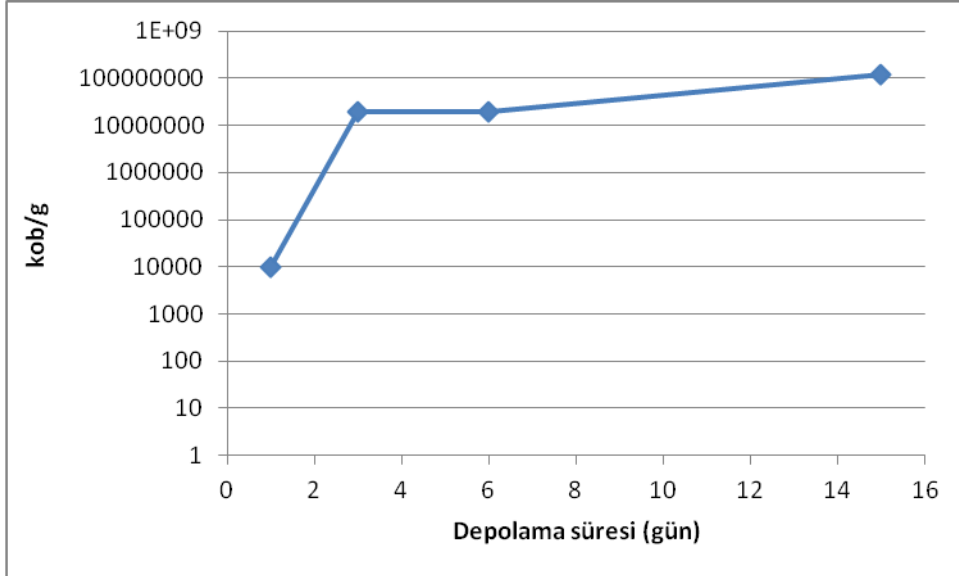
4.2.8. Mikrobiyolojik analizler

Doğranmış kuru soğan hammaddesinin hiçbir ön yıkama görmemiş ve ambalajlanmamış olarak küf-maya sayısı $1,8 \cdot 10^4$ kob/g tespit edilmiştir. Bu değer aynı örneğin çeşme suyu ile yıkanmasıyla beraber $7,7 \cdot 10^3$ kob/g'a, 75 ppm perasetik asit çözeltisiyle muamelesi sonucu ise $2,4 \cdot 10^3$ kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) başta $3,0 \cdot 10^4$ kob/g iken, örneğin çeşme suyu

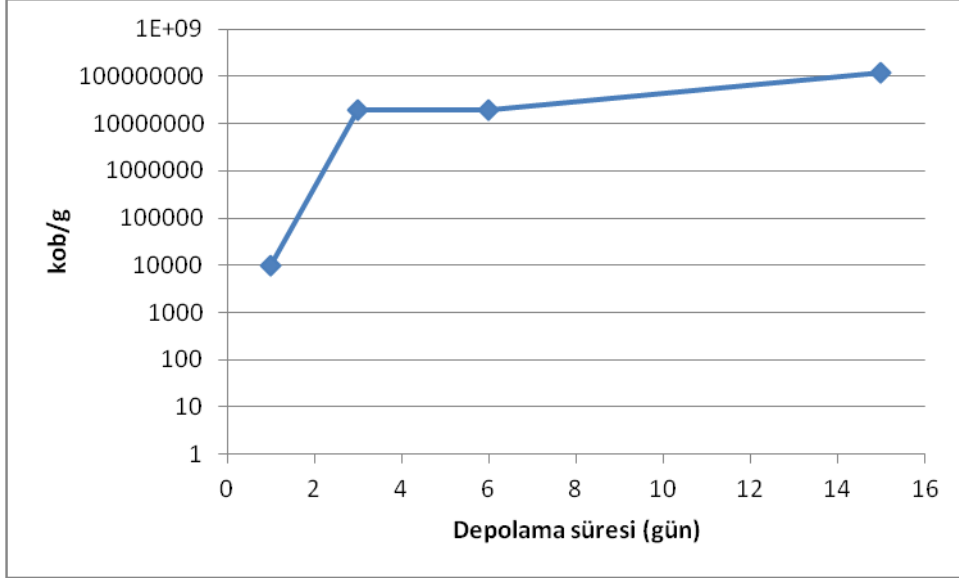
ile yıkanmasıyla beraber $1,8 \cdot 10^3$ kob/g'a, 75 ppm perasetik asit çözeltisiyle muamelesi sonucu ise $3,7 \cdot 10^2$ kob/g'a düşmüştür.



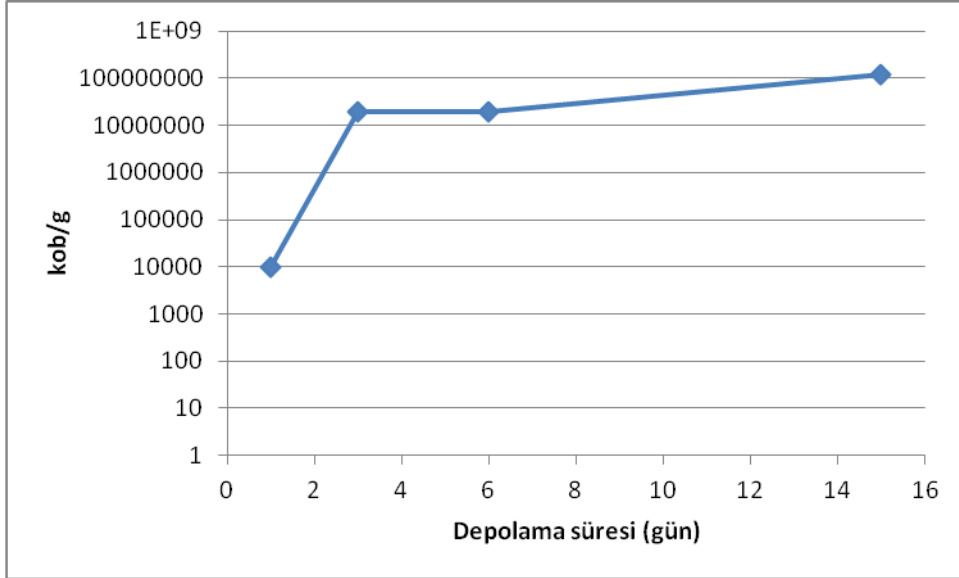
Şekil 4.2.21. PP_1 kodlu filmle aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4 °C'de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)



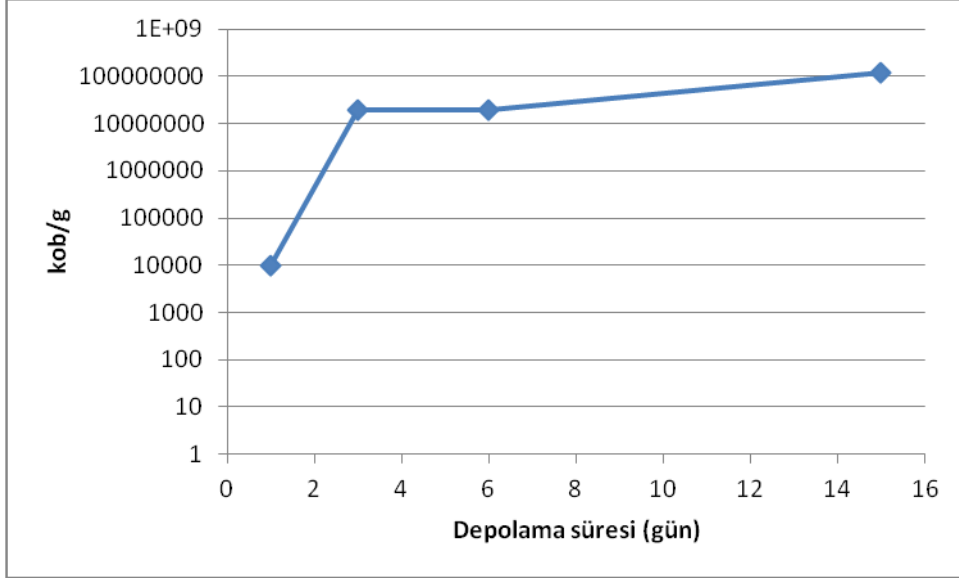
Şekil 4.2.22. PP_1 kodlu filmle aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4 °C'de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)



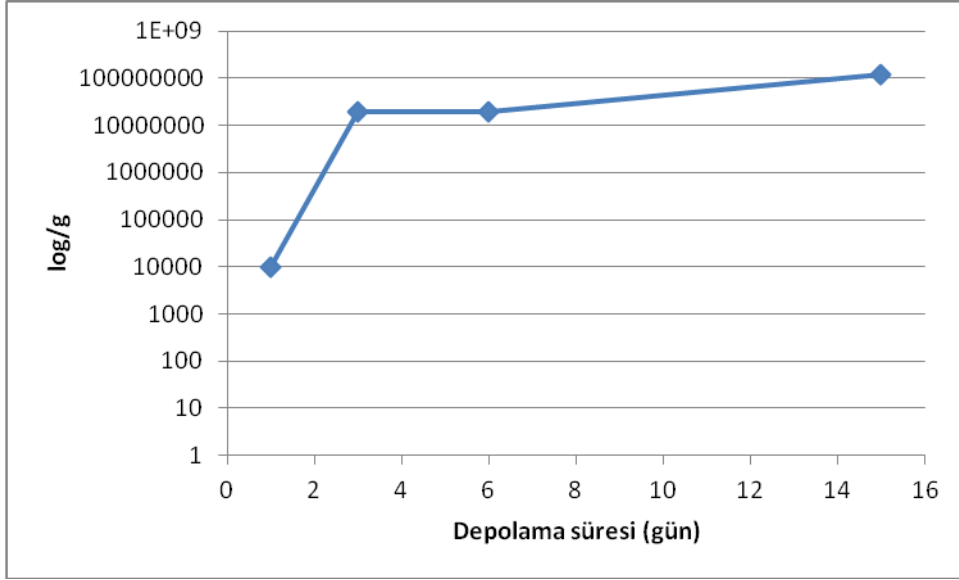
Şekil 4.2.23. PP_2 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13 °C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)



Şekil 4.2.24. PP_2 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13 °C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)



Şekil 4.2.25. PE_1 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13 °C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin küf-maya değerleri (kob/g)



Şekil 4.2.26. PE_1 kodlu filmle pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 13 °C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (aerobik koloni sayısı) (kob/g)

Herbir grup örnek için depolama süresi boyunca küf-maya, mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayılarında artış gözlenmiştir.

Örneklerin küf-maya ve mezofilik bakteri sayıları (aerobik koloni sayısı) arasında sıcaklık ve ambalajlama yöntemi baz alındığında farklılık tespit edilmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Ambalaj materyalinin etkisine bakıldığında ise farklılıklar gözlemlenmiş fakat bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P > 0,05$). Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının (aerobik koloni sayısı) mikrobiyolojik limit değeri olan $5 \cdot 10^7$ kob/g'ın üzerine ise 6.günden sonra çıkıldığı saptanmıştır. Psikrotrofik bakteri sayısı 4 °C'de depolanan örnekler için mezofilik bakteri konsantrasyon eğrilerine benzerlik göstermiştir fakat mikrobiyal eşiğin üzerine çıkmamıştır.

4.2.9. Duyusal analiz

Görünüm, koku, doku ve genel izlenim puanları örneklerin hepsi için 6. günden sonra eşik değeri olan 3'ün altına düşmüştür. Ambalaj materyalleri, depolama sıcaklığı ve modifikasyon yöntemi baz alındığında görünüm, koku, doku ve genel izlenim puanları arasında 6. günden sonra farklılıklar görülmeye başlanmış ve bu farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Depolama süresi (gün)	Duyusal analiz (görünüm)											
	PP_1				PP_2				PE_1			
	pasif		aktif		pasif		aktif		pasif		aktif	
	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
6	5	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	3
10	4	3	5	4	4	3	4	4	4	3	4	3
15	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3

Çizelge 4.2.10. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin görünüm verileri

Depolama süresi (gün)	Duyusal analiz (koku)											
	PP_1				PP_2				PE_1			
	pasif		aktif		pasif		aktif		pasif		aktif	
	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C
1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
6	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3
10	3	2	3	3	3	2	3	2	2	1	2	2
15	2	1	3	2	2	1	3	2	1	1	2	1

Çizelge 4.2.11. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin koku verileri

Depolama süresi (gün)	Duyusal analiz (doku)											
	PP_1				PP_2				PE_1			
	pasif		aktif		pasif		aktif		pasif		aktif	
	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C
1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
6	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3
10	3	2	3	3	3	2	3	2	2	1	2	2
15	2	2	3	2	2	2	3	2	1	1	2	1

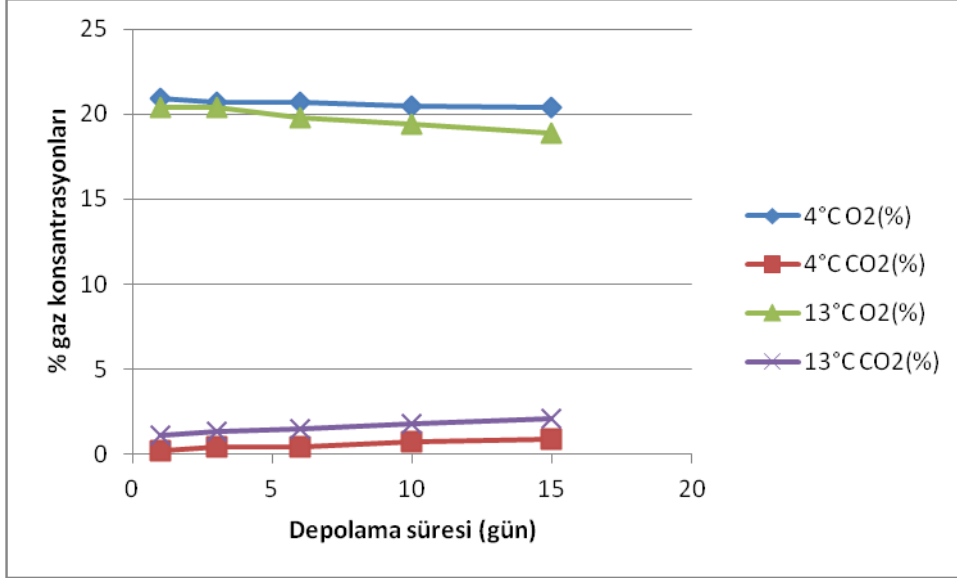
Çizelge 4.2.12. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin doku verileri

Depolama süresi (gün)	Duyusal analiz (genel izlenim)											
	PP_1				PP_2				PE_1			
	pasif		aktif		pasif		aktif		pasif		aktif	
	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C	4 °C	13 °C
1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
6	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3
10	3	2	3	3	3	2	3	2	2	1	2	2
15	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1

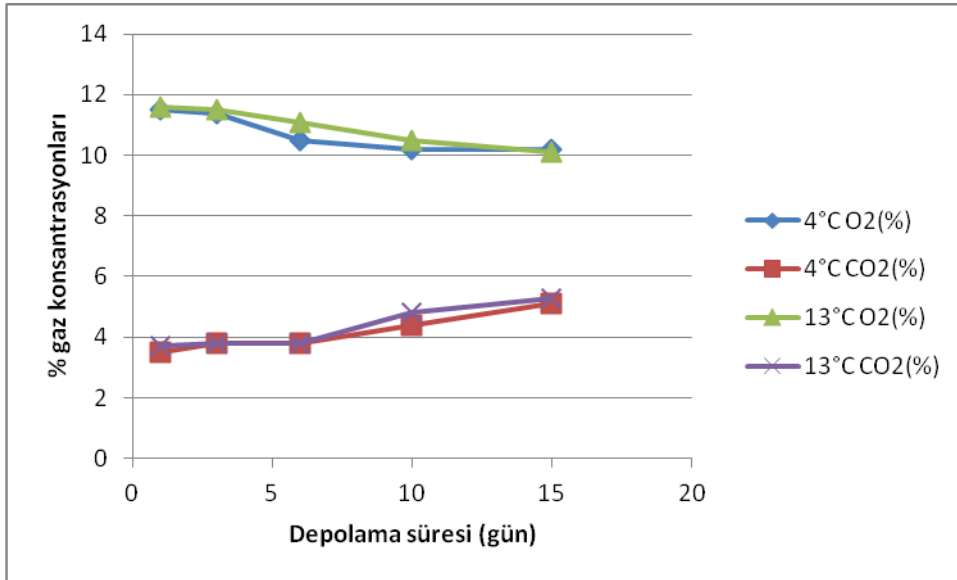
Çizelge 4.2.13. Tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin genel izlenim verileri

4.2.10. Tepe boşluğu-gaz analizi

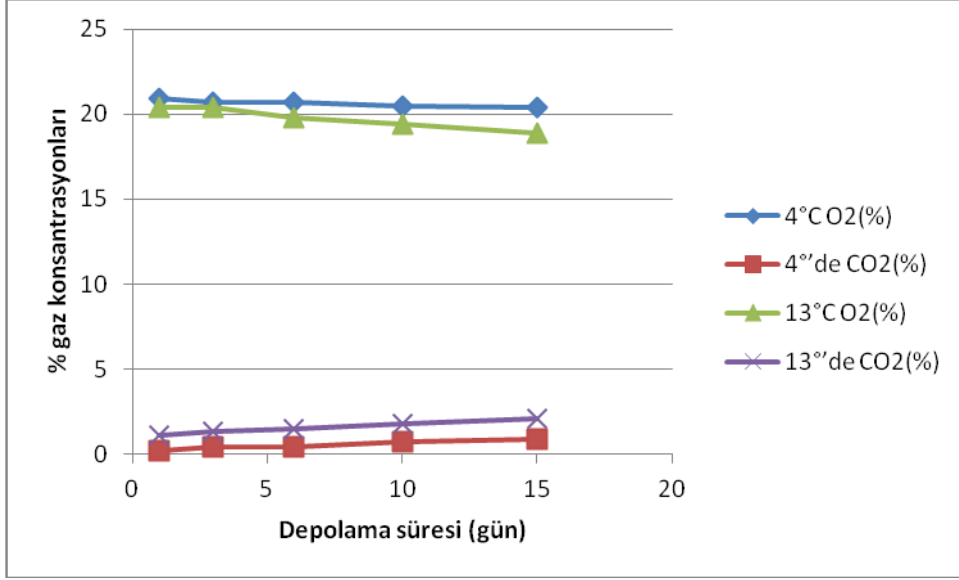
Örneklerde depolama süresince O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarında çok az değişim gözlenmiştir ve bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Bu durumun kullanılan ambalaj filmlerinin üçünün de geçirgenlik değerinin ürünün solunum hızına göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen veriler sonucunda yüksek O₂ geçirgenliğine sahip filmlerin tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örnekleri için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.



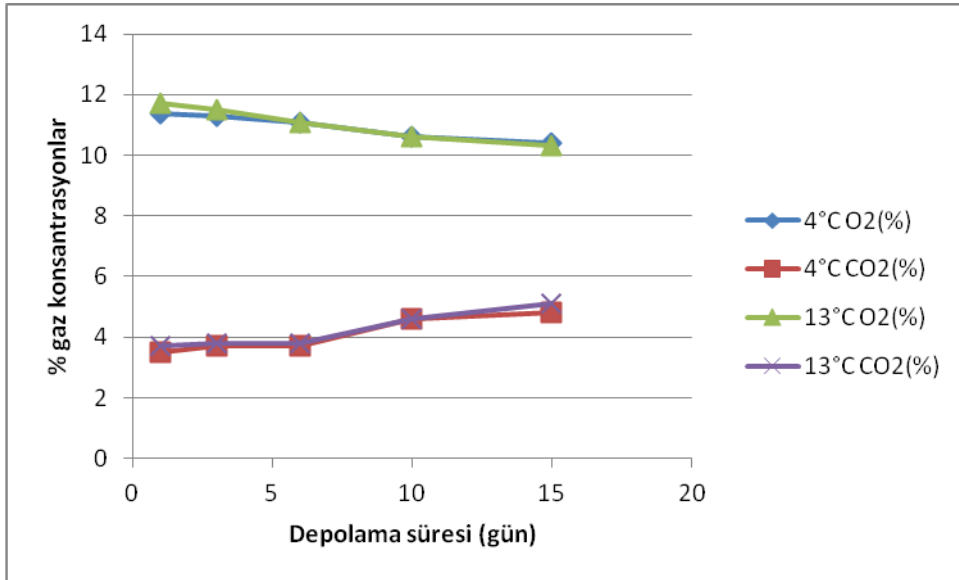
Şekil 4.2.27. PP_1 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4 ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları



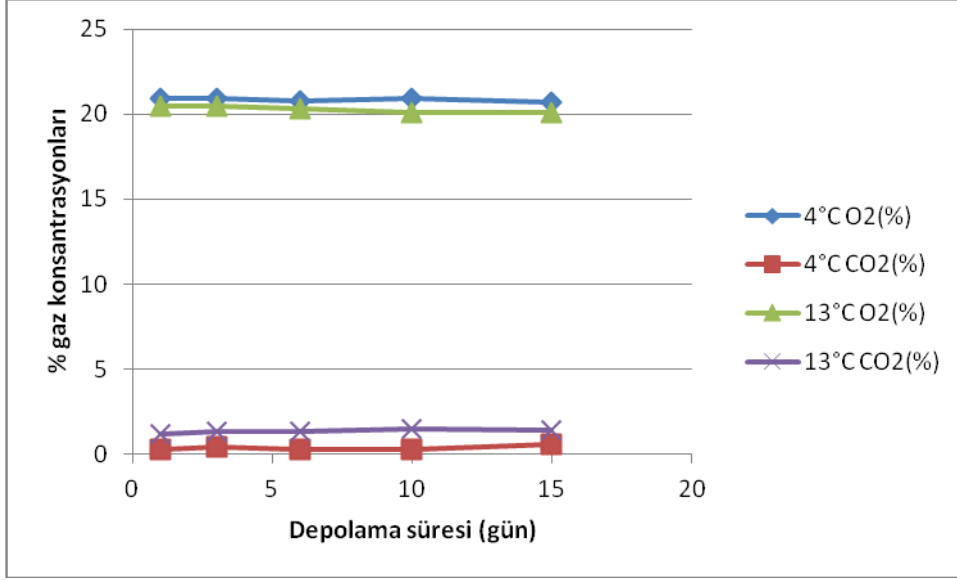
Şekil 4.2.28. PP_1 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları



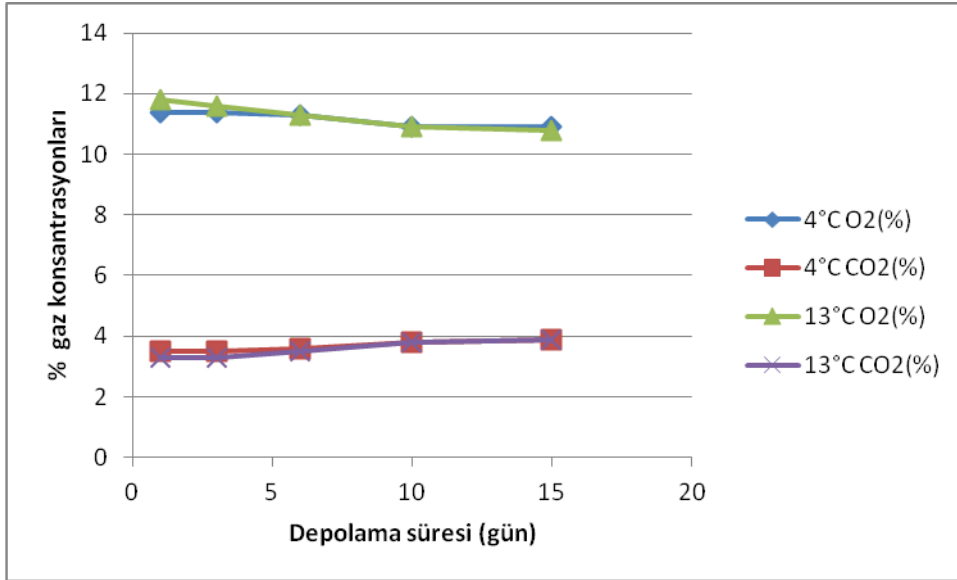
Şekil 4.2.29. PP_2 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4 ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları



Şekil 4.2.30. PP_2 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4 ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları



Şekil 4.2.31. PE_1 kodlu filmle, pasif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları



Şekil 4.2.32. PE_1 kodlu filmle, aktif modifikasyon yöntemi ile ambalajlanmış, 4°C ve 13°C’de depolanmış, tüketime hazır taze doğranmış kuru soğan örneklerinin % gaz konsantrasyonları

5. GENEL SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, taze meyve ve sebze ambalajlanmasına uygun olarak yurtdışında üretilen ve ‘‘çevre dostu’’ olarak nitelendirilen filmler kullanılarak kuru soğan buzdolabı sıcaklığında (4 °C) ve marketlerin raf sıcaklığında (13 °C) pasif ve aktif modifikasyon yöntemleri ile ambalajlanıp, 15 gün boyunca depolanmıştır. Kuru soğanların raf ömrünü belirlemek amacıyla isedepolama süresince belirli periyotlarda, örnekler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizleri uygulanmıştır.

Kuru soğana tüketim öncesi uygulanan ön işlemlerin zahmetli olması, bu sebzeyi özellikle çalışan kesim için tüketimini sınırlandırmaktadır. Bu çalışma ile, Türk yemeklerinde çok fazla kullanılan kuru soğanın hazır olarak kullanılmasına olanak sağlayacak bilgiler üretilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda;

- Kullanılan ambalaj filmlerinin üçünün de geçirgenlik değerinin ürünün solunum hızına göre yüksek olmasından dolayı kuru soğan için hiçbir uygun ambalaj materyali değildir. Yine de yapılan analizler ile en iyi sonuçların PP_1 kodlu, gaz geçirgenlik değerleri en düşük olan polipropilen bazlı ambalaj materyalinde sağlandığı görülmüştür. En kötü sonuçlar ise polietilen bazlı geçirgenliği en yüksek olan PE_1 kodlu ambalaj materyali ile alınmıştır.
- PP_1 ve PP_2 kodlu ambalaj materyalleri için doğranmış kuru soğanın raf ömrü analizlerle de desteklenerek 6 gün olarak belirlenmiş, fakat PE_1 kodlu ambalaj materyali için 3. günden sonra başta koku olmak üzere kalite kayıpları hızla artmıştır.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi sonrasında, konuyla ilgili yapılacak farklı çalışmalara yol göstermesi açısından yapılmış değerlendirmeler ise aşağıda özetlenmiştir.

- ✓ Gıdaların raf ömrünü arttırmak ve kalitesini korumak amacıyla kullanılan ideal bir sanitasyon ajanı; geniş bir spektrumda etkili olmalı, çevreye zarar vermemeli, sağlık ve güvenlik açısından problem oluşturmamalı ve ekonomik olmalıdır. Bu sayılan

özelliklere sahip olan perasetik asitin gıda endüstrisinde klorun yerini alabilmesi için çalışmalar başlatılmalı, limit değerleri belirlenmeli, tüketici ve üretici bilgilendirilmelidir. Bu konuda incelemeler yapıldıktan sonra, çevreye ve insan sağlığına zararı bilindiği halde, sadece düşük maliyet sebebiyle kullanılan klorun gıda sanayisindeki kullanımı azalmış olacak ve klor kaynaklı problemler en aza indirgenecektir.

- ✓ Günümüzdeki fresh-cut trendinde dünyayı yakalamak ve sağlıklı beslenebilmek için uygun sanitasyon ajanı, ambalajlama yöntemi, depolama sıcaklığı vb. parametreler değiştirilerek ya da kombine edilerek kuru soğan ve diğer meyve-sebzeler için çalışmalar devam ettirilmelidir.
- ✓ Dünya’da ve ülkemizde oldukça fazla tüketilen kuru soğanın hazır doğranmış ürün olarak değerlendirilmesi ilgili çalışmalar daha fazla çalışma yapılarak literatürdeki bu boşluk giderilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahvenainen, R.**, 2000a, Minimally processing of fresh-cut produce. Minimally processed fruits and vegetables. Aspen Publication: Chapter 16, 277–288 pp.
- Ahvenainen, R.**, 2000b, Ready to use fruit and vegetables, Flair-Flow Europe Technical Manual 376A/00, May 2000, 5–33 pp.
- Almenar E., Del-Valle V., Hernandez-Munoz P., Lagaron J.M., Catala R. ve Gavara R.**, 2007, Equilibrium modified atmosphere packaging of wild strawberries. *J. Sci. Food Agric.*, 87 (10): 1931-1939 pp.
- Anonim**, 2006, www.tarim.gov.tr (Erişim Tarihi: 13.04.2015).
- Anonim**, 2007, A fresh approach to modified atmosphere packaging, Air Products Freshline Guide, 87 pp.
- Anonim**, 2008, FAO İnternet Sitesi (www.fao.org).
<http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor> (Erişim Tarihi: 23.05.2015).
- Anonim**, 2009, FAO İnternet Sitesi (www.fao.org)
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Erişim Tarihi: 23.05.2015).
- Anonim**, 2010, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
www.tuik.gov.tr/bitkiselapp.zul (Erişim Tarihi: 23.05.2015).
- Anonim**, 2011, Konya Ticaret Odası, Etüd-Araştırma Servisi.
<http://www.kto.org.tr/arastirma-ve-bilgi-raporlari-384s.htm> (Erişim Tarihi: 14.02.2015).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Anonim, 2014, ANTI-GERM Peroxan forte, İstanbul.

<http://www.anti-germ.com.tr/> (Erişim Tarihi: 22.09.2014).

Arık Kibar, E. A., 2010, Biyobozunur Metilselüloz-Mısır Nişastası Ve Karboksimetilselüloz-Mısır Nişastası Esaslı Filmlerin Üretimi ile Geçirgenlik, Mekaniksel ve Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.

Artés F., Gómez P.A., Artés-Hernández F., 2007, Physical, physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruits and vegetables. Food Science and Technology International; 13; 177 pp.

Baur, S., R.G. Klaiber, A. Koblo, R. Carle, 2004, Effect of different washing procedures on phenolic metabolism of shredded, packaged iceberg lettuce during storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, (52), 7017 – 7025 pp.

Berno, N., D., Tezotto-Uliana, J. V., Santos Dias, C. T., Kluge, R. A., 2014, Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions, Postharvest Biology and Technology 93, 91–96 pp.

Blanchard, M., Castaigne, F., Willemot, C., Makhlouf, J., 1996, Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion, Postharvest Biology and Technology 9, 173-185 pp.

Cemeroğlu, B., S., 2010, Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği, 3. Baskı, 480 sayfa. Day, B.P.F., 1993. Fruit and vegetables, Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging, edited by, R.T. Parry, Glaskow, UK: Blackie, 114 -133 pp.

Cords, B. R., Dychdala, G. R., 1993, Sanitizers: halogens, surface-active agents and peroxides. In: P M Davidson and A L Branen, eds. Antimicrobials in foods, second edition. New York, Marcel Dekker, Inc., 469-537 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Das, E.**, 2004, Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival characteristics of *Salmonella enteritidis* at cherry tomatoes. A thesis submitted to Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 124 pp.
- De Huidobro F.R., Miguel E., Blázquez B. ve Onega E.**, 2005, A comparison between two methods (warner-bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat, *Meat Science*, 69 (3): 527-536 pp.
- Demir,** 2006, Plastik esaslı ambalajlar. <http://www.apack.com.tr/images/userfiles/138963173994139813.pdf> (Erişim Tarihi: 22.09.2014).
- Demirdöven A., Batu A., Ece A.**, 2006, Biberin modifiye atmosferde paketlenerek depolanması, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (1): 1–7 s.
- Dizikisa, T.**, 1996, Patates ve kuru soğanın depolama ilkeleri, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Fernandes, L.I. and Mclellan, M.R.**, 1992, Packaging effects on applesauce in multilayer polymeric films and glass, *Journal of Food Science*, 57(3), 671-674 pp.
- Floros, D.J.**, 1990, Controlled and modified atmospheres in food packaging and storage, *Chem. Eng. Prog.* June, 23-32 pp.
- Garret, E.**, 1997, Fresh-cut produce and food safety, *Journal of the Association of Food and Drug Officials*, 61(1): 26–29 pp.
- Geeson, J. D.**, 1984, The use of controlled and modified atmospheres for the storage and distribution of fruits and vegetables, *Proc. of the Inst. of Food Science and Technology*. 17,101-106 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gnanavel, G., Mohana Jeya Valli, V. P., Thirumarimurugan, M., Kannadasan, T.,** 2012, Degradation of plastics using microorganism, International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences, 1, 2277 – 5005 pp.
- Gonzalez, R., Woods, R. E.,** 2002, Digital Image Processing, 2 ed, Prentice Hall Press., [ISBN 0-201-18075-8](#), 295 pp.
- Gorny, J.R.,** 2001, A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh - cut (minimally processed) fruits and vegetables. Postharvest Horticulture Series No. 22A, University of California, Davis. 95 – 145 pp.
- Gugumus, F.,** 1990, Oxidation inhibition in organic materials. Photooxidation of polymers and its inhibition. Pospisil, J. and Klemchuh, P.P (eds.) CRC Press, 29-162 pp.
- Heiss, R.,** 1980, Verpackung von lebensmitteln. Springer Verlag, Berlin, New York, 306 pp.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., De Rudder, T., Debevere, J.,** 2000, Designing equilibrium modified atmosphere packages for fresh cut vegetables subjected to changes in temperature, Journal of Food Science and Technology, 33, 178-187 pp.
- İncedayı, B.,** 2009, Farklı uygulamaların minimal işlem görmüş (fresh - cut) bazı sebzelerin kalitesi üzerine etkileri, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Kader, A. A.** 1985, Ethylene induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops., Hortscience, 20(1): 54-57 pp.
- Kılınç, B. Ve S. Çaklı,** 2004, Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 21(3-4): 349 – 353 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koseki, S. ve Isobe, S.,** 2006, Effect of ozonated water treatment on microbial control and on browning of iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Journal of Food Protection*, 69: 154-160 pp.
- Lee, L., J. Arul, R. Lencki, F. Castaigne,** 1996, A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects-Part II. *Packaging Technology and Science*, 9, 1 – 17 pp.
- Liang, H., Dai, Z.,** 2006, Application of texture analyzer in the assessment for food texture, *Food Research and Development*, 3, 324-326 pp.
- Liu, F., Li, Y.,** 2006, Storage characteristics and relationships between microbial growth parameters and shelf life of MAP sliced onions, *Postharvest Biology and Technology* 40, 262–268 pp.
- Lucera, A., Costa, C., Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M. A.,** 2010, Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11: 361-368 pp.
- Olayan, H.B., Hamid, H.S. and Owen E.D.,** 1996, Photochemical and thermal crosslinking of polymers, *Journal of Macromol. Sci. Rev. Macromol Chem Phys.*, 36, 671-719 pp.
- Olivas, G.I., Barbosa-Canovas,** 2005, Edible coatings for fresh-cut fruits. critical reviews in food science and nutrition, 45, (7–8) : 657 – 670 pp.
- Pala, M., Damarlı, E., Alkafolu, K.,** 1994, 2. Gıda Mühendisliği Kongresi, Meyve ve Sebzelerin Modifiye Atmosferde Ambalajlama Teknolojisi ve Pratik Uygulamalar, 98-115 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pascual, A., Llorca, I., Canut, A.,** 2007, Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities, Trends in Food Science and Technology, 18, 29-35 pp.
- Philips, C.A.,** 1996, Review: Modified atmosphere packing and its effects on the microbiological quality and safety of produce, International Journal of Food Science and Technology, 31: 463–479 pp.
- Pospisil J. and Nespurek S.,** 1997, Highlights in chemistry and physics of polymer stabilization, Macromol Symp, 115, 143-63 pp.
- Rhim J.W., Parkb H.-M, Hac C.-S.,** 2013, Bio-nanocomposites for food packaging applications, Progress in Polymer Science 38, 1629– 1652 pp.
- Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barry-Ryan, C., Frias, J. M., Henehan, G. T., Barat, J. M.** 2008, Use of neutral electrolysed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally processed lettuce, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 9, 37 – 48 pp.
- Robertson, G.L.,** 1993, Food packaging, Principles and Practice, edited by Marcel Dekker, New York.
- Tharanathan, R. N.,** 2003, Biodegradable films and composite coatings: past, present and future, Trends in Food Science & Technology, 14, 71-78 pp.
- Türköz Karakullukçu, N.,** 2013, Kitam ölçüm cihazı ile renk ölçüm analizi çalışması. <http://kitam.omu.edu.tr/userfiles/files/4.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.04.2015).
- Romero, D.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M.** 2003, Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. Journal of Food Science, 68(5): 1838–1843 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sapers, G. M., Miller, R. L., Jantschke, A. M., Mattrazzo, A. M.,** 2000, Factors limiting the efficacy of hydrogen peroxide wash for decontamination of apples containing *E.coli.*, J. Food Prot., 65: 529-532 pp.
- Saraçoğlu, O.,** 2007, Modifiye atmosferde elma depolanmasında değişik ambalaj filmlerinin uygunluğunun belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendislii Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S. and Rosa, M.D.,** 2008, Biodegradable polymers for food packaging: a review, Trends in Food Science and Technology, 19, 634-643 pp.
- Sivertsvik, M., J.T. Rosnes, H. Bergslin,** 2002, Modified Atmopshere Packaging, In: T. Ohlsson and N. Bengtsson Minimal Processing Technologies in the Food Industry. CRC Press Boca Raton Boston NewYork Washington, DC, 61 – 86 pp.
- Sivertsvik, M., J.T. Rosnes, W.K. Jeksrud,** 2003, Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 2: Raw fish fillets. Journal of Food Engineering. doi:10.1016/j.foodeng.2003.09.004.
- Soliva-Fortuny, R. C. ve Martin-Belloso, O.,** 2003, New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science & Technology, 14, 341-353 pp.
- Sunilkumar, M., Francis, T., Thachil, E. T., Sujith, A.,** 2012, ‘‘Low density polyethylene-chitosan composites: A study based on biodegradation’’, Chemical Engineering Journal , 204 - 206, 114 – 124 pp.
- Şimşek, F.,** 2012, Taze doğranmış sebzelerin ambalajlanmasının optimizasyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Üçüncü, M.**, 2000, Gıdaların Ambalajlanması - Gıdaların Modifiye Atmosferde Ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir, 612-650 s.
- Vural, T. ve Çelen, E.**, 2005, Sıvı dezenfektan olarak hidrojen peroksit, perasetik asit ve türevi alet dezenfektanlarının kullanım ilkeleri, Kombinasyonlarının Kıyaslanması. 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 200-206 s.
- Whitaker, J.R.**, 1996, Enzymes In O.P. Fennema, ed. Food Chemistry, 3 rd Edition, Marcel Dekker, New York, 431 – 530 pp.
- Wiley, R.C.**, 1994, Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables (R.C. WILEY editör). Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. New York, Chapman and Hall, 1–14 pp.
- Yang, K.K., Wang, X.L. and Wang, Y.Z.**, 2007, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 13(4), 485-500 pp.
- Yılmaz, F.**, 2011, Amasya ili Suluova ilçesinde kuru soğan üretimi ve pazarlama yapısı, sorunları ve çözüm önerileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Zagory, D., Kader, A.A.**, 1988, Modified atmosphere packing of fresh produce, Food Technology 42(9): 70–74 & 76–77 pp.
- Zhan, L., Hu, J., Li, Y., Pang, L.**, 2012, Combination of light exposure and low temperature in preserving quality and extending shelf-life of fresh-cut broccoli (Brassica oleracea L.)'', Postharvest Biology and Technology, 72, 76 – 81 pp.
- Zhang, L., Lu, Z., Yu, Z., Gao, X.**, 2005, Preservation of fresh-cut celery by treatment of ozonated water, Food Control, 16: 279-283 pp.

