



**İNDİRGEN ATMOSFER PAKETLEMENİN,
KIZARTMALIK PATATESİN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Gamze ÇELİK

Yüksek Lisans Tezi

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Duried ALVAZEER

2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İNDİRGEN ATMOSFER PAKETLEMENİN, KIZARTMALIK PATATESİN
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Gamze ÇELİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

IĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

Dr.Öğretim Üyesi DuriedALVAZEER'ındanışmanlığında Gamze ÇELİK tarafından hazırlanan bu çalışmatarhinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:İmza:

Üye:İmza:

Üye:İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun / /2019 tarih ve 2019/sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(imza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Gamze ÇELİK

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

İNDİRGEN ATMOSFER PAKETLEMENİN, KIZARTMALIK PATATESİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ÇELİK, Gamze

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Duried ALVAZEER

Mayıs 2019, 85sayfa

Bu çalışmada yeni bir uygulama olan İndirgen Atmosfer Paketlemenin, kızartmalık patatesin kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Patates örnekleri; İAPMİKS 1; [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)], İAPMİKS-2 [%5CO₂/%2O₂/%4H₂/%89N₂(SU)], İAPMİKS-3;[%10CO₂/%4H₂/%86N₂(SU)], MAPMİKS-1;[%5CO₂/%95N₂(SU)], MAPMİKS-2;[%5CO₂/%2O₂/%93N₂(AB)], MAPMİKS-3; [%10CO₂/%90N₂(AB)], MAPMİKS-4; [%10CO₂/%90N₂(SU)], MAPMİKS-5; [%5CO₂/%95N₂(AB)], VAKUM(SU), HAVA(SU), koşullarında paketlenerek 42 boyunca +4 °C'de depolanmış ve 0.zamana ait örnekler referans olarak dikkate alınmıştır. Örnekler, depolama süresi boyunca 7 gün arayla paketler açılmış ve patates örnekleri kızartılmıştır. Taze ve kızarmış patates örneklerinde tekstür (sertlik ve elastikiyet) ve renk (L*,a*,b*, C*, h ve ΔE*) analizleri uygulanmıştır. Tekstür analizi hem taze hem de kızarmış örnekler için, renk analizi ise yalnızca taze örneklerde uygulanmıştır. Tekstür analizi sonuçlarına göre; 42 günlük depolama süresi sonunda taze ve kızartılmış örneklerde sertlik (g) bakımından tüm koşullara ait örnekler arasındaki farklılığın önem seviyesinde olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Elastikiyet bakımından ise; taze örneklerde referansa en yakın değer MAPMİKS-3, kızartılmış örneklerde ise MAPMİKS-1 olduğu saptanmıştır. Renk analizi sonuçlarına göre; İAP tekniğiyle paketlenen örneklerin L*, b*, C* ve h değerleri bakımından benzer olduğu ve en yüksek değerleri gösterdiği ve bu örnekleri antibrowning içeren MAP uygulamalarının takip ettiği tespit edilmiştir.HAVA (SU) ve antibrowning içermeyen MAP uygulamaları ise en düşük L*, b*, C* ve h değerlerini göstermiştir. a* değerinde en fazla değişim HAVA(SU) ve MAPMİKS-1 örneklerinde gözlenmiş ve –a yönünde ilerlemiş olması patateslerde yeşil renge eğilimin arttığını göstermiştir. ΔE* verilerine göre en az renk değişimi İAPMİKS-1 ardından İAPMİKS-2 ve İAPMİKS-3 örneklerinde; en fazla renk değişimine ise HAVA(SU) örneklerinde rastlanmıştır.

Depolama boyunca örneklerde meydana gelen düzensiz yumuşamadan dolayı tekstürden el edilen veriler net bir bilgi vermemekle birlikte; renk analizinden elde edilen veriler dünyada ilk defa uygulanmış olan İndirgen Atmosfer Paketleme tekniğinin, patatesin renginin muhafazasında oldukça etkili olduğunu ve antibrowning kullanılmadan rengin muhafaza edilebileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: İndirgen Atmosfer Paketleme, Parmak patates, Soğuk depolama,

ABSTRACT

THE EFFECTS OF THE REDUCING ATMOSPHERE PACKAGING ON THE QUALITY OF THE FRIED POTATOES

ÇELİK, Gamze

Master Thesis, Food Engineering Main Discipline

Thesis Adviser: Assis. Prof. Duried ALVAZEER

May 2019, 82 pages

In this study, the effects of reducing atmosphere packaging as a new application, on the quality of fried potatoes were investigated. Potato samples were packaged under RAP MİKS-1[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], RAPMİKS-2[5% CO₂/ 2% O₂/4% H₂/89% N₂ (SU)], RAPMİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂ (SU)], MAP MİKS-1[5% CO₂/95% N₂ (SU)], MAP-2[5% CO₂/2% O₂/93% N₂ (AB)], MAP MİKS-3 [10% CO₂/90% N₂ (AB)], MAP MİKS-4 [10% CO₂/90% N₂ (SU)], MAP MİKS-5 [5% CO₂/95% N₂ (AB)], VAKUM (SU), HAVA (SU) conditions at +4 °C for 42 days of storage; and the samples of time 0 were considered as reference. Each 7 days, sample packages were opened and the potato samples were fried. Texture (hardness and elasticity) and color (L*, a*, b*, C*, h and ΔE*) analyses were performed for both fresh and fried potato samples. Texture analysis was conducted for both fresh and fried samples, while color analysis was applied only for fresh samples. According to the results of texture analysis; at the end of the storage period of 42 days, the difference between the samples of all conditions in terms of hardness (g) in fresh and fried samples was not significant (p<0.05). The closest elasticity value to reference sample was observed for MAP MİKS-3 and MAP MİKS-1 in fresh and fried samples, respectively. According to color analysis; samples packed with the RAP technique showed the highest L*, b*, C* and h values, while those of MAP samples containing antibrowning agent were lower than these samples. MAP without antibrowning and AIR (WATER) samples showed the lowest L*, b*, C* and h values. The maximum change in a* value was observed for AIR (WATER) and MAP MİKS-1 samples; and the progression of color values towards –a.i.e. the tendency towards green color increased. According to ΔE* data, the less color change was observed for RAP MİKS-1, RAPMİKS-2 and RAPMİKS-3 samples; the most color change was observed for AIR (WATER) samples. Due to irregular softening in the potato samples during the storage, the data obtained from the texture didn't give clear information about the effect of atmosphere on the texture. The data obtained from the color analysis showed that the reducing atmosphere packaging technique, which was applied for the first time in the world on the ready-to-use potatoes product, was significantly effective for preserving the color of the slices of without using antibrowning agent.

Key words: Reducing Atmosphere Packaging, Potatoes fingers, Cold storage, frying

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışma konumu belirleyen, laboratuvar çalışma ortamının imkânlarından faydalanmamı sağlayan değerli bilgileri ile çalışmama yön veren gelişimini titizlikle takip eden, değerlendiren çalışmamın her safhasında büyük emeği olan, Danışman Hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Duried ALVAZEER'e; yüksek lisans yapmam için her zaman teşvikte bulunan Lisans hocalarım Yrd. Doç. Dr. Elif KAYA ve bu güne kadar yetişmemde emeği olan bütün saygıdeğer hocalarıma ve Mühendislik Fakültesi Dekanlığına; beni yetiştirmekte tüm fedakârlıkları gösteren asla haklarını ödeyemeyeceğim annem Şerife ÇELİK, babam Hacı Yusuf ÇELİK'e; beni tez çalışmamın her safhasında desteği ile yalnız bırakmayan sevgili eşim Ufuk ŞARA'ya; kardeşlerim Zekeriya ve Feraye ÇELİK'e; her konuda bana destek veren Iğdır Üniversitesi Lisans Gıda Mühendisliği arkadaşım Alican ANLAYIŞLIOĞLU, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans arkadaşlarım Betül ÖRS, Kadir TAN, ve Nur ÖZKAN arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gamze ÇELİK ŞARA

MAYIS 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Parmak Patates.....	3
2.1.1. Dondurulmuş parmak patates tarifi ve özellikleri.....	4
2.1.2. Dondurulmuş parmak patatesin türkiye'de dünyada pazarlaması.....	7
2.1.3. Dondurulmuş parmak patatesteki kalite kriterleri.....	10
2.1.3.1. Tekstür.....	10
2.1.3.2. Renk.....	13
2.1.3.3. Yağ içeriği.....	18
2.2. Gıda Muhafaza Yöntemleri.....	19
2.2.1. Paketleme/ambalajlama teknikleri.....	19
2.3. Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP).....	21
2.3.1. Tarihçe.....	23
2.3.2. Modifiyeatmosfer paketlemede kullanılan gazlar.....	23
2.3.2.1. Oksijen (O ₂).....	23
2.3.2.2. Karbondioksit (CO ₂).....	24
2.3.2.3. Azot (N ₂).....	25
2.3.2.4. Karbonmonoksit (CO).....	25
2.3.2.5. Diğer Gazlar.....	25

2.3.3. Modifiyeatmosfer paketleme uygulamalarında kullanılan paketleme materyalleri ve özellikleri.....	26
2.3.4. Modifiyeatmosfer paketlemenin avantaj ve dezavantajları.....	27
2.4. İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP).....	29
3. MATERYAL ve METOT.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2.Yöntem.....	35
3.2.1. Numunelerin hazırlanması.....	35
3.1.1.1. Kullanılan alet ve cihazlar.....	36
3.2.2. Renk analizi.....	37
3.2.3. Tekstüranalizi.....	37
3.2.4. Kızartma.....	37
3.2.5. İstatistiksel analiz.....	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	39
4.1. Tekstür Bulguları.....	39
4.1.1. Taze patateslerin sertlik değerleri.....	40
4.1.2. Kızarmış patateslerin sertlik değerleri.....	42
4.1.3. Taze patateslerin elastikiyet değerleri.....	45
4.1.4. Kızarmış patateslerin elastikiyet değerleri.....	48
4.2. Renk Analizi Sonuçları.....	51
4.2.1. L* değeri sonuçları.....	51
4.2.2. a* değeri sonuçları.....	54
4.2.3. b* değeri sonuçları.....	56
4.2.4. C* değeri sonuçları.....	60
4.2.5. h değeri sonuçları.....	63
4.2.6. ΔE^* değeri sonuçları.....	65
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	86

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
aw	Su Aktivitesi
a*	Kırmızı-Yeşil
Ar	Argon
b*	Sarı-Mavi
°C	Santigrat Derece
CO₂	Karbondioksit
CO	Karbonmonoksit
Cl₂	Klor
He	Helyum
g	Gram
Kg	Kilogram
L*	Parlaklık
mm	Milimetre
m	Metre
NO	Nitrik Oksit
N₂O	Nitrat Oksit
Ne	Neon
O₂	Oksijen
pH	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
SO₂	Kükürtdioksit
Kısaltmalar	
A	Anti-Browning
ADF	Asit Deterjan Fiber
EVA	Etilen Vinil Asetat
EVOH	Etilen Vinil Alkol Kopolimerleri
MAP MİKS-1	%5CO ₂ / %95N ₂ (SU)
İAP MİKS-1	%5CO ₂ / %4H ₂ / %91N ₂ (SU)

<i>İAP MİKS-2</i>	%5CO ₂ /%2O ₂ /%4H ₂ /%89N ₂ (SU)
<i>MAP MİKS-2</i>	%5CO ₂ /%2O ₂ /%93N ₂ (AB)
<i>MAPMİKS-3</i>	%10CO ₂ /%90N ₂ (AB)
<i>İAP MİKS-3</i>	%10CO ₂ /%4H ₂ /%86N ₂ (SU)
<i>MAP MİKS-4</i>	%10CO ₂ /%90N ₂ (SU)
<i>MAP MİKS-5</i>	%5CO ₂ /%95N ₂ (AB)
<i>ME</i>	MetabolikEnerji
<i>NDF</i>	Nötral Deterjan Fiber
<i>OPP</i>	Orient EdilmişPolipropilen
<i>PA</i>	Poliamit
<i>PE</i>	Polietilen
<i>PET</i>	PolietilenTerettalat
<i>PVC</i>	PolivinilKlorid

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. ABD'de işlenmiş patates ürünlerinin dağılımı	4
Şekil 2.2. Parmak patates üretim aşamaları	5
Şekil 2.3. Dondurulmuş parmak patates için kuvvet-deformasyon eğrisi.....	11
Şekil 2.4. CIE L*a*b* renk ölçeği.....	14
Şekil 2.5. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu.....	17
Şekil 2.6. Modifiye atmosfer paketleme sistemi.....	22
Şekil 2.7. Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ürünün raf ömrünü etkileyen faktörler.	28
Şekil 3.1. Dilimlenip paketlenmiş patates örneklerine ait fotoğraf.....	35
Şekil 4.1. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, taze patates sertlik(g) değerler grafiği.....	42
Şekil 4.2. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, kızarmış patates sertlik(g) değerler grafiği.....	45
Şekil 4.3. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, taze patates elastikiyet değerler grafiği.....	47
Şekil 4.4. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, kızarmış patates elastikiyet değerler grafiği.....	49
Şekil 4.5. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, L* değerler grafiği.....	53
Şekil 4.6. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, a* değerler grafiği.....	55
Şekil 4.7. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, b* değerler grafiği.....	59
Şekil 4.8. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, C* değerler grafiği.....	63
Şekil 4.9. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, h değerler grafiği.....	65

Şekil 4.10. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, ΔE^* değerler grafiği.....

68



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1.Patates yumrusunun besin içeriği.....	3
Çizelge 2.2.Türkiye'de patatesin değerlendirilmesi.....	9
Çizelge 2.3.Patates kabuğu ve posasının kimyasal içeriği.....	9
Çizelge 2.4.Modifiye atmosfer paketlemenin avantaj ve dezavantajları.....	29
Çizelge 3.1.Çalışmada hazırlanmış olan kombinasyon gazlar ve özellikleri.....	36
Çizelge 4.1.Depolama koşullarına ve süresine göre taze patates sertlik değerleri	41
Çizelge 4.2.Depolama koşullarına ve süresine göre kızarmış patates sertlik değerleri	44
Çizelge 4.3.Depolama koşullarına ve süresine göre taze patates elastikiyet değerleri.	47
Çizelge 4.4.Depolama koşullarına ve süresine göre kızarmış patates elastikiyet değerleri.....	49
Çizelge 4.5. Depolama koşullarına ve süresine göre L* değerleri.....	53
Çizelge 4.6. Depolama koşullarına ve süresine göre a* değerleri.....	55
Çizelge 4.7. Depolama koşullarına ve süresine göre b* değerleri.....	59
Çizelge 4.8. Depolama koşullarına ve süresine göre C* değerleri.....	62
Çizelge 4.9. Depolama koşullarına ve süresine göre h değerleri.....	64
Çizelge 4.10. Depolama koşullarına ve süresine göre ΔE^* değerleri.....	67

1. GİRİŞ

Günümüzün yoğun iş temposunda, hem erkek hem kadınların yemek hazırlama ve tüketimi için ayrılan zaman son derece kısıtlı olup bu durum insanlara kolaylık sağlayan ve zaman kazandıran hızlı yemek sektörünün gelişmesine neden olmuştur. Fast-Food restoranlarının sayısı günümüzde ciddi bir ivme yakalamış durumdadır. Bu durum dondurulmuş-paketlenmiş gıdaların da önemini artırmasına yol açmıştır. En fazla tüketilen gıda maddeleri arasında yer alan patates fast-food restoranlarının yanı sıra evlerimizde de dondurulmuş parmak patates şeklinde yoğun olarak tüketilmektedir (Tuta, 2009).

Tüketicilerin katkı maddesi kullanılmamış ve taze gıdalara isteklerinin artış göstermesi, (MAP) Modifiye Atmosfer Paketleme tekniğine olan ilgiyi ve alakayı arttırdığı gözlemlenmiştir. MAP tekniği son zamanlarda başta sebze, meyve ve et ürünleri olmak üzere farklı gıda ürünlerinde çoğunluk olarak kullanılan, gıdaların tüketim sürecini arttıran ve ürün imajını geliştiren gıdalar için önemli bir koruma yöntemidir (Erkan, 2004).

Bu yöntemin temel amacı atmosfer bileşiminin değiştirilmesiyle birlikte, gıdanın tipine göre değişmekle birlikte solunum hızını azaltmak, enzimatik ve oksidatif bozulma reaksiyonlarını en aza indirmek ve/veya mikrobiyal üremeyi yavaşlatarak veya durdurarak mikrobiyolojik bozulmayı olduğunca süresini uzatmak, dolayısıyla ürünün raf ömrünü uzatmaktır (Church and Parsons, 1995; Phillips, 1996).

Modifiye Atmosfer Paketleme kapsamındaki gıdalar meyve ve sebze gibi solunum yapanlar ve et, balık, hazır gıdalar gibi solunum yapmayanlar olarak iki alt grupta incelenirler. Gıda maddelerinin bu özellikleri ambalajlama açısından önemlidir. İndirgen atmosfer paketleme teknolojisiyle ambalajlanan çoğu gıda ürünü doğal olarak solunum yapmakta veya solunum yapan mikroorganizmalar bulundurmaktadır (Phillips, 1996; Davies, 1995).

Modifiye Atmosfer Paketleme başarısı gazın, ambalajın ve ambalaj makinesinin doğru seçilmesine bağlıdır. İyi dizayn edilememiş ve seçilememiş ambalajlarda belli gazların konsantrasyonu üründen ürüne değişmekle birlikte istenmeyen ölçüde artmakta,

kaliteyi bozabilmekte, paket içinde anaerobik ortam şekillenmesine yol açabilmektedir (Church and Parsons, 1995; Davies, 1995).

Bu çalışmada indirgen atmosfer paketlemenin kızartmalık patatesin kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmış olup dünyada daha önce çalışılmamıştır.

Bu çalışmada, modifiye atmosfer paketleme tekniğine ilave olarak indirgen gaz statüsünde olan hidrojen eklenerek, indirgen atmosferde paketleme tekniği uygulanmıştır. Bu yeni sistemle paketlenmiş parmak patateslerin raf ömrüne etkisi incelenmiştir. İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP) ile depolama sistemi Türkiye’de ilk defa Iğdır Üniversitesinde düşünüldü ve çalışılmıştır.

İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP) ile muhafaza yöntemi; gıdalarda renk, tekstür, mikrobiyoloji gibi kalite üzerine etkili olan oksijenin, gıdaya geçişinin önlenmesi ile raf ömrünün uzatılması yöntemine dayanır.

Sonuç olarak, farklı konsantrasyonlarda paketlenen “İAP MİKS-1, İAP MİKS-2, İAP MİKS-3, MAP MİKS-1, MAP MİKS-2, MAP MİKS-3, MAP MİKS-4, MAP MİKS-5, VAKUM (SU), HAVA(SU)” patatesler, haftalık (yedi günde) olarak fiziksel (renk, tekstür) değişkenlerin analizi yapılmış ve istatistiksel analizlerinde yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Yukarıda bahsedilen depolama tekniklerine göre İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP)’nin patates depolanmasında ortamdaki olumsuz oksidasyon reaksiyonlarını, bozulmaya neden olan enzimatik aktivitelerine engel koyularak bozulmalarını önlediği görülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Parmak Patates

Patates buğday, mısır ve pirincin ardından dünyadaki 4. temel bitkisel ürün konumundadır (Çoban, 2018). Bu denli yaygın olarak tüketilen patates çeşitli şekillerde hazırlanıp servis edilmekte olan, karbonhidrat içeriği açısından da oldukça zengin bir besin kaynağıdır. Hasat edilen taze patatesin ağırlığının %80 kadarı su, %20 kadarı ise kuru maddeden oluşmaktadır. Karbonhidrat içeriğinin yanı sıra protein içeriği de son derece yüksek olup patates yumrusundaki yağ içeriği ise düşüktür. Patates ayrıca bazı vitamin ve mineraller açısından da zengin bir besin kaynağı olup 150 gramı neredeyse günlük C vitamini gereksiniminin tamamını karşılamaktadır. Bilimsel adı *Solanumtuberosum* olan ve tek yıllık kültür bitkileri grubunda yer alan patatesin besin içeriği Çizelge 2.1'deki gibidir (Tuta, 2009).

Çizelge 2. 1. Patates yumrusunun besin içeriği(Tuta, 2009)

Bileşenler	Ortalama Değerler (%)	
	Minimum	Maksimum
Su	63	87
Toplam katı miktarı	13	37
Karbonhidrat	13	30.5
Yağ	0.02	0.96
Protein	0.7	4.6
Mineraller	0.44	1.99

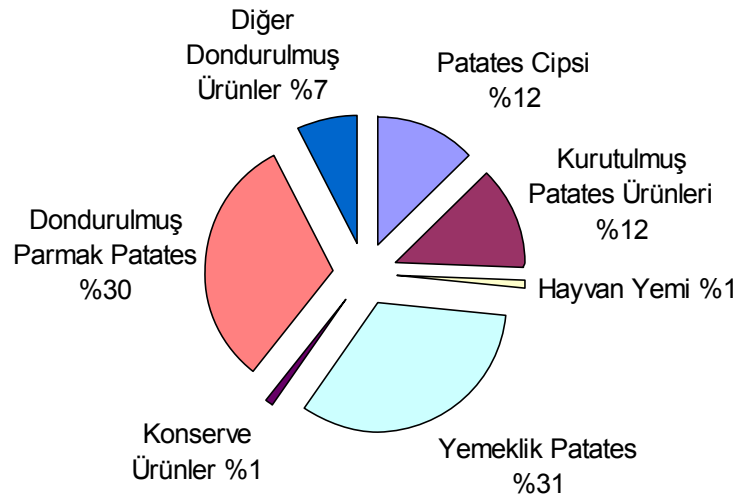
Patates bitkisinin kuru ağırlığının ortalama %80'ini teşkil eden karbonhidratların yaklaşık %70'i nişasta, %6-8'i diyet lifi, %0.5-2'si indirgen şeker, %0.5-1'i de sükrözür. Patateste bulunan başlıca diğer şekerler ise glukoz ve fruktozdur. Patateste bulunan aminoasidin yaklaşık yarısı asparajin ve glutaminden oluşur.

Bitkilere, açık sarı rengi veren renk maddesi flavonoidlerdir. Flavon, sebzelerden patlıcan, patates, kereviz ve karnabahar, meyvelerden şeftali, armut ve elmanın rengini veren pigmentlerin başında gelir. Flavon, üç grupta incelenir. Antosiyanin, antoksantin ve

tanen'dir. Bir diğ er pigment antoksan tin beyaz ve krem benzeri renkleri veren, patates, soğan, karnabahar, şalgam, ve lahana gibi sebzelerde bulunur. Bazen beyaz sebzelerde tanende araya karışır ve sarı kahverengi leke olabilir. Hücreleri sertleştirse bile asit bileşenleri koyarak sebzelerin rengi beyaz tutulabilir (Anonim, 2015).

Gelişmiş ülkelerde dondurma işle mi yapılmış parmak patates, patatesten cips, püre, nişasta, patates unu vb. ürünlerin üretilmesinde faydalanılmaktadır.

İşlem görmüş patates ürünlerinin büyük çoğunluğunu kızartılmış patatesten yapılan ürünler oluşturmaktadır. Şekil 2.1 de görüleceği gibi ABD'de patatesin % 12'si patates cipsine, % 30'u dondurma işle mi yapılmış parmak patates ve % 31'i yemeklik patatese işlenmektedir. ABD'de üretilen patatesin toplamında % 42'sinin parmak patates ve cipsi olarak işlendiği görülmektedir (Miranda *and* Aguilera, 2006). Dünyada dondurularak saklanan patates üretimi 4,5 milyon tonun üzerinde olduğu ve bu miktarın ortalama % 86'sı parmak patatesi oluşturmaktadır (Sanz, *et al.*, 2007).



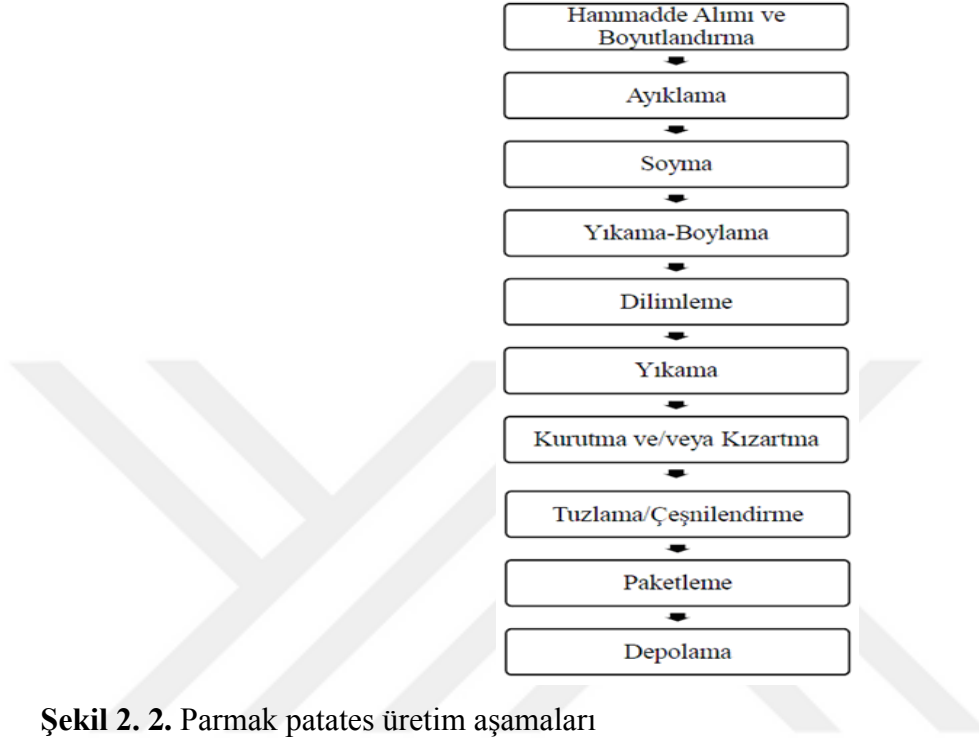
Şekil 2. 1. ABD'de işlenmiş patates ürünlerinin dağılımı (Sanz *et al.*, 2007).

2.1.1. Dondurulmuş parmak patates tarifi ve özellikleri

Parmak patatese işlenecek olan patateslerin bazı temel özelliklere sahip olması gerekir. Öncelikli olarak patatesler en yüksek verim ile hasat edilebilecekleri özel bölgelerde yetiştirilmelidir. Yumrular kaliteli ve parmak patatesine işlenebilir boyutlara sahip, çevresel etkilere ve ortaya çıkabilecek olan hastalıklara karşı dirençli olmalıdır. Aynı zamanda depolanmaları esnasında kalitelerini de muhafaza etmelidir. Bununla beraber patates yumrusu parmak patatese işlendiğinde kabul edilebilir bir renk sağlanmalı, yüksek kuru madde içeriğine sahip olmalı, kabuklarının soyulması aşamasında verim sağlamalıdır. Bunların yanı sıra patates yumrularının şekil bozukluğu ve leke gibi kusurlara sahip olmaması, son ürüne iyi bir tekstür ve aroma sağlayacak kaliteye sahip olması gerekir (Sanz *et al.*, 2007)

Parmak patatesin kalitesi, patatesin çiğ halinin özelliklerine ve üretim sürecinde ki koşullarına bağlıdır (Sanz *et al.*, 2007). Patateslerin dondurulmuş olarak üretiminde kullanılacak hammadde patatesin nişasta oranı yüksek (kuru madde, özgül ağırlık), indirgen şeker ile su miktarının düşük olması arzu edilir (Mosley, 2008). Parmak patates, genellikle yaklaşık 0.6-1 cm kalınlıkta ve 6-7 cm uzunluk boyutlarında üretilmektedir.

İşlenebilir niteliklere sahip olan patatesler Şekil 2.2'de görülen işlem sırasıyla ürüne işlenmektedir (Anonim, 2019b)



Şekil 2. 2. Parmak patates üretim aşamaları

Dondurularak işlem görmüş parmak patates yapımında öncelik olarak yıkama, soyma, ayıklama ve önceden belirlenmiş boyutlarda patateslere dilimleme işlemi uygulanır. Bu ön işlemlerden sonra dilimlerhaşlama işlemine tabi tutularak, patatesteki bulunan enzimlerin aktivitesini durdurulur ve dilimlerin birazda pişirilmesi amaçlanır. Şeker fazlalığının azaltılması ve kızartma sonrası dilimlerde açık sarı rengin elde edilmesi için haşlama sıcaklığı ve miktarı,yeterli seviyede ayarlanır (Mosley, 2008). Haşlama işlemi iki adımdan oluşur. İlk adım, yüksek sıcaklık (80-100°C) kısa süreli uygulama olanıdır. Enzimlerin aktivitelerini yok etme bu aşamada gerçekleşir. Sonraki adım, sıcaklığın daha düşük (65-70°C) sürenin daha uzun olanıdır ve indirgen şeker miktar kontrolü bu adımda gerçekleştirilir (Sanz *et al.*, 2007). Ayrıca haşlama sıcaklığı ve miktarı son ürün tekstürünü de etkilemektedir. Düşük sıcaklıkta (55- 75°C) haşlama uygulaması sonrası tekstürün sert hal almasının sebebi patatese sıkı dokukazandıran (PME) pektin metil esteraz aktivitesidir. Bir diğer gözlem ise, uzun süre yüksek sıcaklıkta, (80-100°C, yaklaşık 15 dk) yapılan haşlama uygulaması ile sıkı dokunun dağıldığıdır(Liu *and* Scanlon, 2007).

Haşlama uygulaması sonrası dilim patatesler sıcak hava akışı ile kurutulur. Parmak patatesin pişirme işleminin uygunluğunu en iyi duruma getirmek, kalitesini en üst seviyeye çıkarmak amacıyla ile kurutma aşamasında önceden sıcaklığı ve miktarı belirlenmektedir. Yağda kızartma işlemi yapılacak olan patateslerin, kurutma sıcaklığı ve miktarı, nem içeriğini % 70-75 yapabilmek için belirlenmektedir (Mosley, 2008). Kızartma aşamasında patateslerin yağ absorbesinin düşük olmasına haşlama ve kurutma aşaması neden olmaktadır. Patatesler haşlandığında bütün yüzeydeki nişastalar jelatinize olduğu ve kurutma ile de nem içeriğinde düşme olduğu gözlenmiştir. Bu sebepten dolayı olarak son ürünün yağ miktarında azalma olmaktadır (Bunger *et al.*, 2003).

Kurutulan patates dilimlerine ön-kızartma uygulanmaktadır. Ön-kızartma işlemi ile üründe bulunan enzimlerin aktivitesi bütünüyle durdurulmakta ve bu uygulama yapılırken de patateslerin uzun zamanlı dondurma işlemine dirençli hale gelmeleri hedeflenmektedir (Mosley, 2008). Sanz *et al.*, (2007), yaptıkları uygulamada son ürünün tekstürüne etkisini değerlendirmek için 30, 60, 90 saniye ön kızartma yapılan patates dilimlerine 180 °C’de 4, 5, 6 dakika kızartma işlemi uygulanmıştır. Uygulama sonucu son üründe en stabil 60 saniyede daha çıtır kabuk oluştuğu saptanmıştır. Ön kızartma işlemi yapılmamış patates dilimlerinin kabukları ilk baş % 12 nem miktarı olarak ölçülmüşken, son kızartma işlemi ile %9’a düştüğü saptanmıştır. Ön-kızartma işlemi yapılmış patates dilimlerinin kabuğundaki nem miktarı ortalama %8’den %6’ya düşüşü izlenmiştir. Ön-kızartma uygulamada süre değişimi ile kabuğun nem miktarı değiştiği saptanmış ve bundan sebep patates dilimlerinin tekstür sonuçlarında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Ön kızartma işlemi yapılan patates dilimlerine -28°C’de hızlı dondurma işlemi yapılmaktadır. Uygulama yapılan bu sıcaklıkta minik buz kristalleri oluştuğu gözlenmiştir. Dondurma işlemi uygulanmış patates dilimleri -18 °C sıcaklıkta depolanmaktadır (Mosley, 2008).

2.1.2. Dondurulmuş parmak patatesin Türkiye’de Dünyada pazarlaması

Karbonhidrat, vitamin ve lif miktarıyla sindirimi fazla ve besin değeri yüksek olan patates kişilerin diyetinde buğday, pirinç ve mısırdan sonra en önemli yerini almıştır. Ekim alan birimden fazla verim alınması ve farklı iklim şartlarında yetiştirilebiliyor olması sebebiyle neredeyse bütün bölgede üretimi yaygındır. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda

Örgütü (FAO) milyonlarca kişinin açlık ve yetersiz beslenme probleminin çözümünde 2008 yılını “Dünya Patates Yılı” olarak belirlemiş nitekim bir farkındalık yaratmıştır. ‘Dünya Patates Yılı’ etkinliklerinde “Gizli hazine” sloganını kullanarak yola koyulan, özellikle az gelişmiş ülkeleri hedef göstererek patates ekiminin yaygınlaşması için birçok proje gündeme getirilmiş ve yürütülmüştür (Anonim, 2008),

Patatesin (*Solanumtuberosum*L.) anavatanı Amerika Birleşik Devletleri olup, dünya geneline bakıldığında yetiştirilen en önemli tarım ürününden biridir. Dünya genelinde patatesin üretimine bakılınca senelik üçyüz atmış sekiz milyon tondur. Dünya’da en önemli patates üretimi yapan ülkeler Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Çin, Ukrayna ve Hindistan’dır. Nitekim sayılan bu ülkelerin total üretimdeki payı %50’yi aşmaktadır (Abed and Demirhan, 2018).

Dünyada geneline bakıldığında, üretilmiş patatesin ortalama yarısının taze olarak tüketildiği gözlenmiş, geriye kalan kısmının ise gıda ürünü, hayvan yemi, bioetanol yapımı ve tohumluk olarak kullanılmakta olduğu izlenmiştir. Patates, çoğunlukla dondurulmuş ürün çeşitlerine (elma dilimi, parmak, kroket patates) ve cipse işlenerek işlenmiş patates haline getirilir. Türkiye’de patatesin %73.93 taze olarak kullanılırken %4.87’si parmak patates üretimi, %2.70’i cips, %6.80’i tohumluk, %4.30’u hayvan yemi, %2.88’i ihracat, yaklaşık %0.55’i ise diğer gıda sanayinde kullanılmakta ve %3.94’lük kısmı israf olarak kayıtlara geçmiştir (Çizelge 2.2) (TUİK, 2013).

Ülkemizde yaygın olarak mısır ve buğday nişastası işleme söz konusu olduğundan nişasta bakımından zengin olan patates işlenerek elde edilen, patates nişastası üretimi için yatırımlar yapılmaktadır. Bundan sebepten dolayı da hedefler arasında, patates yetiştirme alanlarında artış yer almaktadır (Anonim, 2019). Türkiye’de artışı gözlenen diğer bir üretim ise cips üretimi olup Türkiye üretim verileri incelendiğinde, 2004 yılında ortalama 233 milyon dolarlık bütçeye sahip olan cips pazarı, 2012 yılında 1.1 milyar dolarlık kazanç ve 90 bin tonluk satış kapasitesine ulaşıldığı ve yüzde üçyüz’ün üzerinde bir büyümeye ulaşıldığı, 2013’te ise bu alandaki pazarın 1.3 milyar dolarlık ciro ve yüz beş bin tonluk satış kapasitesine ulaştığı kaydedilmiştir (Anonim, 2019). Birey başına artışa geçen üretimle

birlikte 2004 yılında 400g olan cips tüketimi 2012 sonrası ortalama 1 kilografa yükselme kaydetmiştir. Dondurulmuş parmak patates,cips üretim ve tüketimindeki yükselişle birlikteTürkiye’de 200 bin ton üretim kapasitesine sahip 7 adet işletme ileüretimde yükselme kaydedilmiştir (Anonim, 2019).

Patatesin işlenmesi esnasında ortaya çıkan yan ürünler, posa, üretime uygun olmayan ıskarta patates, kabuk, ve atık su gibi yan ürün olarak adlandırılan üretimlerdir. Nişasta sanayinde çiğ patatesten nişasta elde edilmesi sırasında açığa çıkan yan ürün olan patatesin posası içeriğinde pektin, nişasta, selüloz, hemiselüloz, protein ve tuz ihtiva etmektedir (Mayer *and* Hillebrandt, 1997).

Patatesinişlenmesi aşamasında yaklaşık çiğ ürünün yüzde 20-50’si oranında kabuk açığa çıkmaktadır. Bu ortaya çıkan yan ürünlerin besin madde içeriğinin oranı uygulanan sürecin kalitesine bağlı olarak değişim göstermekte,patates posası ve patates kabuğunun kimyasal içeriği Çizelge (2.2, 2.3)’de verilmiştir.

Çizelge 2. 2.Türkiye'de patatesin değerlendirilmesi (TUİK, 2013).

Tüketim Biçimi	Miktar (Ton)	Yüzde (%)
Taze tüketim	3.414.000	73.93
Tohumluk	313.800	6.80
İhracat	132.825	2.88
Parmak patates	225.000	4.87
Hayvan yemi	200.000	4.33
Cips	125.000	2.70
Patates Posası	10.000	0.22
Patates Unu	10.000	0.22
Alkol	5.000	0.11
Kayıplar	182.000	3.94
TOPLAM	4.617.615	100.0

Çizelge 2. 3. Patates posasının ve kabuğunun kimyasal içeriği (Okine, *et al.*, 2005)

Kimyasal Yapı	Patates Kabuğu (%)	Patates Posası (%)
Organik Madde	92.0	97.4
ADF	30.7	34.2
NDF	27.4	35.3
Nişasta	22.0	20.6
Protein	17.0	4.9
Kül	8.0	2.6
Yağ	4.0	0.6

2.1.3. Dondurulmuş parmak patatesteki kalite kriterleri

2.1.3.1. Tekstür

Tekstür; akustik, geometrik ve mekanik parametrelerin birleştiği sadece insanın algılayabildiği, derecesini belirlediği ve tarif ettiği duyuşsal bir algıdır (Pedreschi, *et al.*, 2006).

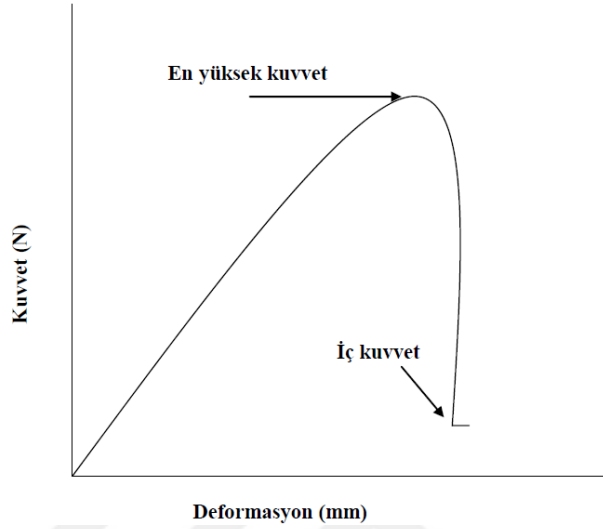
Gıdanın tekstürü, iki farklı şekilde bulunur. Biri enstrümental bir diğeri ise duyuşsal olarak tespit edilir. Reolojik özellikleri temsil etmesi sebebiyle, çiğneme ve yutma anında, tekstür insan algısıyla ilişkilendirilir. Enstrümental yöntemler ile insanın algısı tarafından gerçekleştirilen duyuşsal analizler aynı şekilde eşleşmemektedir. Ama duyuşsal testlere oranla enstrümental analiz yöntemleri, daha kısa zaman gerektiği için ve daha az maliyete sahip olması nedenlerinden dolayı tercih edilmektedir. İlk olarak 1963 yılında gıdaya ait tekstür profili enstrümental olarak belirlenebilmesi üzerine çalışma yapılabileceği söylenmiştir. Bu amaçla gıdalara uygun sıkıştırma yapabilecek cihaz tasarlanmıştır. Sıkıştırma uygulaması paralel levhaların biri hareketli diğeri sabit olacak şekilde yapılmıştır (Steffe, 1996).

Tekstür, parmak patatesin en önemli kalite özelliğidir. 1-2 milimetre kalınlıkta gevrek kabuk ile rutubetli ve yumuşak iç kısım parmak patatesteki arzu edilen tekstürdür (Sanz *et al.*, 2007). Direk patates tanelerinin özgül ağırlığı, toplam KM (kuru madde) miktarı, nişasta içeriği, hücre boyutu, yüzeyi ve pektin miktarı patatesin tekstürü ile

ilişkilidir. Kızartma esnasında ısı ve kütle transferinin eş zamanlı yaptığı uygulama esnasında meydana gelen birçok fiziksel, kimyasal, yapısal değişimlerin bir sonucu olarak tekstür oluşumu gerçekleşir. Kızartma uygulama süresinde ilk olarak patates dilimlerinde yumuşama meydana gelir sonra içten pişmeye başlar, son adım olarak ise ilerleyen kızartma işlemi içinde kabuk oluşur ve sertleşme gözlenir (Moyano, *et al.*, 2007). Rutubet geçişi kızartma sonrasında, patates diliminin iç kısmından kabuğa istikametine doğru içeriden olmaktadır ve bu olağan durum kabuğun tekstürel ve mekanik değerlerini etkilemektedir (Miranda and Aguilera, 2006).

Tekstürü, öncelik çığ patatesin nem miktarı, kızartma sıcaklığı, özgül ağırlığı ve kızartma süresi etkilemektedir. Patatesin nem miktarına bağlı olarak kızartma esnasında patates diliminin tekstürü değişiklikler göstermektedir (Tran and Thi., 2006).

Patatesin, tekstürü enstrümental analizi ile ölçülürse patatese ait farklı mekanik özellikler, belirlenebilir. Uygulamanın basit olması ve sonuçların basit yorumlanması nedeniyle gıdaların tekstürel özelliklerini saptamada genellikle uygulanan yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Enstrümental analiz sonucu olarak kuvvet-deformasyon eğrisinin elde edilmiş hali (Şekil 2.3), görülmektedir. Bu eğrinin artış gösterdiği bölüm mesela esnekliğinin bir fonksiyonudur. Esneklik, gıdanın yapısal bileşenlerine ve mekanik özelliklerine bağlıdır. Sertlik, kabuk deforme olmadan önce uygulanan en büyük kuvvet diye tanımlanır. Kuvvet, kabuk deformasyonundan sonra sıfıra inmez, iç bölgenin direncine maruz kalır, bu kuvvetin adına iç kuvvet denilmektedir (Miranda and Aguilera, 2006).



Şekil 2. 3.Dondurulmuş parmak patates için kuvvet-deformasyon eğrisi (Miranda *and* Aguilera, 2006)

Sanz *et al.*, (2007), yaptıkları bir çalışmada dondurulmuş parmak patates üretimi esnasında yapılan ön-kızartma zamanının parmak patatesin tekstürüne etkisini enstrümental olarak 30° kesme açısıyla, 15 mm kalınlığa sahip diş modeline benzetilmiş proplarla ölçmüşlerdir. 30, 60, 90 s ön-kızartma uygulanan patates dilimleri 180°C’de 4, 5, 6 dakika süreyle son kızartma uygulamasına tabi tutulduktan sonra tekstür analizi uygulanmış ve kuvvet-deformasyon eğrileri saptanmıştır. İşlenen kızartma süresinin 60 saniyenin üstünde olması ve son kızartma uygulama süresinin artışı ile kabuğun deformasyonu için uygulanan en üst kuvvetin artışı sonucu gözlenmiştir.

Liu and Scanlon, (2007), çalışmalarında, haşlama şartlarının (sıcaklık ve süre) dondurulmuş parmak patates işlenmesinde patates dilimlerinin tekstürüne olan etkisini incelenmiştir. 5 mm içerisine, 5 mm/dk hızla, dilimin içine girecek biçimde çentik testi yapılmıştır. Kuvvet-deformasyon eğrisi ele alınarak yüksek olan kuvveti (Fmax) tayin etmişlerdir ve 74°C’nin üzerinde yapılan haşlama işleminin en çok kuvveti arttırma etkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada, kızartma uygulamasının zamana göre parmak patatesin tekstürü üzerine olan etkisi ele alınmış ve 6 dakikanın üstündeki kızartma uygulamalarında

kabuğu kırmak amacıyla uygulanan kuvvetin 13 N'ye kadar çıktığı gözlenmiştir (Romani, *et al.*, 2008). Yapılan çalışmalarda (Sanz *et al.*, 2007; Liu and Scanlon, 2007) elde edilen en yüksek Fmax değerinin karakteristik olarak 6 N dolaylarında çıktığı incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada bu vaziyetlere göre elde edilen 13 N'lik değer olabildiğince yüksek olduğu görülmektedir.

Su aktivitesi(*aw*), kızartılmış patateslerin tekstürüne direk tesir etmektedir. Suyun varlığında nişasta/protein matriksinin detantı ve plastikleşmesinden dolayı işlenmiş patatesin mekanik kuvveti değişiklik göstermektedir (Sanz *et al.*, 2007).

Tran and Thi., (2006), yapmış olduğu çalışmada kritik su aktivitesi değerleri olarak patates cipsi için çıtırılığın kaybolup, kabul edilemez duyuşal özelliklerin teşekkülü için 0.35–0.5*aw* aralığı olarak tespit etmiştir.

(Miranda and Aguilera, 2006), yaptıkları çalışmada, farklı bağıl neme sahip ortamlarda (20°C'de, 1 hafta) kızarmış patates dilimlerini bekleterek, kızartma sonrasında tekstürel varyasyon rutubet içeriğinin etkisini, belirlemişlerdir. Her biri farklı su aktivitesi (*aw*) değerlerinde olan patates dilimlerini kopma testine tabi tutarak tekstür değerleri belirlenmiştir. Kopma gerilimlerinin üçte bir oranında azaldığı gözlenen kızarmış patates dilimlerinin su aktivite (*aw*) değeri 0.22'den 0.85'e çıktığı gözlenmiştir. Nemli iç bölümden kabuğa rutubet geçişi ile su aktivitesi (*aw*) değerinin arttığını ve bununla birlikte mekanik özelliklerde düşüş olduğu gözlenmektedir. Bu sebeple kızartmadan sonra mühim değişikliklerin ilk 5-6 dakika içerisinde tekstürde geliştiği anlatılmıştır.

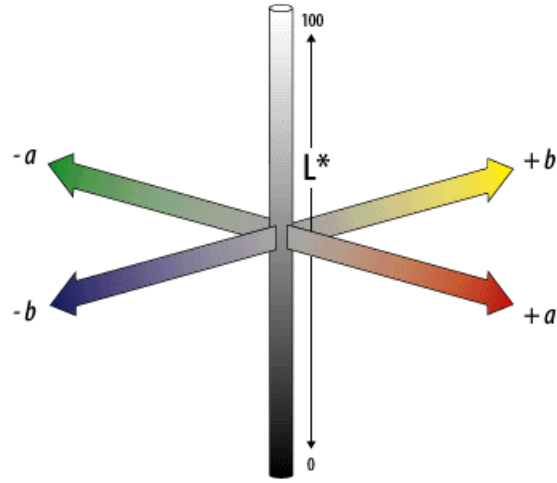
2.1.3.2. Renk

Renk, kızartılmış patates ürünlerinin kabul edilebilme açısından en önemli kalite kriterlerindedir. Nesnenin kromatik ve geometrik özelliklerinin kombinasyonu herhangi bir objenin görüntüsüdür. Renk, tüketicinin ürünü anladığı ve ürünün kabul görülmesi veya reddedilmesi için kullanılan bir değişkenidir, çünkü renge bakıp üründeki sıra dışılıklar ve kusurlar ayırt edilebilir (Gökmen ve Sügüt, 2007).

Kızartma uygulaması esnasında ısı ve kütle geçişi ile ortaya çıkan fizikokimyasal değişiklikler kızartılmış ürünlerin rengine doğrudan tesir eder. Kızartma işleminin değişik

aşamaları sırasında renk oluşumu, sıcaklık yükselişine bağlı olarak, yeterli miktarda kuruma olduğu andan itibariyle başlar. Patatesin yüzeyindeki indirgen şeker ihtivasi, aminoasit veya protein içeriğine ve kızartma süresi ve sıcaklığına bağlı olarak, kızarmış patates ürünlerinin rengi, Maillard tepkimesi neticesinde gerçekleşir (Leon *et al.*, 2006).

Patates; açık tonda, altın sarısı renkte olmalı ve, siyah, kahverengi lekeler barındırmamalıdır(Tajner et al., 2008). Rengi belirtmek için $L^*a^*b^*$, RGB, XYZ ve CMYK renk sistemlerinden bir tanesinin seçilmesi gerekecektir. Genelde kızarmış patatesin rengi $L^*a^*b^*$ renk sonucunu veren sistem kullanılarak tayin edilir (Pedreschiet *al.*, 2006). İnsan gözü, uzun orta ve kısa dalga boylarını algılayabilir; bunlar başlıca mavi, kırmızı ve sarı, olarak da isimlendirilebilirler. Bu, rengi algılayabilmek için bu üç değişkenin olması gerektiği manasına gelir. Renk uzayı, bu üç parametreyi bir arada bulundurmak için kullanılan spesifik metot, olarak adlandırılır. Renk uzayı, tasvir edilen renk bilgisini spesifikleştirmek için kullanılır. Commission International d'Eclairage (CIE) tarafından 1976 yılında geliştirilen kusursuz sonuç veren, referans olarak kullanılan bir modeldir. $L^*a^*b^*$ renk uzayı (Şekil 2.4). XYZ renk uzayı Macadam elips aracılığıyla tanımlanan metrik renk ayrımlarından yararlanılarak, renk ayrımlarından algılar ve doğrusallaştırmayı hedefler. L^* , a^* , b^* için doğrusal olmayan ilişki insan gözünün logaritmik görüntünün taklit etmeyi amaçlar. L^* , parlaklık bileşenidir, "0- 100" arasında değer alır, a^* değişkeni (yeşilden kırmızıya) ve b^* değişkeni (maviden sarıya) renklerle ilgili değişkenlerdir, "-120-120" aralığında değer alırlar (Gökmen ve Sügüt, 2007).



Şekil 2. 4. CIE L*a*b* renk ölçeği

Gıdaya ait görüntünün ayrıntılı olarak tespit edilebilmesi ve görüntü kalitesinin daha mutlak olarak değerlendirmeye alınması maksadı ile gıdanın yüzey kısmına ait her pikselin renk değerlerinin tespit edilmiş olması gerekir. Kullanılan ticari kolorimetreler L*a*b*değerini oldukça küçük bir yüzey için ölçebilir ve bu sebepten bu cihazlarla yapılan ölçümler gıda örnekleri gibi ayrışık materyallerde hepsini temsil etmemektedir. HunterLab kolorimetre, Minoltakromometre, Dr.Lange kolorimetre gibi kolorimetreler renk ölçümünde en fazla kullanılan cihaz çeşitleridir. Son zamanlarda, bilgisayar ile görüntüleme metoduyla, çeşitli gıdaların renk ölçümü yapılmaktadır. Bu metodun gıdanın bütün yüzeyine ait her bir pikselin renk değerini belirleyebilmesi, yüzey karakteristiklerinin ve kusurlarının ölçüsünün belirlenebilmesi gibi klasik yöntemlere nazaran avantajları vardır (Leon *et al.*, 2006).

Kızartılmış patatesin yüzey rengi nişasta, su, indirgen şeker dağılımının düzensiz olması sebebiyle fazlaca heterojen bir yapıdadır. Bu sebeple rengi tespit ederken bütün yüzeyi temsil edecek olan ortalama bir değer tespit edilmesi gereklidir (Pedreschi *et al.*, 2006).

Krokida *et al*, (2016), yaptıkları bir çalışmada Hunter Lab kolorimetresiyle patateslerin 5 ayrı bölgesinde ölçüm gerçekleştirip, ölçülen 5 değerini ortalamasını alıp

L*,a*,b*değerlerini tayin etmişlerdir. Aynı kızartma işlem süresinde kızartma dilim kalınlığı ve yağ sıcaklığı ile L*,a*,b* değerleri arasındaki ilişkiyi tetkik etmişlerdir. Kızartma sıcaklığı çoğaldıkça a*ve b*değerlerinde artış görülürken L*değerinin azaldığını, ifade etmişlerdir. Ayrıca dilimin kalınlığı azaldıkça a* değerinde artış, L*ve b*değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır. Maillard tepkimesi neticesinde koyu renkli ürünler oluşur. Bu tepkime neticesinde oluşan başlıca son ürün Melanoidinlerdir. Bu kahverengi yapıların gıdanın kalitesiyle doğrudan ilişkisi vardır. Maillard tepkimesi neticesinde oluşan akrilamid gibi ürünlerin indikatörü olarak renk bilinir (Gökmen ve ark., 2007).

Kızartma sıcaklığı ve süresi arttıkça patates dilimlerinin rengi koyulaştığından ötürü parlaklık komponent (L*) değerinde azalma görülür ve Maillard enzimatik olmayan esmerleşme tepkimesi neticesinde kromatik renk bileşeni olarak bilinen a* değerinin artışı gözlenmiştir. L* ve a* değeri ile akrilamid derişimi arasında büyük bir korelasyon (r2 değeri 0,79 ve 0,83) olduğu gözlenmiştir. Akrilamid yoğunluğu artış gösterdikçe parmak patatesin L* değerin azalma, a* değerinde ise artma gözlemlenmiştir (Pedreschi *et al.*, 2006).

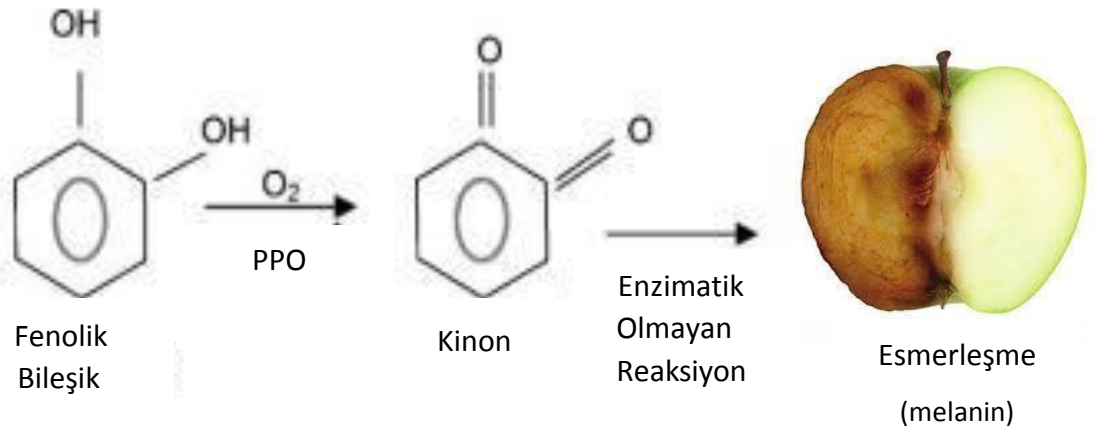
Romani *et al.*, (2008), yaptıkları bir çalışmada patatese yapılan kızartma miktarının uzamasıyla koyu renk ve daha kırmızı renk elde etmişlerdir. Dijital imaj analizini uyguladıkları renk tayininde 9 dakikalık kızartma işlemi sırasında a* değerinin üstel olarak -6.59'dan 13.57'ye çıktığı ve L* değerinin 76,13'ten 47,75'e düştüğü, saptanmıştır. Akrilamid oluşumu ile a* ve L*renk bileşenlerinde doğrusal bir bağlantı olduğu kaydedilmiştir.

Gökmen ve ark., (2007), yaptıkları çalışmada patates cipsine 170°C de 8-10 dk kızartma işlemi uygulandıkça parlak olan sarı rengin kahverengi tonundaki sarıya dönüştüğünü tespit etmişlerdir. 10 dk sonra kahverengi renk belirmeye başlar ve 6dkkızartma uygulaması sonrası oldukça koyu kahverengi renk oluştuğu görülmüştür. Maillard tepkimesinde ara ürün akrilamid oluşur, ısıtmanın uygulanması süresince bozularak azalma gösterir. Koyu renkli ürünlerde akrilamid düzeyi düşük olabilir. Bu

sebepten heterojen alanı olan gıdalarda akrilamid derişimini belirlemede CIE L*a*b*değerlerinden yararlanılmasının güven verici bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Enzimatik esmerleşme

Oksijen, enzim, bakır ve substrat olmak üzere dört bileşenin varlığında gerçekleşmektedir (Contreras *et al.*, 2008). Polifenoloksidaz enzimi (PPO); substratı olan mono- ve orto-difenolleri oksidasyona uğratarak o-benzokinonların oluşmasına sebep olmakta ve oluşan o-benzokinonlar ise enzimatik olmayan ileri bir tepkimeyle kahverengi pigmentler olan melaninlere polimerize olmaktadır (Korbel *et al.*, 2013). Polifenoloksidaz enzimi, zarar görmemiş sağlıklı bir dokuda plastidler içerisinde inaktif formda bulunmakta ve hücre herhangi bir şekilde kesildiğinde veya parçalandığında aktifleşmektedir. Aynı fenomen, membran geçirgenliğini etkileyen yüksek sıcaklıkların uygulandığı kurutma koşullarında da gerçekleşmektedir (Korbel *et al.*, 2013).



Şekil 2. 5.Enzimatik esmerleşme reaksiyonu

Enzimatik esmerleşmeye sebep olan PPO aktivitesi; enzimin ısıl işleme inaktivasyonu, substratlardan (oksijen ve fenoller) birinin veya her ikisinin ortamdaki

uzaklaştırılması, pH'nın en az 2 birim veya enzimin çalıştığı optimum pH değerinin altına düşürülmesi. PPO'yu inhibe eden veya melanin oluşumunu engelleyen bileşiklerin eklenmesiyle önlenmektedir (Whitaker and Lee, 1995). Bu bağlamda endüstri boyutunda esmerleşme reaksiyonu; askorbat, sodyum bisülfid, sülfür dioksit kullanımı ve sitrik, malik ile asetik asit gibi organik asitlerle pH'nın düşürülmesi yoluyla kontrol altına alınmaktadır (O'Neill *et al.*, 1998).

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ise; karamelizasyon, askorbik asit oksidasyonu ve Maillard reaksiyonu olarak üçe ayrılmaktadır.

Sagar and Suresh Kumar, (2010), Maillard reaksiyonu, aktif karbonil grupları ve amino grupları ile arasındaki bir sürü farklı reaksiyon dizisini tanımlamakta ve bütün melanoidin pigmentleri diye bilinmekte olan çözünmeyen, kahverengi, polimerik pigmentlerin oluşmasına yol açmaktadır. Maillard reaksiyonunun, yüksek sıcaklıkta ve fazla süre ısıya maruz bırakıldıktan sonra üründe de meydana geldiği bildirilmektedir ((Megías-Pérez *et al.*, 2014; Kamiloglu *et al.*, 2016). Özellikle, glukoz, fruktoz, sükröz ve diğer karbonhidratlar gibi yüksek düzeyde indirgen şeker bulunduğu sıcaklık uygulama sonrası Maillard tepkimesi meydana gelmektedir (Chong *et al.*, 2014).

2.1.3.3. Yağ içeriği

Derin yağda kızartma uygulaması esnasında kütle ve ısı transferi aynı anda oluşur ve ısı gıdaya yağdan transfer edilirken, su patatesten buharlaşarak ortamı terk eder, yağ patatesin içerisine emilir. Yağın mühim bir miktarının emilimi, patates kızgın yağdan ayrıldıktan sonra gerçekleşir, yağın absorbe olması için patates dilimlerinin yağdan çıkarılması önemlidir (Pedreschi *et al.*, 2006). Dondurmadan önce ön kızartma yapılmış parmak patateste yağ ihtivasının %7-10'u geçmemiş olması istenmektedir. Kızarmış üründe yağ miktarının yüksek olması, üründe yağlı bir tat oluşumunun yanında girdi mali değerinin artmasına yol açmaktadır. Yağ miktarının az olması ise parmak patatesin kendine özel aromanın oluşmasını engellemektir. Kızartma için kullanımı planlanan yağın çeşidi, uygulama sıcaklığı, dilim kalınlığı, patatesin kuru madde içeriği, haşlama şartları, ön-kızartma ve ön-kurutma uygulamasının süresi, parmak patates tarafından absorbe edilen yağın miktarını etkilemektedir (Tajner-Czopek *et al.*, 2008).

Kızarmış patatesler yağdan uzaklaştırıldıktan sonra yağın önemli miktarı, yüzeyden dış kısımdaki dehidre olmamış ve bozulmamış hücre yapılarının arasındaki yollardan emilmektedir. Patates cipsinde kızartma esnasında tüm hücreler dehidrayona uğrar ve yağ absorpsiyonu kapiler güçle gerçekleşir. Parmak patatesinde ise yağ emilimi, ortaya çıkan dış kabuk ve rutubetli iç bölgeden kaynaklı yoğunlaşmış buharla aralarındaki basınç farklılığı sonucu gerçekleşmektedir (Miranda and Aguilera, 2006). Kızartılmış patateslerde yağ emilimi çeşitli etkenlerden etkilendiği görülmüştür. Kızartma derecesinin yağ alımı üzerine etkisi tam olarak saptanamamıştır. Bazı yapılan çalışmalara bakılınca yüksek derecelerde yapılan kızartma işlemi neticesinde, kızartma süresini azaltmak ve daha iyi olgunlaşan kabuk kısmının yağ absorbe etmesine mani olması veya dış kabuktaki porozitenin seyrek olması sebebiyle yağ alımı düşmektedir. Birtakım bilim insanlarına göre ise kızartma derecesinin yağ çekimi üzerine önemli bir tesiri yoktur. Patatesin yüzey alanı ile ihtiva ettiği yağ arasında doğrusal bir bağlantı vardır. Yüzeyin pürüzlülük derecesi arttıkça yüzey miktarı artmakta ve ihtiva ettiği yağ oranı daha çok olduğu gözlenmektedir (Miranda and Aguilera, 2006).

Yapılan başka bir çalışmada ise, 3 dakika kızartma işlemi uygulandıktan sonra ürünün kurumaya başladığı yağ alımının artış yaptığı gözlenmiştir. Bu esnada yüzey sıcaklığı patates diliminin ve yağın 100°C'nin üzerinde olduğu görülmüş olup, kızartma süresinin 5 ten 9 dakikaya yükseltilmesiyle yağ içeriğinde değişiklik olmadığı ve yaklaşık %13 olduğu bildirilmiştir (Romani *et al.*, 2008).

2.2. Gıda Muhafaza Yöntemleri

Günümüzde gıdaların bozulmasına neden olabilen mikroorganizmaların üremelerini, çoğalmalarını ve diğer faaliyetlerini durdurmak, engellemek ya da tamamen ortadan kaldırmak amacıyla birçok koruma yönteminden ve işleme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu koruma yöntemlerinde hedeflenen, iç ve dış faktörleri mikrobiyal gelişme ve çoğalma için engel parametreler kabul edip, ürün elde etmek için gerekli önlemleri almaktır. Gıda korunmasında temel prensip bu parametrelerin tek tek ya da kombine olarak kontrol altında tutulmasıdır. Gıdaların korunmasında kullanılan engel parametreleri; su aktivitesi (a_w), düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık, koruyucu maddeler, H_2

hijrojen iyon derişimi (pH), redoks potansiyeli, iyonize radyasyon ve rekabetçi flora olarak ifade edilmektedir. Bir üründe ne kadar az çoğalmaya hazır mikroorganizma varsa, kritik süreye ulaşmak için geçen süre o kadar uzun olmakta ve mevcut bakteriler ortamda bulunan çoğalmayı önleyici faktörlerin (pH, aw değeri, koruyucu maddeler) etkisi altında o kadar fazla kalmaktadır (Alakavuk ve ark., 2008).

Günümüzde teknolojinin giderek ilerlemesi, çok değişik ve etkin koruma yöntemlerinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

2.2.1. Paketleme/ambalajlama teknikleri

Gıda sanayinde paket/ambalaj; içinde paketlenen gıdaların, en az toplam maliyetle son tüketiciye, bozulmaya uğramadan, güvenli bir şekilde ulaşımını ve tanıtımını gerçekleştiren bir araç olarak tanımlanmaktadır. Ambalaj ürünü koruyan, dayanıklılığını arttıran, uzak mesafelere taşınma kolaylığı sağlayan, kullanma kolaylığı oluşturan, boşaltma, yükleme, stoklama, ürünü tanıtan ve tüketiciyi satın almaya özendiren görevlere de sahiptir. Günümüzde ürün paketleri satıcının yerini almış ve alıcıya ürünle ilgili bilgiler ileten, ürün ve müşteri arasındaki iletişimi sağlayan bir özelliğe sahiptir (Erkan, 2004).

Ambalajların geçirgenlik özelliği ile ilişkili olarak ürün reaksiyonları değişmektedir. Su buharı, oksijen, karbondioksit, ışık, aroma ve koku geçirgenliği bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel değişimlere neden olmaktadır. Paket içine oksijen girişi oksidasyona ve aerob mikroorganizmaların üremesini stimülasyona; oksijen çıkışı ise redoks potansiyelinin değişmesine, aerob mikroorganizma gelişiminin inhibisyonuna ve renk kusurlarına neden olmaktadır. (Erkan, 2004).

Karbondioksitin içeri girişi mikroorganizma gelişiminin baskılanmasına, ürün dayanıklılığının artmasına; dışarı çıkması mikroorganizma gelişiminin kolaylaşmasına, ürünün dayanıklılığının azalmasına neden olmaktadır (Dixon, 1989). Işık girişi oksidatif tepkimelerin başlamasına, protein değişikliklerine, tat kusurlarına neden olmaktadır. Koku giriş çıkışına müsaade eden paketleme materyalleri tipik aromanın kaybı ve yabancı kokuların ürüne nüfuz etmesine neden olmaktadır. Nem geçişi ürünün yumuşamasına, kurummasına, kimyasal, mikrobiyolojik ve enzimatik reaksiyonlara neden olmaktadır

(Üçüncü, 2000). Paketleme materyali seçiminde birçok faktör rol oynamaktadır. Bunlar maliyet, yasal düzenlemelere uygunluk, satışa destek olması, gıdaya faydaları, paketleme ile ilgili mekaniksel alet ekipman temini gibi faktörler olarak belirtilmektedir (Erkan, 2004).

Vakum altında paketleme ve gazla paketleme günümüzün en önemli gıda muhafaza teknolojilerindedir. Bu teknolojilerin ortak özelliği, eşit sıcaklık koşulları altında gıda kalitesinin devamlılığının sağlanması amacıyla çevresinde bulunan gazların doğal kompozisyonunun değiştirilmesidir (Brody, 1989).

Vakum paketlemede, paketin içindeki havanın tümü çıkarılmakta ve ürün düşük oksijen geçirgenliğine sahip bir film ile kaplanmaktadır. Bu sayede gıda maddelerinde bozulmaya neden olan oksidatif mekanizmaların önüne geçilmiş olunur ve ürünün hem kalitesi artırılır, hem de raf ömrü uzatılır (Brody, 1989).

Koruyucu gazla paketleme genellikle kontrollü atmosferde paketleme yöntemiyle yapılmaktadır. Kontrollü atmosferde paketleme doğal çevresel gazların değiştirilmesi ve spesifik koşullarda atmosferin devamlılığının sağlanması işlemidir. Bu yöntem genellikle sabit bir atmosferin devamlı kontrol altında tutulduğu depolarda uygulanmaktadır. Modifiye atmosfer paketlemede ise ambalajlanmış ürünün doğal olarak bulunan çevresel gazlarının değiştirilmesiyle oluşturulması söz konusudur (Davies, 1995).

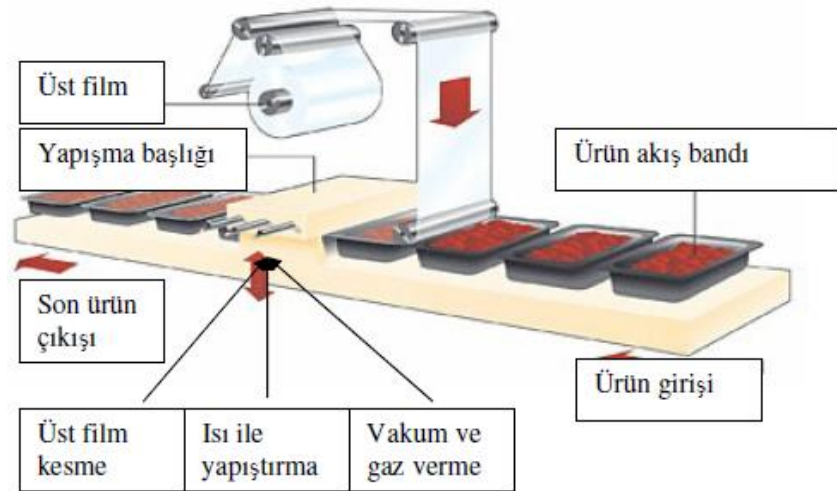
2.3. Modifiye Atmosfer Paketleme

Gıda endüstrisinde kalite ve güvenliğin sağlanmasında kullanılan klasik muhafaza yöntemleri yerini tüketicilerin tat, besleme değeri, doğallık ve kolay kullanılabilir gıda taleplerinin karşılanması amacıyla yeni muhafaza yöntemlerine bırakmıştır (Devlieghere *etal.*, 2004). Modifiye atmosfer paketleme ısı işlem uygulanmadan gıdaların muhafazasında yararlanılan bir yöntem olup, günümüzde özellikle et ve et ürünleri başta olmak üzere taze ve az işlem görmüş gıdaların muhafazasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Luño *et al.*, 2000; Tsigarida and Nychas, 2001; Sekar *et al.*, 2006; Patsias *et al.*, 2006). Kalitenin artırılması yanında olası risklerin de elimine edilerek gıda güvenliğinin sağlanmasında etkili bir yöntem olan modifiye atmosfer paketleme aynı

zamanda, gıda maddesini çevreleyen gaz bariyeri olarak da adlandırılmaktadır (Devlieghere *et al.*, 2004)

Modifiye atmosfer paketlenme tekniği gıdalarda raf ömrü gibi en önemli özelliği uzatmak, mikrobiyolojik faaliyeti azaltmak ve enzimlerin bozuculuğunu önlemek amacı ile paket içi gaz atmosferinin değişime uğratarak ürün yapısına uygun özelliğe sahip ambalaj maddesi ile ürünün paketlenmesi işlemidir (Porat *et al.*, 2004).

Birçok farklı gıdanın muhafazasında kullanılan bu teknik azot ve karbondioksit gazlarının tek olarak farklı oranlarda hava ile yer değişimi şeklinde uygulanarak paketlenme gerçekleştirilmektedir (Taylor *et al.*, 2013) şekil 2.5’de görüldüğü gibi ürün ile doldurulan ambalaj kabı bant boyunca ilerleyerek modifiye atmosfer paketlenme işleminin gerçekleşeceği başlığa gelir. Bu başlıkta hava kanalları aracılığıyla ürünle dolu ambalaj malzemesinin içerisinden hava vakumlanarak alınır ve gaz kanalları aracılığıyla azot ve karbondioksit karışımı ambalaj malzemesinin içine basılır. Gaz karışımı verildiği sırada üst film ısı ile alt ambalaj malzemesine yapıştırılır ve paketlenme işlemi tamamlanır(Üçüncü, 2000).



şekil 2. 6. Modifiye atmosfer paketlenme sistemi (Anonim, 2005)

Gıda ile temasta olan oksijenin miktarının azaltılması için ambalaj sistemi içerisindeki oksijen vakum ile alınmakta veya inert bir gaz ile yer değiştirilmektedir. Bu işlemin etkinliği ambalaj materyali ve modifiye atmosfer paketlemede kullanılacak olan gazların özelliğine bağlıdır. Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gaz karışımı, oksijen ile yer değiştirilerek doğrudan oksidasyon üzerinde engelleyici etkisini göstermektedir. Böylece, ürün kalite özelliklerinde meydana gelebilecek olan bozulma yavaşlatılmaktadır. Bu amaçla, inert bir gaz olan azottan faydalanılmaktadır. Azot gazı gıdayı çevreleyen ambalaj atmosferindeki oksijenin yerine ve karbondioksitin absorpsiyonu sonucu ambalaj atmosferinde azalmaya bağlı olarak ambalajda meydana gelen çökmenin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte azot gazı aerobik mikroorganizmaların gelişimini desteklemez, gıda tarafından absorbe edilmez ve aynı zamanda karbondioksit gibi asitlendirici etkiye de sahip değildir. Karbondioksit gibi mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı bir etki göstermemesine rağmen, karbondioksitin neden olduğu istenmeyen lezzet oluşumunu gidermede az da olsa etkili olabilmektedir (Spencer, 2005).

2.3.1. Tarihçe

Modifiye atmosfer paketleme teknolojisi raf ömrünü arttırmak amacıyla ilk defa 1920'li yıllarda kullanılmaya başlanmış olup 1930'larda ise karkas ve meyve taşınması esnasında CO₂ kullanılarak raf ömrünün artırıldığı bildirilmiştir (Coventry *et al.*, 1998).

Günümüzde gıda tüketiminde tazelik ve pratikliğin tercih edilmesiyle modifiye atmosfer paketlemeye olan talep gün geçtikçe daha da artmakta, buna bağlı olarak kullanım alanları da yaygınlaşmaktadır (Phillips, 1996). Bu paketleme tekniği çiğ ve pişmiş etler ve et ürünleri, tavuk, balık, kabuklu su ürünleri, sebze, meyve, taze pasta, unlu mamuller, süt ürünleri, sandviç, cips, kahve, çay gibi pek çok gıda maddesi için kullanılmaktadır (Davies, 1995; Phillips, 1996).

2.3.2. Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlar

Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlar ve gaz karışımları gıdanın çeşidine göre farklılık göstermektedir. Genellikle oksijen, karbondioksit ve azot gazları

kullanılmakta olup karbonmonoksit, sülfürdioksit, nitrozoksit, klor ve ozon gibi gazlar üzerinde de birçok çalışma yapılmaktadır (Phillips, 1996).

Modifiye atmosfer paketlemede paket içindeki gaz miktarı sabit değildir. Paketleme materyalinin gaz diffüzyonu, ürünün solunum aktivitesi ve ürünün bazı gazları bağlaması gibi birçok faktöre bağlıdır.

2.3.2.1.Oksijen (O₂)

Oksijen gazının aerobik mikroorganizmaların gelişimini stimüle edici etkisinin yanında anaerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe edici etkisi de bulunmaktadır. Yağlı ürünlerde oksidatif acılaşıma ve renk değişimleri gibi problemlere neden olabilen oksijen aynı zamanda pigmentlerin parçalanmasına, vitamin kayıplarına, aminoasit miktarında azalmaya, bozulmalara ve besin değeri kayıplarına neden olabilmektedir Bu olumsuz etkilerinden dolayı genellikle ortamdaki oksijen uzaklaştırılmak istenmektedir. Fakat kırmızı etlerde etin arzu edilen parlak kırmızı rengini almasını sağlayan renk pigmenti myoglobinin, oksimiyoglobine dönüşmesini sağlamak için paketin içerisinde belli oranda bulunması istenmektedir (Phillips, 1996).

2.3.2.2.Karbondioksit (CO₂)

Renksiz, kokusuz, yanıcı ve toksik olmayan bir gaz olan CO₂, suda ve yağda çözünebilme özelliğine sahiptir. Bakteriyostatik ve fungistatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosfer paketleme yöntemiyle paketlenmiş ürünlerde kullanılan en önemli gaz olup çoğu bozulma yapan bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir (Davies, 1995; Sivertsvik, *et al.*, 2002).

Mikroorganizmalar üzerindeki toplam etkisi, üremenin lag fazının genişlemesi ve logaritmik gelişme fazında üreme hızında azalma şeklindedir. Buna karşılık, belirtilen ilk etki daha büyük olduğundan, bakteriler üremenin bir lag fazından log fazına geçtiklerinde inhibitör etkileri azalmaktadır. Bu nedenle ürün ne kadar önce gazla paketlenirse, karbondioksit o kadar daha etkili olmaktadır (Brody, 1989). Karbondioksit özellikle gram-negatif aerobik bakterilere karşı bakteriyostatik, küfler üzerine ise inhibe edici etki göstermektedir (Phillips, 1996). Gram-negatif bakteriler arasında en çok etkilenen

Pseudomonas, *Acinetobacter* ve *Moraxella* grubu bakterilerdir. CO₂'nin bakteriyostatik etkisi, CO₂'nin konsantrasyonuna, CO₂'nin parsiyel basıncına, mikroorganizma tipine, başlangıçtaki bakteriyel yüke ve bakteri popülasyonunun yaşına, mikrobiyal üreme fazına, kullanılan üreme ortamına, depolama sıcaklığına, asidite, su aktivitesi ve paketlenen ürünün tipine bağlı olarak değişebilmektedir (Phillips, 1996). Ürünün CO₂ absorbe etme eğilimi nem ve yağ içeriğine bağlı olarak değişim göstermektedir. Aşırı absorpsiyon olması durumunda ürün vakum ambalajlı bir görüntü alabilmektedir. Bu durum “paket çökmesi (packcollapse)” olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca maksimum antimikrobiyel etki için, bir modifiye atmosfer paketleme ürününün depo sıcaklığı olabildiği kadar düşük derecelerde tutulmalıdır. Sıcaklığın artması ile CO₂'nin çözünürlüğü önemli ölçüde azaldığından, uygun olmayan depo sıcaklığı genel olarak CO₂'nin yararlı etkisini yok etmektedir (Özoğul, 2006)

2.3.2.3. Azot (N₂)

İnert, kokusuz, tatsız, hem yağda, hem suda az çözünebilir bir gaz olan azot; diğer gazlara oranla ürün içine veya paketleme materyali dışına geçmeye daha az meyilli bir gazdır. Azot oksidatif acılaşmayı geciktirme ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etme özelliklerine sahip olmakla birlikte, oksijenin ikamesi olduğu için gıdalarda oksijenin sebep olabileceği ekşime gibi oksitlenme tepkimelerini engellemekte ya da geciktirmektedir (Sivertsvik *et al.*, 2002). Yüksek karbondioksit içeren paketlerde paketlerin kollabe olmasını engellemek için dolgu gazı olarak kullanılmakta, ürünün ezilme ve yapışmasını önleyerek paket bütünlüğünü korumaktadır (Davies, 1995).

2.3.2.4. Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit; karbon içeren materyallerin yanması sonucu oluşan, tatsız, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Düşük konsantrasyonlarda bile taze kırmızı etin parlak kırmızı rengin korunmasını sağlar. Fakat yüksek seviyede toksik bir gaz olmasından ötürü ABD ve Avrupa Birliği ülkelerinde paketlemede çalışacak personelin sağlığını tehdit etme riskinden dolayı kullanımına izin verilmemektedir (Cornforth, 1984).

2.3.2.5. Diğer gazlar

Modifiye Atmosfer Paketleme uygulamaları için kükürt dioksit (SO₂), Nitroz Oksit (N₂O), Nitrik Oksit (NO), Ozon (O₃), Helyum (He), Hidrojen (H₂), Neon (Ne), Argon (Ar), Klor (Cl₂), Propilen Oksit ve Etilen gibi pek çok gaz denemiş; ancak paketlenmiş ürünlerin organoleptik özellikleri üzerine olumsuz etkileri, maliyet, tüketicilerden kaynaklanan problemler, ilgili yasal düzenlemeler gibi nedenlerden bu gazların kullanımının sınırlı olduğu rapor edilmiştir(Brody, 1989).

2.3.3.Modifiyeatmosfer paketleme uygulamalarında kullanılan paketleme materyalleri ve özellikleri

Modifiye atmosfer paketleme tekniğinde paketleme materyali seçimi oldukça önemli bir noktadır. Paketleme materyali seçiminde aşağıda sıralanan faktörler önemli rol oynamaktadır:

- Delinmeye direnç özelliği
- Güvenliğinin kanıtlanması
- Su buharı oluşumunu engelleme özelliği
- Karbondioksit geçirgenliği
- Oksijen geçirgenliği
- Su geçirgenliği

Paketleme materyalinin O₂ ve CO₂ geçirgenliği, ürünün paketlemede kullanılan gaz kombinasyonunu muhafaza etmesi için özellikle önem arz etmektedir. Paketleme materyalinin gaz diffüzyonu, ürünün solunum aktivitesi, ürünün bazı gazları bağlaması gibi bir çok faktöre bağlı olarak paket içindeki gaz miktarı değişmektedir (Şen, 2000)

Paketlenmiş ürün dinamik bir sistem olup, solunum ve ambalaj geçirgenliği gibi aynı anda gerçekleşen iki ana proses altındadır. Ürün oksijen alırken aynı anda karbondioksit, etilen, su ve diğer uçucu gazları da dışarı vermektedir. Paket içindeki gaz kompozisyonu ve mikroatmosfer dinamiği; gıda maddesinin solunum hızı, gıda maddesinin

ağırlığı, depolama sıcaklığında paketlenme materyalinin O₂ ve CO₂ geçirgenliği, ambalaj içinde kalan boşluk, ambalaj kalınlığı, ambalaj yüzey alanı, gıdanın ambalaj içinde bulunduğu dış ortam, depolama sıcaklığı, gaz difüzyonu ve mikrobiyel metabolizma gibi faktörlerden etkilenmektedir (Davies, 1995).

Gıda ambalajlamasının hedefi, gıdaların endüstriyel gereksinimlerine ve tüketici isteklerine bağlı olarak, tüketime hazırlanacak gıdanın güvenliğini oluşturan ve çevre güvenliğinde dikkate alarak uygun maliyetli bir biçimde paketlenmesini içermektir (Marsh and Bugusu, 2007). Plastik ambalajların ortak özellikleri, uygun bir sıcaklık derecesinde şekil alabilmeleri, hafiflikleri, saydam olmaları, gaz ve rutubet difüzyonlarının az olması, haşereler karşısında dayanıklılıkları, atmosferik ve kimyasal etmenlerden zarar görmemeleridir. Modifiye atmosfer paketlenme için polimerik filmin tesiri; depolama derecesinde, gıdanın solunum hızına en iyi neticeyi verebilecek olan O₂ ve CO₂ konsantrasyonuna bağımlıdır. Pek çok ürün için, elverişli bir film olması demek CO₂'in O₂'den daha geçirgen olması demektir (Kader *et al.*, 1989; Exama *et al.*, 1993).

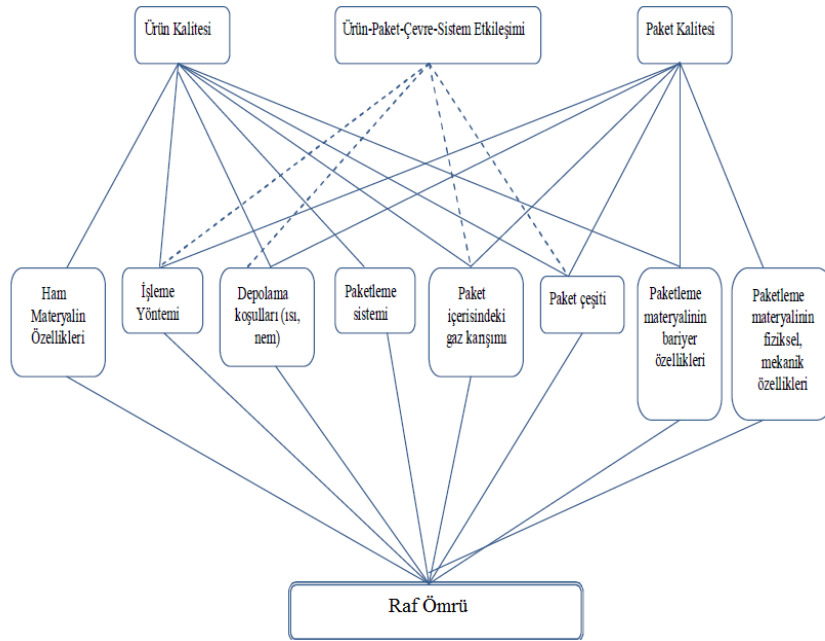
MAP sistemini dizayn etmek ve istenen atmosferi en kısa zamanda elde edilmesi yeterli olmayıp ayrıca daha uzun süre korumayı sağlayan film seçmek gerekmektedir. MAP endüstrisi gittikçe daha fazla çeşitle ambalaj film opsiyonu sunmaktadır (Kader *et al.*, 1989).

Modifiye atmosfer paketlenmede poliester, polipropilen, polistren, polivinilklorid (PVC), naylon (poliamid - PA), etilen vinil asetat (EVA), etilen vinil alkol kopolimerleri (EVOH), polietilen (PE), polietilen tereftalat (PET), orient edilmiş polipropilen (OPP), selüloz asetat gibi polimer niteliğinde olan paketlenme materyalleri kullanılmaktadır. Bu materyallerin gaz geçirgenlik oranları farklı olduğundan uygun gaz kombinasyonu seçiminde önemli rol oynamaktadırlar. Kullanılacak materyalin gıdalarla etkileşime girmemesi, toksik özellikte olmaması, hijyenik ve ekonomik olması, ilgili kanun, tüzük ve yönetmeliklere uygun olması da oldukça önemlidir (Kader *et al.*, 1989).

2.3.4. Modifiyeatmosfer paketlenmenin avantaj ve dezavantajları

Modifiye atmosfer paketlenmenin genel ilkesi paket içindeki gaz ile hava karışımlarının yer değiştirilmesidir. Gazın paket içine basılmasının akabinde paket yalıtımlı

olarak kapatılır. Depolama süresi boyunca paket içerisindeki gazın denetimi yapılamamakta ve gaz derişimi değiştiği saptanmıştır. Ürün çevresindeki gazın ayrılması ya da ürünü saran ortamda O₂ konsantrasyonunun hafifletilmesi mikrobiyolojik çoğalmayı yavaşlatmakta, kimyasal bozulmaları minimal seviyelere indirmekte yada yavaşlatmaktadır. Ürünün türü, ham materyalin başlangıç niteliği, depo sıcaklığı, gaz karışımı ve paketleme esnasındaki hijyen, gaz/ürün miktarı ve ambalajları gereçleri, geçirmezlik özellikleri (MAP) modifiye atmosfer paketlenmiş ürünlerin raf ömrüne tesir eder (şekil 2.6) (Sivertsvik *et al.*, 2002; Ucherek, 2004).



şekil 2. 7. Modifiye atmosfer ile paketlenmiş ürünün raf ömrünü etkileyen faktörler (Ucherek, 2004).

Modifiye atmosfer paketlemede bildiğimiz en mühim avantajı ürünün rafta kalma süresini iyileştirmesidir. Bu paketleme yönteminin diğer dezavantaj ve avantajları ve Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2. 4. Modifiye atmosfer paketlemenin avantaj ve dezavantajları (Davies, 1995; Sivertsvik et al., 2002)

Avantajlar	Dezavantajlar
- Rafta kalma süresini %50-400 oranında artırır	- Masrafların artmasına yol açar
- Daha uzun raf ömrü sağlamasından ötürü ekonomik kayıplarda azalma sağlar	- Sıcaklık kontrolü gerektirir
- Ürünün dağıtım masraflarının azalmasını sağlar	- Her ürün için farklı gaz formülasyonları gerektirir
- Tüketicilere yüksek kalitede ürünlerin ulaştırılmasını sağlar	- Özel ekipman ve uzmanlık gerektirir
- Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrılmasını sağlar.	- Ürün güvenlik sistemi gerektirir
- Kimyasal katkılara daha az veya hiç ihtiyaç duyulmaz	- Paket hacmini artırır, bu nedenle taşıma masrafları artar.
	- Paketin açılması ve delinmesi paketin uygunluğunun bozulmasına yol açar
	- Gıdada çözülmüş karbondioksit paket yapısının bozulmasına yol açmakta ve sızıntıyı artırmaktadır

2.4. İndirgen Atmosfer Paketleme (İAP)

Diğer gıdalardan farklı olarak taze meyve ve sebzeler hasattan sonrasında ürün gelişimini tamamlarken, etilen üretimi ve solunum şeklinde geçirdiren metabolik olaylar, ürünlerin olgunlaşmasını hızlandırarak bozulmasına ve raf ömrünün kısılmasına sebep olmaktadır (Mastromatteo *et al.*, 2010; Sharma *et al.*, 2009). Bu vaziyet, ürünlerin gıda değeri, aroması, dokusu ve görünüşünü etkileyerek ürünün bozulmasında sebep olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, hasat sonrası ürün kayıpları çoğu zaman uygun olmayan depolama şartları ve taşıma yöntemlerine bağlı olarak ciddi oranlarda gerçekleşmektedir. Ülkemizde de soğuk zincirin çeşitli aşamalarında gerçekleşen kayıplar önemli boyutlara ulaşmaktadır. Yapılan çalışmalar gelişmekte olan ülkelerde meyvelerde ve sebzelerde hasat sonrası işleme esnasında oluşan kayıpların yaklaşık %20-25'inin mikrobiyal bozulmalardan kaynaklandığı göstermektedir (Öz ve Süfer, 2012). Gelişmiş ülkelerde ise bu kayıplar %5 ve altında gerçekleşmektedir (Özelkökve *ark.*, 2005). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası

kayıpların önemli bir kısmını çürümeler oluşturmaktadır (Sharma *et al.*, 2009). Meyve ve sebzelerde meydana gelen ve çoğunlukla depolama sırasında oluşan ve sonrasında pazarlama aşamasında daha da şiddetlenen bu kayıpların önlenmesinde sentetik fungusitler kullanılmaktadır (Sharma *et al.*, 2009; Süfer, 2012; Korsten, 2006). Ancak yoğun fungusit kullanımı hem patojenlere hızla dayanıklılık kazandırmakta ve bununla beraber ihraç edilen ürünlerde kalıntı sorunu ortaya çıkarmaktadır (Özelkök ve ark., 2005).

Hasat sonrası depolama esnasında meydana gelen kayıpların yüksek olması ve bu kayıpları azaltmak amacıyla kimyasal uygulamalar ile meydana getirilen mücadele yöntemlerine kısıtlayıcı önlemler getirilmesi araştırmacıları son zamanlarda doğal uygulamalara yönelmektedir. Kullanılan kimyasal maddelerin toksik tesirinin kısa süreli depolanan ürünlerde tamamen kaybolmaması son zamanlarda hasat sonrası kayıpların engellenmesi için kullanılan koruma önlemleri olarak organik uygulamaların tercih edilmesine sebep olmuştur. Hasat edilen ürünlerde deformasyona uğramış kayıplarını azaltmak için, daha güvenli ve safha dostu alternatifleri araştırmaya güçlü bir bilimsel ve toplumsal talep olmasından dolayı, dünyadaki eğilim fungusitlerin kullanımını azaltmaya yöneliktir (Mari *et al.*, 2007).

Her geçen gün taze meyve ve sebzelerde daha güvenli ve kaliteli ürüne olan talebin artması yeni ambalajlama yöntemlerine olan ilgiyi arttırmaktadır. Organik kaplama materyalleri ile hem ürünün kalite kayıplarını, bununla beraber mikrobiyal bozulmaları minimum seviyeye indirmek amacıyla natürel antimikrobiyal kaplamaların kullanımı, bu talepleri karşılama doğrultusunda hızla ilerlemektedir.

Bir organik molekülün oksidasyonu, oksijen miktarının artışı yada hidrojen miktarının azalması olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle oksidasyon, atom veya iyonun elektron miktarındaki azalmadır yada bir fonksiyonel grubun kıymetliğinin daha fazlasına yükselmesi de bir oksidasyon reaksiyonudur (fonksiyonel grubun değerliği, karbona bağlı olan hidrojenlerin süstitüsüyonu ile bulunur). Oksidasyon vakasının tersi redüksiyon olarak bilinir. pH, bir sistemdeki özgür H iyonlarının derişimlerinin bir ölçüm birimi iken, Eh adı

verilen redoks potansiyeli, bir oluşumdaki elektronların aktivitesinin bir ölçümüdür (Kjaergaard, 1977).

Redüksiyon potansiyelini eksi değerlere indirmek için indirgen gaz kullanımı, gıda ürünlerinin kalitesini artırmak için olumlu sonuç verecek bir yoldur (Kligler and Guggenheim, 1937; Pearson and Walker, 2016).

İndirgen Atmosfer Paketleme metodunda ürünün solunumun azaltılması ve ambalaj içerisine indirgen gaz olan hidrojenin belli konsantrasyonlarda ilave edilmesi ile yükseltgen ile patates arasında set oluşturması ve oksijenin olumsuz etkisini ortadan kaldırmak hedeflenmiştir. Bu uygulama ile ortamdaki olumsuz oksidasyon etkileri önlenerek gıda maddesinin raf ömrü artırılmış olacaktır. İndirgen atmosferde paketleme (İAP) taze sebzelerin saklanması için yeni bir depolama metodu olarak çalışılmıştır. Bu metod Türkiye’de ilk olarak Dr. Öğretim Üyesi Duried Alvazeer tarafından Iğdır Üniversitesi Redoks Merkezinde çalışılmıştır. İndirgen Atmosfer Paketleme, ambalaj içeriğini modifiye etmek için karbondioksit (CO₂), azot (N₂) ve hidrojen (H₂) gibi gazlar kullanılır ve bu gazların kullanılmasının yararı, doğrudan toksik olmamalarıdır.

Azot (N₂); renksiz, kokusuz, tatsızdır, ayrıca toksik ve yanıcı değildir. Paketlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılır (yetkili kod numarası E941). Paketlemeden önce O₂’i uzak tutmak sebebiyle kullanılır. Bu uygulama, tat ve yağ asitlerini içeren oksitlenme olayını önler. Ayrıca başka bir kullanım alanı olarak ürünlerin nakliyesi sırasında ürünlerin süratli bir şekilde dondurulması ve soğutulması için kullanılır.

Hidrojen (H₂); elementin atom yapısı, doğada doğal olarak bulunan tüm elementlerin atomik yapısından daha basittir, kokusuz, renksizdir. Bilinen hiçbir toksik etki tespit edilmemiştir. Gıda endüstrisinde, sıvı yağların hidrojenasyonu ile margarin üretiminde hala hazırda kullanılmaktadır. Hidrojen, bilindiği üzere çözelti içinde çok düşük derişimlerde bile güçlü bir ajandır (Anonim, 2017). Bu ve bunun gibi özelliklerinden dolayı gıdalarda uygulama sonuçlarının olumlu olma olasılığı yüksek olacağı tahmin edilmektedir.

Hidrojenin araştırma konusu olan özellikleri

En hafif element olan hidrojen, yalnızca tek proton ve tek elektron olan, periyodik tabloda en başında var olan bir elementtir. Yaşamda oldukça çok bulunan elementtir. Evrende görünebilir oluşumların % 90'ından çoğu hidrojen elementinden varolmuştur. Örneğin güneş bütünüyle hidrojen elementinden oluşmuş bir yıldızdır. Hidrojen elementinin füzyon tepkimesi oluşumu sonucu helyuma dönüşmesiyle çıkan enerji, dünyamızın güneşten aldığı enerjidir. Tatsız, renksiz, kokusuz ve zehirsiz özelliğe sahiptir (Johnston *et al.*, 2005).

Hidrojen saf olarak ve oda ısısında iki atomlu bir gaz var etmektedir. Bahsedilen gaz, soluduğumuz havanın 1/14 yoğunluğunda olduğu için, ortamda hızla dağılma göstermektedir. Hidrojenin sıvı hal alabilmesi için, yoğun bir süreçten geçirilmelidir ve hidrojenin -253 derecelere soğutulması sağlanmalıdır. Evrenin en çok bulunan elementi olmasına rağmen, hidrojen Dünya'da saf halde bulunmadığı tespit edilmiştir. Hidrojen, suda oksijenle birleşik olarak ve fosil yakıtlarda ve sayısız hidrokarbon bileşiklerde, karbon ve diğer elementlerle birleşik halde bulunmaktadır (Penner, 2006).

Birincil enerji kaynağı olmadığı bilinen hidrojen, bir enerji taşıyıcısı olarak görev yapar. Tıpkı elektrik gücüne benzetilmektedir, fakat elektrikten daha verimli olarak enerjiyi taşıyabilmektedir. Geleceğin en uygun yakıtı olabileceği söylenmektedir. Kullanıma en uygun yakıt olabilmesi için bazı bulunması istenen özellikler şöyle sıralanır. Güvenli bir şekilde ve kolayca taşınabilir olmalı, taşınma esnasında enerjinin kaybı hiç olmamalı veya çok az miktarlarda olmalı, her istenilen alanda, kullanılabilir olmalı, depolanabilir olmalı, tükenmez olmalı, hijyenik olmalı, belirli kütle başına yüksek kaloriye sahip olmalı, değişik şekillerde, örneğin, direk yakarak veya kimyasal yol kullanılarak uygulanabilmeli, güvenilir olmalı, ısı, elektrik veya mekanik enerjiye rahatlıkla dönüştürülebilmesi, doğa üzerine hiçbir negatif etki yaratmamalı, verimi çok yüksek enerji üretebilmesi, karbon elementi içermemeli, ekonomik olmalıdır (Penner, 2006).

Hidrojen elementinin çok hızlı dağılabilme özelliği dolayısıyla, olası tehlike anlarında hızlı bir şekilde yukarı istikamette uçtuğundan, diğer gazlara benzemez ve onlar

gibi tehlike arz etmez. Olası bir yangında, hidrojen gazı hızla yanar ve hemen ortamdan yukarıya doğru çıkar. Hidrojen gazı dışındaki gazlar ve yakıtlarsa yandıklarında çevrelerinde hasara yol açarlar. 1 kg sıvı uçak yakıtının ısı değeri 44 milyon joule'dur, 1 kg sıvı hal almış olan hidrojenin ısı değeri ise 120 milyon joule'dur. Hidrojen elementinin ısı değeri tüm yakıtlardan yüksektir. Bu özelliğinden ötürü, uzay araçlarında sıvı hidrojen yakıt olarak tercih edilmektedir (ITO, 2005).

H₂ temiz ve kokusuz olduğundan dolayı sızması diğer yakıtlara göre daha az fark edilmektedir. Ayrıca yanan H₂'nin alevi görülmez. Bu ve diğer sebeplerden ötürü, sanayi genellikle H₂ sızıntılarını saptamak için hidrojen sensörleri geliştirmektedir. Buna örnek olarak Kükürt gibi renklendirici veya kokulu bir maddenin veya her ikisinin hidrojene ilave edilmesi yapılabilir (Dincer, 2002).

Yenilenebilir enerji kaynakların girişini kolaylaştırmak amaçlı hidrojen kullanılabilir. Bunun en büyük sebebi hem bir enerji taşıyıcı, hem de bir çok yenilenebilir kaynakların aralıklı olma özelliğini dengelemek için bir depolama aracı olarak kullanılabilir. Yenilenebilir kaynakları ve hidrojeni kullanarak, hem ulaştırma sektörüne, hem de elektrik sektörüne hizmet sunulabilir (Clark and Rifkin, 2006).

Her element gibi hidrojeninde kullanım kusurları bulunmaktadır. Bunları sıralayacak olursak, sıvı olarak taşınabilmesi için düşük sıcaklıklar ve yüksek basınç gerektirmesi, sıvı halden gaz haline geçirilirken kayıpların söz konusu olması ve yüksek maliyet gerektirmesi olarak sıralanabilir (Anonim, 2017).

Yayınlanmış bazı makaleler, portakal suyunda bulunmakta olan C vitamini içeriğinin saklanması (Alwazeer *et al.*, 2003) ve çoklu doymamış yağ asitleri ile zenginleştirilmiş olan süt ürünlerinin depolama sırasında renk ve antioksidan özelliklerinin muhafaza için, %4'ten daha az orandaki H₂'nin, azot ile birlikte kullanımını öne sürmüştür (Giroux *et al.*, 2008). Bu nedenle, çalışmalarımızda, hidrojen oranı %4'ün altında kullanılmıştır.

Paketleme sistemlerinde H₂ kullanımı Türkiye de ilk olarak Iğdır Üniversitesi Redoks Uygulamaları Araştırma Merkezi laboratuvarında tasarlanmış ve çalışılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Materyal olarak patates kullanılmış olup, Iğdır ili manavlarından taze olarak temin edilmiştir.



Şekil.3. 1. Dilimlenip paketlenmiş patates örneklerine ait fotoğraf

3.2. Yöntem

3.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Temin edilmiş olan ürünlerden hasar görmüş veya bozuk olan meyveler ayıklanıp, dış kabukları soyulup musluk suyunda yıkanıp, temizlenip dilimlenmiştir (1×1 cm kalınlıkta yaklaşık 5 cm uzunlukta). Uygulanacak işlem öncesi hazırlanan paketlerin iç ve dış tabakaları %76 lık etil alkol ile dezenfekte edilmiştir ve UV lambalar altında 15 dakika bekletilmiştir. Hazırlanmış ürünler polietilen ile lamine edilmiş polistiren tabaklara yaklaşık 200 g kadar konuldu. Son olarak, PE (polietilen) film kullanılarak, Modifiye Atmosfer Paketleme sistemi (MAP) ile çalışılan vakum işlemi sonrası, karışım halindeki gaz pakete aktarılır ve paket içindeki gaz yeterli basınca ulaşıncaya, otomatik olarak pistonlar paket filmi ile birlikte, pakete verilen ısı ile yapıştırma yapılır ve sonuç olarak sızdırmaz bir kapama gerçekleştirilir. N₂, CO₂, H₂, gaz mikseri (Dansensor, Norveç) ile farklı konsantrasyonlarda karıştırılarak kullanılmıştır. Paketlenmiş ürünler, buzdolabında (0 ± 2°C) depolanmış; 7 gün aralıklarla her grup numune iki paralelolarak renk, tekstür analizlerine tabi tutulmuştur.

Tüm çalışmalar, İğdır Üniversitesi Gıdalarda Redoks Uygulamaları Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Çalışmada hazırlanmış olan kombinasyon gazlar ve özellikleri

KOMBİNASYONLAR	ÖZELLİKLERİ
%5CO ₂ %95N ₂ (AB)	%0,1 Sitrik asit çözeltisinde 1 dk bekletilip paketlenmiş
%5CO ₂ %95N ₂ (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
%5 CO ₂ %2 O ₂ %93 N ₂ (AB)	%0,1 Sitrik asit çözeltisinde 1 dk bekletilip paketlenmiş
%5 CO ₂ %4 H ₂ %91 N ₂ (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
%5CO ₂ %2O ₂ %4 H ₂ %89N ₂ (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
%10 CO ₂ %4 H ₂ %86 N ₂ (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
%10 CO ₂ %90 N ₂ (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
% 10 CO ₂ %90 N ₂ (AB)	%0,1 Sitrik asit çözeltisinde 1 dk bekletilip paketlenmiş
HAVA (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.
VAKUM (SU)	1 dakika saf suda bekletilip paketlenmiştir.

3.1.1.1. Kullanılan alet ve cihazlar

1. Azot (N₂) gaztüpü
2. Karbondioksit (CO₂) gaztüpü
3. Hidrojen (H₂) gaztüpü
4. Gaz mikseri,
5. Modifiye Atmosfer Paketleme Makinası(LİPOVAK Kv600 Otomatik Türkiye)
6. Paket (PS)
7. Paket filmi (PE)
8. Tekstür Analiz cihazı (Model TA-XT2, StableMicroSystems, İngiltere)

9. Renk analiz cihazı (KonicaMinolta, CR 410 Tokyo, Japonya)

10. Kızartma makinası (Arzum ev tipi)

3.2.2. Renk analizi

Renk değerleri ölçülürken; CIE parametreleri (L^* , a^* ve b^*) modeli dikkate alınarak kolorimetre cihazı (Minolta, CR 410, Osaka, Japonya) kullanılmış ve cihaz her ölçüm öncesi kalibre edilmiştir. Her numune için iki paket 4 tekrarı analiz yapılmıştır. Kullanılan parametrelerden; L^* değeri, parlaklığı; a^* değeri, yeşil- kırmızı renk tonunu; b^* değeri ise mavi-sarı renk tonunu ifade etmektedir. Referans (r) ve son (s) örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki farka dayanan toplam renk değişimi (ΔE) aşağıdaki bağıttan (3.1) hesaplanmıştır (Ihns *et al.*, 2011).

$$\Delta E = [(L^*_r - L^*_s)^2 + (a^*_r - a^*_s)^2 + (b^*_r - b^*_s)^2]^{1/2} \quad (3.1)$$

$$(C^*) \text{ Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.2)$$

$$(h) \text{ HueAngle} = [\tan^{-1} (|b^*/a^*|)] [180/\Pi] \quad (3.3)$$

3.2.3. Tekstür analizi

Materyalin tekstür özellikleri, 2 mm çaplı silindir penetrasyon probu ile tekstür analiz cihazı (Model TA-XT2, StableMicroSystems, İngiltere) kullanılarak uygulanmış olup; test parametreleri şu şekildedir: pre-speed ve post-speed 5 mm/s, test hızı 1 mm/s, penetrasyon mesafesi ürüne göre değişkenlik göstermektedir (Miranda *and* Aguilera, 2006). Her bir patates dilimi 3 paralel yapıp bir ortalama değer alınıp, her bir paket 4 paralel olacak şekilde bakılmıştır..

3.2.4. Kızartma

Paketten çıkarılıp ilk renk ve tekstür analizi yapılan patateslerden geriye kalan 2 adet patates 120 °C 2 dakika Ayçiçek yağında kızartılıp 30 saniye bekletildikten sonra tekstür analizi yapılmıştır. Her kızartma işlemi yeni ayçiçeği yağı ile yapılmıştır. Tekstür analiz cihazının ayarları taze için yapılan parametrelerle aynı tutulmuştur. Her bir dilime

3 kez tekstür bakılarak ortalaması alınmış ve her bir paket için 2 tekrar yapılarak toplamda 6 veri elde edilmiş olup otomatik olarak standart sapmaları hesaplanmıştır.

3.2.5. İstatistiksel analiz

Bütün numunelerde her çalışma için her analizde minimum 4 ölçüm yapılmış olup ve sonuçlar ortalama ve standart sapmaları temsil edecek şekilde gösterilmiştir. İstatistik analizde Minitab 17 programı ile bağımlı değişkenler arasındaki bağlantıyı değerlendirmek için analiz uygulanmıştır. Her çalışmanın ortalama değerleri arasındaki anlam farklarını ortaya koymak için çift taraflı ANOVA testi yapılmıştır. Bütün istatistiksel testler %5 anlamlılık seviyesindedir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapmış olduğumuz bu çalışma dünyadaki ilk kez çalışılmış olup elde edilen bulgular aşağıda çizelge ve grafikler halinde verilmiştir.

4.1. Tekstür Bulguları

4.1.1. Taze patateslerin sertlik değerleri

Tekstür parmak patatesin kalitesini gösteren en önemli özellikler arasında yer almakta olup arzu edilen tekstür 1-2 mm kalınlığında çıtır kabukla nemli ve yumuşak iç kısımdır (Sanz *et al.*, 2007). Patatesin tekstürü direkt olarak patatesin özgül ağırlığı, toplam kuru madde miktarı, nişasta içeriği, hücre boyutu, yüzey alanı ve pektin içeriğiyle alakalıdır. Kızartma esnasında tekstür oluşumu ısı ve kütle transferinin eş zamanlı olarak gerçekleştiği süreç sırasında meydana gelen pek çok fiziksel, kimyasal ve yapısal değişimler sonucunda olur (Moyano *et al.*, 2007).

Çizelge 4.1'den görüleceği üzere sertlik değerleri depolama koşullarına ve güne göre farklılıklar arz etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde patateslerin sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan 7. gün yapılan analiz sonucu anlamlı farklılık olmadığı ($p>0.05$), 14,21,28,35,42. gün yapılan istatistiksel analiz neticesinde patateslerin sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p<0.05$). 28. günde, önceki günlerden farklı olarak patateslerin farklı depolama koşullarının hepsinde sulanma gözlenmiştir. Kara, (1996), tarafından yapılan çalışmada hasatta elde edilen patates yumrularının depoya koyulduktan belli bir süre sonra ağırlık kaybettiği ve bu ağırlık kaybının depolama süresi uzadıkça artış gösterdiği tespit edilmiştir. 140 günlük depolama sonunda toplam ağırlık kaybının % 3,8'i bulunduğu ve depolama süresinin, yumruların ağırlık kaybı üzerine etkisinin istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Benzer çalışmalar ve benzer sonuçlar Sparks, (1973) tarafından da bildirilmiştir. Bu araştırmalardan da anlaşılacağı üzere patateslerin su salmaya (ağırlık kaybetmeye) 28. gün itibariyle başlaması; sıvı kaybının süre ile doğru orantılı olmasıyla açıklanmaktadır.

35. Gün farklı koşullarda depolanmış olan örnek paketleri açıldığında, duyuşal olarak hissedilecek düzeyde kötü koku oluşumuna rastlanmıştır. Farklı koşullarda

depolanan patateslerde, algılanan koku; oksijen varlığının az olduğu depolama koşullarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmaları sonucu depo zararlısı olan ve anaerobik koşullarda gelişen *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isimli bakterinin patatesten depo hastalığı olarak bilinen “bakteriyel yumuşak çürümeye sebep olarak, bu kötü kokuyu oluşturduğu düşünülmektedir (Anonim, 2016). Ancak bu sonuç, bu çalışma için mikrobiyolojik analiz sonucu kesinlik kazanacak bir bilgidir.

42. gün sonunda en yüksek sertlik değeri MAP MİKS-2koşullarında depolanan patateslerde, en düşük sertlik değeri ise VAKUM (SU) koşullarında depolanan taze patateslerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.1) (Şekil 4.1).Taze patatesin depolama boyunca gözlemlenen sertlik değerleri sonucunda H₂'nin olumlu ya da olumsuz yönde bir etkisi tespit edilmemiştir.42. gün sonuçlarına bakıldığında SD (Standart Sapma) değerlerinin diğer analiz günlerinin sonuçlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.Bu durumun örnek dokusunda meydana gelen yumuşamaların kısım kısım ve orantısız şekilde gerçekleşmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

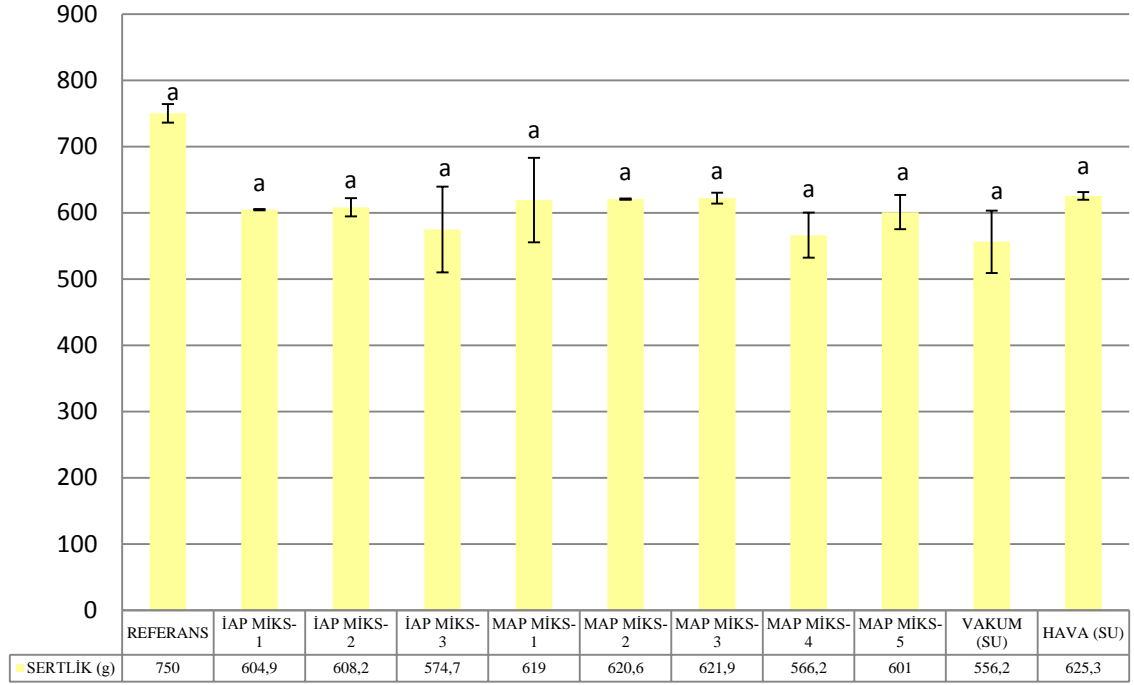
42 günlük depolama süresi sonunda, totaldeki değerler incelendiğinde HAVA (SU) koşullarında depolanan taze patateslerin sertlik değerinin diğer depolama koşullarına göre daha yüksek olduğu, VAKUM (SU) koşullarında depolanan taze patateslerin sertlik değerinin diğer depo koşullarına göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Zamana göre yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; farklı koşullarda depolanan örneklere ait sertlik değerlerinin benzerliği H₂ uygulamasının taze patatesin sertliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 1. Depolama koşullarına ve süresine göre taze patates sertlik(g) değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	750,1 ±14,13 ^a	661,1 ±9,7 ^a	667,6 ±7,0 ^a	741,3 ±6,2 ^a	720,4 ±6,7 ^a	662,3 ±4,3 ^a	718,7 ±12,8 ^a	741,2 ±8,9 ^a	682,3 ±8,4 ^a	736,9 ±7,4 ^a	711,5 ±6,1 ^a
14. Gün	750,1 ±14,13 ^a	596,1 ±19,5 ^b	673,5 ±4,3 ^a	612,7 ±8,7 ^a	612,0 ±8,1 ^a	617,2 ±23,2 ^a	656,1 ±6,0 ^a	657,3 ±8,0 ^a	612,5 ±4,9 ^a	532,4 ±1,6 ^{bc}	616,0 ±1,9 ^b
21. Gün	750,1 ±14,13 ^a	660,5 ±13,0 ^a	584,0 ±5,0 ^b	637,7 ±20,1 ^a	676,5 ±9,2 ^a	618,8 ±8,4 ^a	646,0 ±9,7 ^a	611,1 ±7,5 ^a	607,8 ±3,7 ^a	625,0 ±8,9 ^a	650,2 ±8,6 ^a
28. Gün	750,1 ±14,13 ^a	628,2 ±6,9 ^{ab}	585,9 ±3,1 ^{ab}	610,9 ±8,6 ^{ab}	650,2 ±4,4 ^{ab}	626,5 ±4,3 ^{ab}	601,5 ±3,8 ^{ab}	629,4 ±19,9 ^{ab}	600,6 ±3,8 ^{ab}	655,5 ±18,0 ^a	466,0 ±18,3 ^b
35. Gün	750,1 ±14,13 ^a	668,3 ±3,3 ^{ab}	524,6 ±8,7 ^b	593,2 ±7,6 ^{ab}	650,0 ±7,4 ^{ab}	617,3 ±2,0 ^{ab}	611,3 ±3,4 ^{ab}	620,3 ±5,6 ^{ab}	568,2 ±4,6 ^b	612,2 ±1,0 ^{ab}	521,0 ±14,8 ^b
42. Gün	750,1 ±14,13 ^a	415,0 ±76,6 ^b	613,8 ±88,2 ^{ab}	252,0 ±21,6 ^{bc}	405,0 ±28,9 ^b	581,2 ±19,5 ^{ab}	498,2 ±10,6 ^b	137,2 ±97,3 ^c	534,4 ±18,6 ^{ab}	589,7 ±57,9 ^{ab}	372,0 ±25,9 ^{bc}
TOTAL	750,1	604,9	608,2	574,7	619,0	620,6	621,9	566,2	601,0	625,3	556,2
DEĞER	±14,13 ^a	±0,96 ^a	±13,74 ^a	±64,5 ^a	±63,80 ^a	±0,99 ^a	±8,16 ^a	±33,9 ^a	±25,90 ^a	±5,80 ^a	±47,1 ^a

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1; [5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)], **İAP MİKS-3** [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)], **MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90% N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)], n=2 p<0,05



Şekil 4. 1. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarındaki taze patateslerin zamana göre,sertlik(g) değerleri grafiği

4.1.2. Kızarmış patateslerin sertlik değerleri

Çizelge 4.2'den de görüleceği üzere kızarmış patatesin sertlik değerleri depolama koşullarına ve güne bağlı olarak farklılaşmaktadır.

Yapılan istatistiksel analiz neticesinde kızarmış patateslerin sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). 7.gün depolama koşullarının geneline bakıldığında HAVA (SU) koşullarındaki depolama dışında ki depolama şartlarında artış olduğu görülmektedir.Kızarma esnasında patates dilimleri başlangıçta yumuşamakta daha sonra iç kısım pişmeye başlamakta, son olarak da kabuk gelişmekte ve patates sertleşmektedir (Moyano *et al.*, 2007). Kızartmanın ardından patates diliminin içerisinden kabuk kısmına doğru nem geçişi gerçekleşmektedir ki bu da kabuğun mekanik ve tekstürel özelliklerini etkilemektedir (Miranda and Aguilera, 2006).7. Günde değerlerin yüksek çıkmasını yapılan bu çalışmada görüleceği üzere kızartma sonrası bekleme sürecinde üründen bir nem çıkışı olmaktadır bu nem çıkış miktarı ise kızartılmış

patatesin sertlik oranını belirlemektedir. İAP MİKS-1-2-3/ MAP MİKS-1-2-3-4-5 koşullarında sertleşmenin 7. günde çok yüksek oluşu nemin yüzeye çıkışının engellendiğini göstermekle birlikte HAVA (SU) koşullarında ki patateslerin yumuşak olması ise etken olan sebebin bu koşullarda olmadığı düşünülmektedir.

28. gün diğer günlerden farklı olarak ortama su salınması gözlenmiş ve 28. gün analizlerindeki koşulların 21. gün analizlerine oranla değerlerde ani düşüş veya ani yükselme kaydedilmiştir. Buna sebep, Sanz *et al.*, (2007), yaptığı çalışma sonrası su aktivitesinin kızartılmış patateslerin tekstürüne direk tesir ettiğini ve suyun varlığında nişasta/protein matrisinin detantı ve plastikleşmesinden dolayı işlenmiş patatesin mekanik kuvvetinde değişiklik göstermesi olarak tahmin edilmektedir

Yapılan bir diğer çalışmada, kızartma süresinin parmak patatesin tekstürü üzerine olan etkisi ele alınmış ve 6 dakikanın üstündeki kızartma uygulamalarında kabuğu kırmak amacıyla uygulanan kuvvetin 13 N'ye kadar çıktığı gözlenmiştir (Romani *et al.*, 2008). Yapılan çalışmalarda (Liu and Scanlon, 2007; Sanz *et al.*, 2007), elde edilen en yüksek Fmax değerinin karakteristik olarak 6 N dolaylarında çıktığı incelenmiştir.

42. gün sonunda en yüksek sertlik değeri MAP MİKS-2koşullarında depolanan patateslerde, en düşük sertlik değeri ise İAP MİKS-3 koşullarında depolanan taze patateslerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.2)(Şekil 4.2). Kızarmış patatesin depolama boyunca gözlemlenen sertlik değerleri sonucunda H₂'nin olumlu ya da olumsuz yönde bir etkisi tespit edilmemiştir. 28. gün ve sonrası sonuçlarına bakıldığında SD (Standart Sapma) değerlerinin diğer analiz günlerinin sonuçlarına göre dengesiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun taze patateslerin dokusunda meydana gelen yumuşamaların kısım kısım ve orantısız şekilde gerçekleşmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Totaldeki değerler incelendiğinde MAP MİKS-2koşullarında depolanan kızarmış patateslerin sertlik değerinin diğer depolama koşullarına göre daha yüksek olduğu, HAVA (SU) koşullarında depolanan kızarmış patateslerin sertlik değerinin diğer depo koşullarına göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Zamana göre yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; farklı koşullarda depolanan örneklere ait sertlik değerlerinin benzerliği

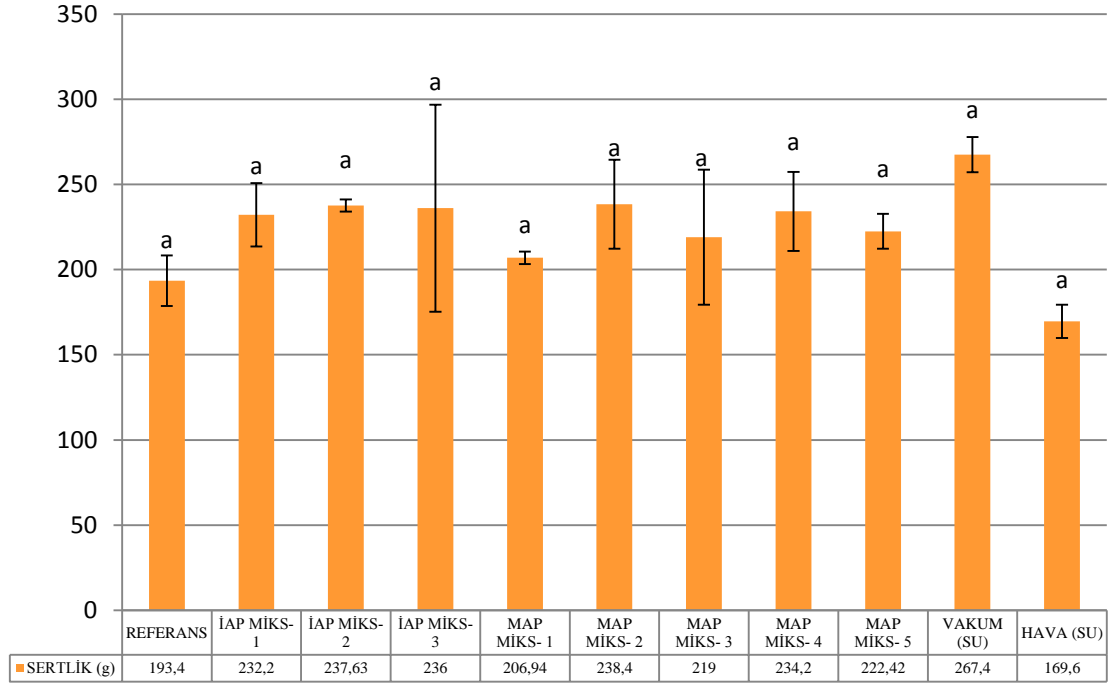
H₂uygulamasının kızarmış patatesin sertliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.2.Depolama koşullarına ve süresine göre kızarmış patates sertlik değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	193,4 ±44,1 ^a	312,1 ±45,9 ^b	357,9 ±12,0 ^b	336,8 ±1,93 ^b	241,7 ±1,6 ^{ab}	206,9 ±4,06 ^a	203,1 ±7,96 ^a	234,3 ±53,3 ^{ab}	197,4 ±10,2 ^a	149,6 ±7,82 ^{ab}	243,8 ±28,1 ^{ab}
14. Gün	193,4 ±44,1 ^a	222,2 ±16,3 ^a	207,6 ±14,4 ^a	206,3 ±13,9 ^a	183,2 ±17,9 ^a	246,0 ±71,6 ^{ab}	188,2 ±27,5 ^a	175,3 ±40,0 ^a	182,0 ±31,9 ^a	173,4 ±41,9 ^a	194,5 ±69,9 ^a
21. Gün	193,4 ±44,1 ^a	208,3 ±96,6 ^a	241,3 ±30,2 ^a	214,8 ±75,7 ^a	147,6 ±4,36 ^{ab}	280,1 ±49,0 ^b	231,6 ±90,5 ^a	250,5 ±81,4 ^{ab}	348,1 ±38,4 ^b	128,2 ±5,44 ^a	234,5 ±16,2 ^a
28. Gün	193,4 ±44,1 ^a	273,2 ±81,5 ^{ab}	162,6 ±21,1 ^a	250,0 ±15,0 ^{ab}	223,9 ±66,8 ^a	158,3 ±75,4 ^a	216,7 ±28,9 ^a	248,1 ±66,5 ^{ab}	244,7 ±68,5 ^a	124,0 ±31,9 ^a	281,2 ±38,4 ^{ab}
35. Gün	193,4 ±44,1 ^a	247,1 ±10,5 ^a	292,4 ±66,0 ^{ab}	303,4 ±4,33 ^{ab}	228,9 ±4,17 ^a	246,0 ±71,6 ^a	186,2 ±21,5 ^a	256,2 ±11,1 ^{ab}	227,6 ±51,2 ^a	239,8 ±59,6 ^a	413 ±16,6 ^c
42. Gün	193,4 ±44,1 ^a	130,0 ±14,6 ^a	163,9 ±14,7 ^a	104,5 ±16,0 ^a	216,8 ±26,2 ^a	293,2 ±17,2 ^{ab}	288,0 ±19,1 ^{ab}	241,0 ±16,3 ^a	134,7 ±14,8 ^a	202,4 ±11,3 ^a	237,0 ±19,0 ^a
TOTAL	193,4	232,2	237,63	236,0	206,94	238,4	219,0	234,2	222,42	169,60	267,4
DEĞER	±44,1 ^a	±18,6 ^a	±3,59 ^a	±60,8 ^a	±3,63 ^a	±26,1 ^a	±39,7 ^a	±23,2 ^a	±10,26 ^a	±9,75 ^a	±10,3 ^a

^{a-b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1; [5% CO₂/4% H₂/91% N₂ (SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂ (SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂ (SU)], **MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂ (SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂ (AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂ (AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90% N₂ (SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂ (AB)], n=2 p<0,05



Şekil 4. 2. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zamana göre, kızarmış patates sertlik (g) değerler grafiği

4.1.3. Taze patates elastikiyet değerleri

Çizelge 4.3'den de görüleceği üzere taze patateslerin elastikiyet değerleri depolama koşullarına ve güne göre farklılıklar arz etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde taze patateslerin elastikiyet değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

7. güne bakıldığında İAP MİKS-1-2-3, MAP MİKS-2, HAVA(SU) ve VAKUM(SU) depo koşullarının referans değerine göre yükselme gösterdiği bunu yanı sıra MAP MİKS-1-3-4-5 koşullarının ise referans değerinin çok altında bir değer verdiği görülmektedir.

28. gün diğer günlerden farklı olarak ortama su salınması gözlenmiş ve 28. gün dahil diğer kalan günlerde yapılan bütün analizlerin gün geçtikçe elastikiyetinin arttığı gözlenmektedir. Patatesin depolanmasında önemli fizyolojik etmenler; solunum, su kaybı, tat ve renk değişimi, pörsüme, çürüme vb. hasat sonrası fizyolojisi alikalıdır (Altuntaş ve

ark., 2011). Altuntaş ve ark., (2011), yaptığı çalışmada patateslerin belirli süre depolanması sonucu su kaybının %5'i geçmesi halinde, pörsüme ve yumuşamadan ötürü kalitelerinde önemli değişimlerin olacağı belirtilmiştir, su kaybı ile birlikte dokulardaki elastikiyetin bu yumuşamadan kaynaklanacağı düşünülmektedir. Depolamada en uygun koşullar ne kadar iyi sağlanırsa sağlansın, ürünlerin ancak belirli süre dayanma olanağı vardır. Her ürüne özgü bu sürenin sonunda depolanan ürün kalitesini hızla kaybeder ve tamamen bozulur (Altuntaş ve ark., 2011).

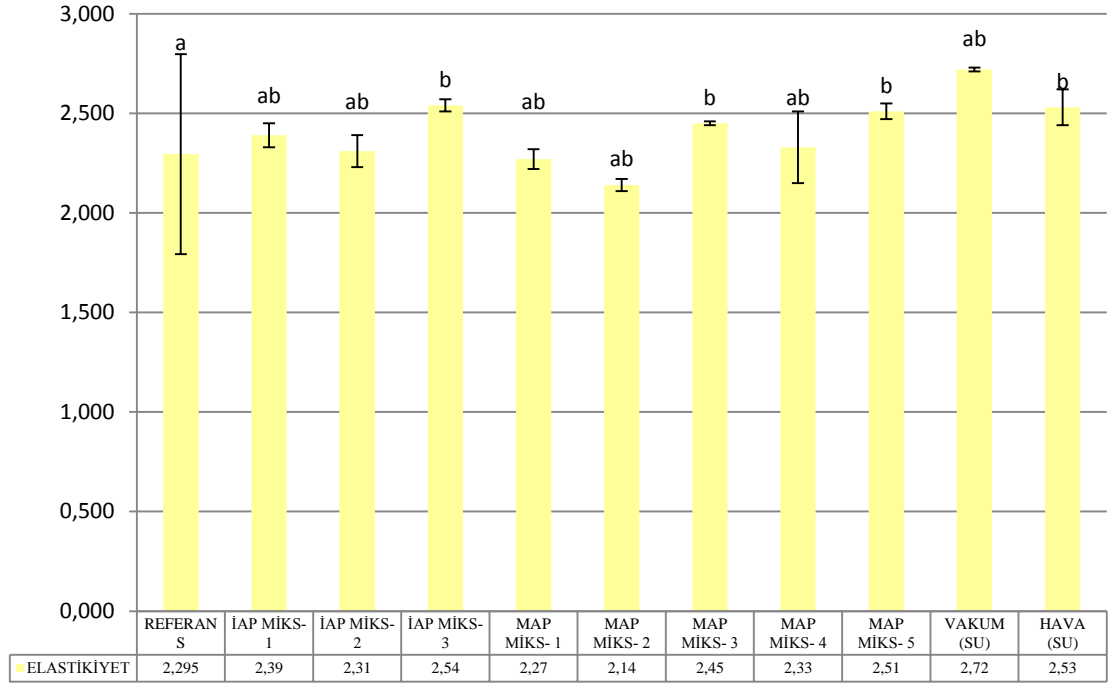
Totaldeki değerler incelendiğinde 2,41 ile İAP MİKS-3 koşullarında depolanan taze patateslerin elastikiyet değerinin diğer depolama koşullarına göre daha yüksek olduğu, 1,96 ile MAP MİKS-3 koşullarında depolanan taze patateslerin elastikiyet değerinin diğer depo koşullarına göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Zamana göre yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; farklı koşullarda depolanan örnekler için elastikiyet değerlerinin benzerliği H₂ uygulamasının taze patatesin elastikiyeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 3. Depolama koşullarına ve süresine göre taze patates elastikiyet değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	1,550 ±0,5 ^a	2,160 ±0,3 ^a	2,200 ±0,2 ^{ab}	2,330 ±0,1 ^{ab}	1,391 ±0,1 ^a	2,090 ±0,8 ^a	1,221 ±0,0 ^a	1,380 ±0,0 ^a	1,330 ±0,6 ^a	1,802 ±0,6 ^a	1,765 ±0,4 ^a
14. Gün	1,550 ±0,5 ^a	1,891 ±0,6 ^{ab}	2,444 ±0,2 ^b	2,530 ±0,6 ^b	2,363 ±0,3 ^{ab}	2,525 ±0,1 ^b	1,993 ±0,3 ^a	2,691 ±0,2 ^b	1,960 ±0,1 ^a	2,450 ±0,0 ^b	2,134 ±0,1 ^{ab}
21. Gün	1,550 ±0,5 ^a	2,050 ±0,5 ^{ab}	1,601 ±1,0 ^a	1,880 ±0,0 ^a	1,450 ±0,1 ^a	2,500 ±0,1 ^c	1,990 ±0,2 ^a	2,321 ±0,2 ^{ab}	2,410 ±0,0 ^{ab}	1,891 ±0,9 ^a	1,371 ±0,1 ^a
28. Gün	1,550 ±0,5 ^a	2,291 ±0,1 ^{ab}	2,003 ±0,4 ^a	2,321 ±0,7 ^{ab}	2,011 ±0,8 ^{ab}	1,803 ±0,4 ^a	2,001 ±0,1 ^a	2,130 ±0,5 ^a	1,981 ±0,0 ^a	2,290 ±0,3 ^{ab}	2,990 ±0,0 ^c
35. Gün	1,550 ±0,5 ^a	2,363 ±0,4 ^{ab}	2,561 ±0,2 ^b	2,611 ±0,2 ^b	1,741 ±0,5 ^a	2,523 ±0,0 ^{ab}	2,191 ±0,1 ^{ab}	2,133 ±0,3 ^{ab}	2,681 ±0,4 ^{ab}	2,262 ±0,2 ^{ab}	3,000 ±0,0 ^c
42. Gün	1,550 ±0,5 ^a	2,973 ±0,1 ^c	2,700 ±0,4 ^c	2,751 ±0,2 ^b	3,000 ±0,0 ^c	2,480 ±0,5 ^{ab}	2,380 ±0,8 ^{ab}	2,983 ±0,1 ^c	1,950 ±0,1 ^a	2,921 ±0,1 ^c	2,910 ±0,1 ^c
TOTAL	1,550	2,28	2,26	2,41	2,00	2,32	1,96	2,27	2,12	2,27	2,36
DEĞER	±0,5 ^a	±0,05 ^{ab}	±0,00 ^{abc}	±0,12 ^b	±0,12 ^b	±0,01 ^b	±0,00 ^{ab}	±0,09 ^{abc}	±0,05 ^{bd}	±0,04 ^{abc}	±0,04 ^{ab}

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1;[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)],**MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4;** [10% CO₂/90% N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)],n=2 p<0,05



Şekil 4. 3. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, taze patates elastikiyet değerler grafiği

4.1.4. Kızarmış patates elastikiyet değerleri

Çizelge 4.4'den de görüleceği üzere kızarmış patateslerin elastikiyet değerleri depolama koşullarına ve güne göre farklılıklar arz etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde kızarmış patateslerin elastikiyet değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Ross and Scanlon, (2004) kızartma işleminin patatesin elastikiyet kat sayısının arttırdığını ancak dayanıklılığının azalttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya bakıldığında ise kızartma işlemi uygulanmış patateslerin elastikite değerlerinin taze olarak ölçüm yapılan farklı depolama koşullarındaki patateslere oranla daha yüksek elastikite değerlerine sahip olduğu tespit edilerek yapılan diğer araştırmalarla örtüştüğü tespit edilmiştir. Ancak totaldeki değerler incelendiğinde 2,72 ile VAKUM (SU) koşullarında depolanan kızarmış patateslerin elastikiyet değerinin diğer depolama koşullarına göre az bir farkla yüksek olduğu, MAP MİKS-2 koşullarında depolanan kızarmış patateslerin elastikiyet değerinin

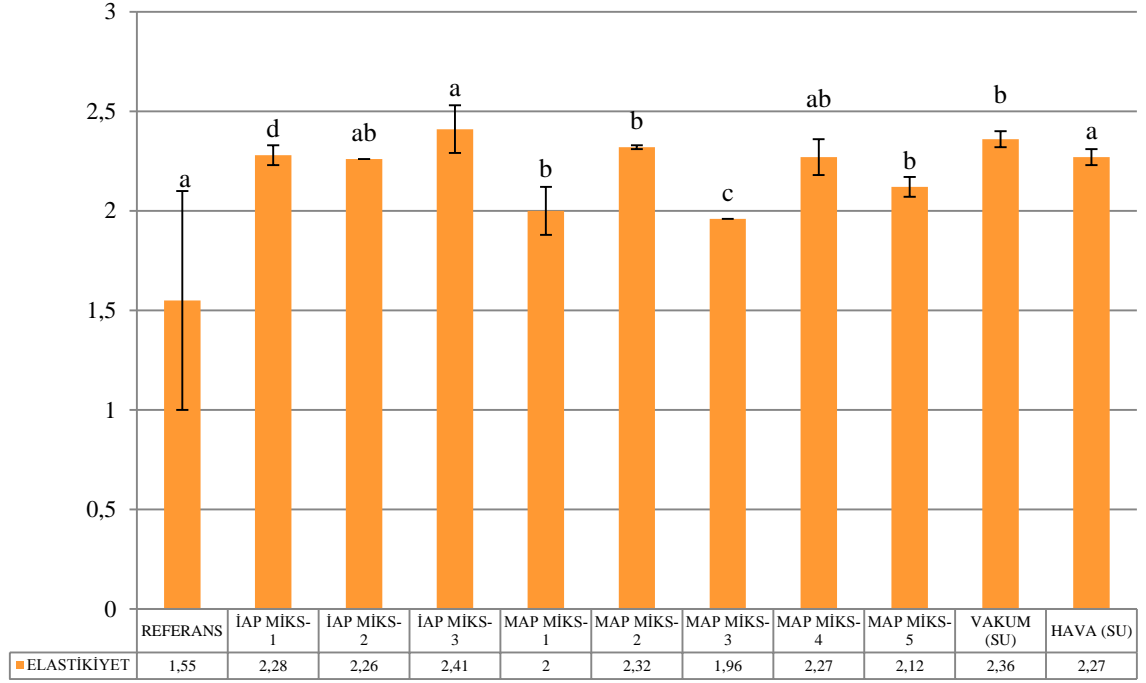
diğer depo koşullarına göre az farkla düşük olduğu tespit edilmiştir. Zamana göre yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; farklı koşullarda depolanan örneklere ait elastikiyet değerlerinin benzerliği H₂ uygulamasının taze patatesin sertliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4. 4.Depolama koşullarına ve süresine göre kızarmış patates elastikiyet değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,321 ±0,3 ^a	2,105 ±0,1 ^a	2,515 ±0,3 ^a	1,902 ±0,4 ^a	2,125 ±0,5 ^a	1,845 ±0,3 ^{ab}	2,550 ±0,2 ^a	2,425 ±0,3 ^a	2,665 ±0,2 ^{ab}	2,555 ±0,2 ^{ab}
14. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,440 ±0,4 ^a	2,170 ±0,4 ^a	2,405 ±0,4 ^a	2,287 ±0,5 ^a	2,235 ±0,3 ^a	2,248 ±0,3 ^a	1,99 ±0,5 ^a	2,093 ±0,3 ^a	2,445 ±0,3 ^a	2,545 ±0,1 ^{ab}
21. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,131 ±0,5 ^a	2,180 ±0,5 ^a	2,453 ±0,3 ^{ab}	2,120 ±0,4 ^a	1,988 ±0,5 ^a	2,310 ±0,7 ^a	2,190 ±0,4 ^a	2,411 ±0,5 ^{ab}	2,640 ±0,1 ^{ab}	2,530 ±0,7 ^{ab}
28. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,154 ±0,5 ^a	2,160 ±0,3 ^a	2,397 ±0,0 ^{ab}	1,965 ±0,3 ^{ab}	1,988 ±0,5 ^{ab}	2,775 ±0,3 ^b	2,010 ±0,3 ^a	2,433 ±0,3 ^a	1,805 ±0,0 ^{ab}	2,830 ±0,2 ^b
35. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,335 ±0,5 ^a	2,473 ±0,7 ^{ab}	2,500 ±0,3 ^{ab}	2,378 ±0,8 ^a	2,235 ±0,3 ^a	2,518 ±0,5 ^{ab}	2,190 ±0,6 ^a	2,774 ±0,2 ^b	2,980 ±0,0 ^b	3,000 ±0,0 ^c
42. Gün	2,295 ±0,5 ^a	2,335 ±0,5 ^a	2,473 ±0,7 ^{ab}	2,500 ±0,3 ^{ab}	2,378 ±0,8 ^a	2,235 ±0,3 ^a	2,518 ±0,5 ^{ab}	2,190 ±0,6 ^a	2,774 ±0,2 ^b	2,980 ±0,0 ^b	3,000 ±0,0 ^c
TOTAL DEĞER	2,295 ±0,5 ^a	2,39 ±0,06 ^b	2,31 ±0,08 ^b	2,54 ±0,03 ^b	2,27 ±0,05 ^a	2,14 ±0,03 ^c	2,45 ±0,01 ^{ab}	2,33 ±0,18 ^b	2,51 ±0,04 ^a b	2,53 ±0,09 ^a b	2,72 ±0,01 ^d

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1;[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)],**MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4;** [10% CO₂/90% N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)],n=2 p<0,05



Şekil 4. 4. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, kızarmış patates elastikiyet değerler grafiği

Yapılan bu çalışma sonrası kızartılmış olan patateslerin depolama süreleri uzadıkça renkte koyulaşma meydana geldiği gözlem ile tespit edilmiştir. Bunun üzerine literatür araştırmaları sonucu aşağıda verilen araştırmalara ulaşılmıştır.

Kızarmış ürünlerin en önemli kalite kriterlerinden biri olan renk, kızartma süresi ve sıcaklığı kadar yüzeyde bulunan indirgen şekerler ve amino asitler ya da proteinlerin miktarına bağlı olarak gerçekleşen Maillard reaksiyonundan da etkilenmektedir. Kansere neden olan akrilamid, indirgen şekerlerin kızartma esnasında serbest amino asitler ile birlikte Maillard reaksiyonuna girip cips rengini koyulaştırıp ve birikmeye neden olmaktadır (Chuda *et al.*, 2003).

Yumrular düşük sıcaklıkta depolanırsa indirgen şeker birikimi paralel bir şekilde sıcaklığa bağlı olarak artmaktadır (Yosuke *et al.*, 2000), ve ciplerde kahverengiden siyaha kadar renk değişimi meydana gelmesinin sebebi, kızartma esnasında indirgen şekerlerin yumruda bulunan hücrelerin serbest aminoasitlerle tepkimeye girmesi (Maillard reaksiyonu)

sonucudur (Tareke *et al.*, 2002; Chuda *et al.*, 2003; Ohara-Takada *et al.*, 2005). Kızartma işlemi sonrası cipslerde renk kaybı oluşması (renk skalasının düşük olması) cips sanayileri tarafından arzu edilmeyen bir durum olmakta ve kanserojen bir madde olarak gündemde olan akrilamid toplanmasına neden olmaktadır (Chuda *et al.*, 2003).

Bu çalışmalar örnek olarak alındığında ürünümüzde ki bu renk koyulaşmasının sebebinin indirgen şekerlerden kaynaklı meydana gelen Maillard reaksiyonunun olacağı tahmin edilmektedir.

4.2. Renk Analizi Sonuçları

4.2.1. L* değeri sonuçları

Depolama koşulları ve süresine göre taze patatese ait L* değerleri Çizelge 4.5’de gösterilmektedir. 7. gün sonunda tüm kombinasyonlara ait L* değerinde düşüş gözlemlenmekle birlikte; bu kombinasyonların L* değerlerinin birbirine benzer ve REFERANS (0.zaman) örnekten farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). 42 günlük depolama süresi sonunda L* değerindeki en fazla düşüşün HAVA (SU) kombinasyonu ile depolanmış örneklerde gerçekleştiği ve bu örnekleri sırasıyla VAKUM (SU) ve MAP MİKS-1 [%5CO₂/%95N₂(SU)] örneklerinin takip ettiği izlenmiştir. Yine 42 günlük depolama süresi sonunda İAP MİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)] ve İAP MİKS-2 [%5CO₂/%2O₂/%4 H₂/%89N₂ (SU)] örneklerinin benzer olduğu ve en yüksek L* değerinin İAP MİKS-1 örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5).

HAVA (SU) kombinasyonu ile depolanmış olan örneklerin en düşük L* değerine sahip olması enzimatik esmerleşme reaksiyonu ile ilişkilendirilmektedir. Enzimatik esmerleşme reaksiyonunun gerçekleşmesi için ortamda oksijen, bakır, polifenoloksidaz enzimi ve fenoliklerin olması gerekmektedir. PPO enzimi, bütün haldeki doku içerisinde inaktif formda bulunurken kesme, dilimleme gibi işlemler sonucunda aktif hale gelerek enzimatik esmerleşmeyi katalizlemektedir (Overview *et al.*, 1995). Yüksek PPO içeriğine sahip olan ürünlerden biri olan patates de, paketleme işleminden önce dilimlemeye tabi tutulduğundan PPO enzimi aktif hale gelmekte ve HAVA (SU) ortamında da oksijen olduğundan enzimatik esmerleşme reaksiyonu gerçekleşmektedir. Bu durum patateslerin renginde koyulaşmaya ve L* değerinde düşüşe sebep olmaktadır. Yenilebilir film ve

kaplama metotları üzerinde çalışmış olan *Süfer*, 2012; oksijenin meyve ve sebzelerin kalitesi üzerine etkilerini incelemiş ve sonuç olarak oksijenin meyve ve sebzelerde renk (enzimatik esmerleşme), vitamin kayıpları ve mikroorganizma gelişimine doğrudan etkisinin olduğu bulgusuna varmışlardır. Enzimatik esmerleşmenin önlenmesinde sülfid bileşikleri oldukça etkili olsa da; astım gibi rahatsızlıkları olan bireyleri olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle FDA, bu bileşiklerin gıda ürünlerinde kullanımını sınırlamıştır (Sapers and Miller, 2008). Askorbik asit, sitrik asit ve bazı sülfür içeren amino asitler, sülfidler kadar etkili olmasalar da enzimatik esmerleşmeyi önlemede sülfid alternatifleri olarak kullanılmaktadır (Gunes Ve Lee, 2006).

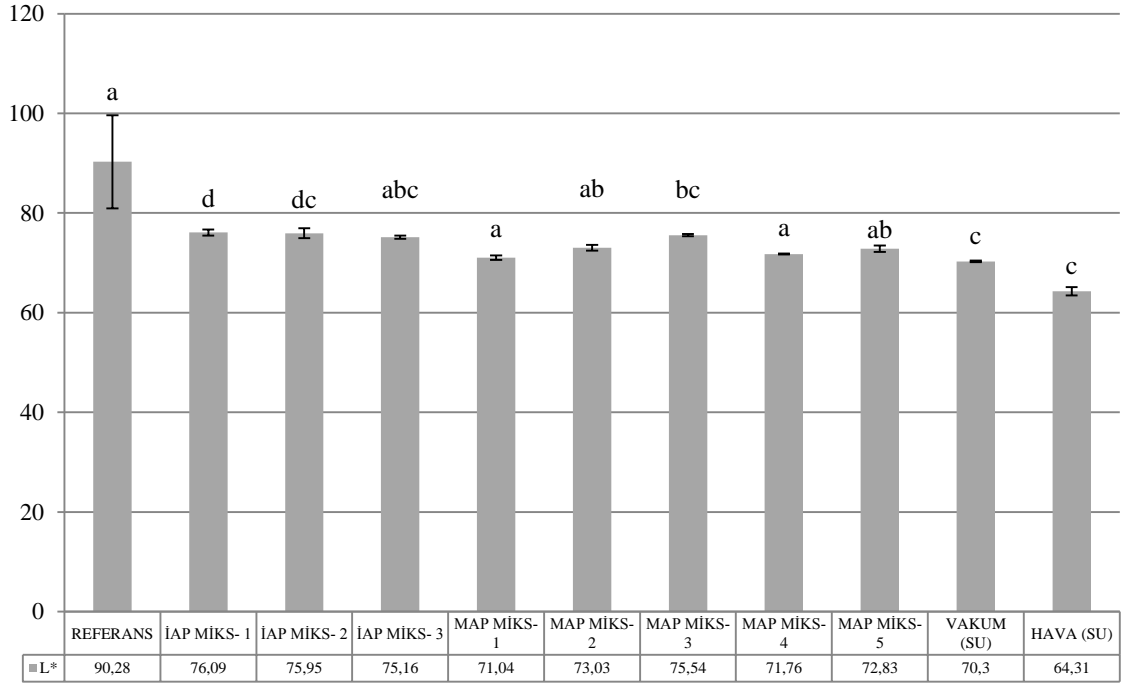
İndirgen Atmosferde Paketleme işlemi ile paketlenerek depolanan İAP MİKS-1, İAP MİKS-2 ve İAP MİKS-3 örneklerinin en yüksek L^* değeri göstermesi ise, paketleme atmosferinde indirgen özellik gösteren hidrojen gazı (H_2)'nin hem paket içerisindeki hem de ürün içerisindeki oksijen ve oksijen türevi radikalleri indirgemesiyle açıklanmaktadır. H_2 gazının su içerisindeki çözünürlüğünün paketleme alanında kullanılan diğer gazlara nazaran çok düşük olmasına karşın, en hafif ve küçük element olması sebebiyle ürün içerisine çok hızlı difüze olabilmekte, güçlü indirgen özellik göstermektedir (MHI, 2019).

Çizelge 4. 5. Depolama koşullarına ve süresine göre L* değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	90,28 ±9,3 ^a	75,11 ±0,9 ^b	74,43 ±0,5 ^b	74,14 ±0,8 ^b	74,54 ±3,3 ^b	76,58 ±1,3 ^b	73,24 ±1,2 ^b	77,48 ±1,2 ^{ab}	72,01 ±1,1 ^b	72,26 ±0,7 ^b	73,32 ±0,4 ^b
14. Gün	90,28 ±9,3 ^a	75,91 ±1,80 ^b	76,90 ±0,02 ^b	74,21 ±1,13 ^b	74,82 ±0,57 ^b	73,54 ±0,57 ^b	76,53 ±0,38 ^b	75,65 ±1,01 ^b	72,20 ±3,78 ^b	62,80 ±0,67 ^c	72,67 ±0,6 ^b
21. Gün	90,28 ±9,3 ^a	74,68 ±3,22 ^b	74,66 ±2,55 ^b	74,78 ±2,69 ^b	74,02 ±1,72 ^b	72,69 ±3,26 ^b	75,01 ±1,06 ^b	73,12 ±0,27 ^b	73,73 ±0,00 ^b	63,70 ±0,36 ^c	71,16 ±1,0 ^b
28. Gün	90,28 ±9,3 ^a	77,31 ±1,09 ^{ab}	77,49 ±1,32 ^{ab}	77,32 ±1,67 ^{ab}	68,68 ±1,80 ^c	72,57 ±0,08 ^b	77,54 ±1,14 ^{ab}	73,11 ±0,29 ^b	73,19 ±9,90 ^b	63,95 ±0,54 ^c	70,36 ±0,6 ^b
35. Gün	90,28 ±9,3 ^a	76,62 ±1,28 ^b	76,48 ±1,73 ^b	75,24 ±0,29 ^b	67,82 ±0,57 ^c	72,44 ±0,98 ^b	76,60 ±0,82 ^b	66,38 ±0,94 ^{bc}	73,66 ±2,13 ^b	62,71 ±3,10 ^c	70,54 ±0,1 ^b
42. Gün	90,28 ±9,3 ^a	76,92 ±0,31 ^b	75,74 ±1,10 ^b	75,29 ±1,56 ^b	66,33 ±2,26 ^{bc}	70,25 ±2,89 ^b	74,47 ±0,42 ^b	64,82 ±0,82 ^c	72,19 ±3,43 ^b	60,40 ±0,48 ^c	63,74 ±0,0 ^c
TOTAL	90,28	76,09	75,95	75,16	71,04	73,03	75,54	71,76	72,83	64,31	70,30
DEĞER	±9,3 ^a	±0,59 ^a	±1,02 ^{ab}	±0,31 ^b	±0,46 ^{cde}	±0,57 ^{bc}	±0,22 ^b	±0,09 ^c	±0,66 ^c	±0,82 ^{de}	±0,17 ^d

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1; [5% CO₂/4% H₂/91% N₂ (SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂ (SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂ (SU)], **MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂ (SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂ (AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂ (AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90% N₂ (SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂ (AB)], n=2 p<0,05



Şekil 4.5.42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, L* değerler grafiği

4.2.2. a* değeri sonuçları

Renk analizlerinde (+) a* kırmızılık derecesini, (-) a* ise yeşillik derecesini temsil etmektedir (Minolta 1991). Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6’da depolama koşulları ve süresine göre taze patates örneklerine ait a* değerlerine yer verilmiş ve depolamanın ilk 14 günü, tüm kombinasyonlara ait örneklerin, REFERANS (0.zaman)örnekle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). a* değerindeki farklılığın anlamlı boyutta gerçekleştiği ilk örneklerin 21.günde HAVA(SU) kombinasyonu ile paketlenen örnekler olduğu tespit edilmiştir. 42 günlük depolama sonunda, örneklere ait total değişim dikkate alındığında; a* değerindeki en fazla değişimin HAVA (SU) ve MAP MİKS-1[%5CO₂/%95N₂(SU)] örneklerinde gerçekleştiği ve bu örneklere ait a* değerinin (-) yönünde ilerlemesiyle patateslerde yeşilliğin arttığı tespit edilmiştir. İAP MİKS-1, İAP MİKS-2, İAP MİKS-3, MAP MİKS-3, MAP MİKS-4 ve MAP MİKS-5 örnekleriyle REFERANS 0.zaman) örnek arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p > 0,05$).

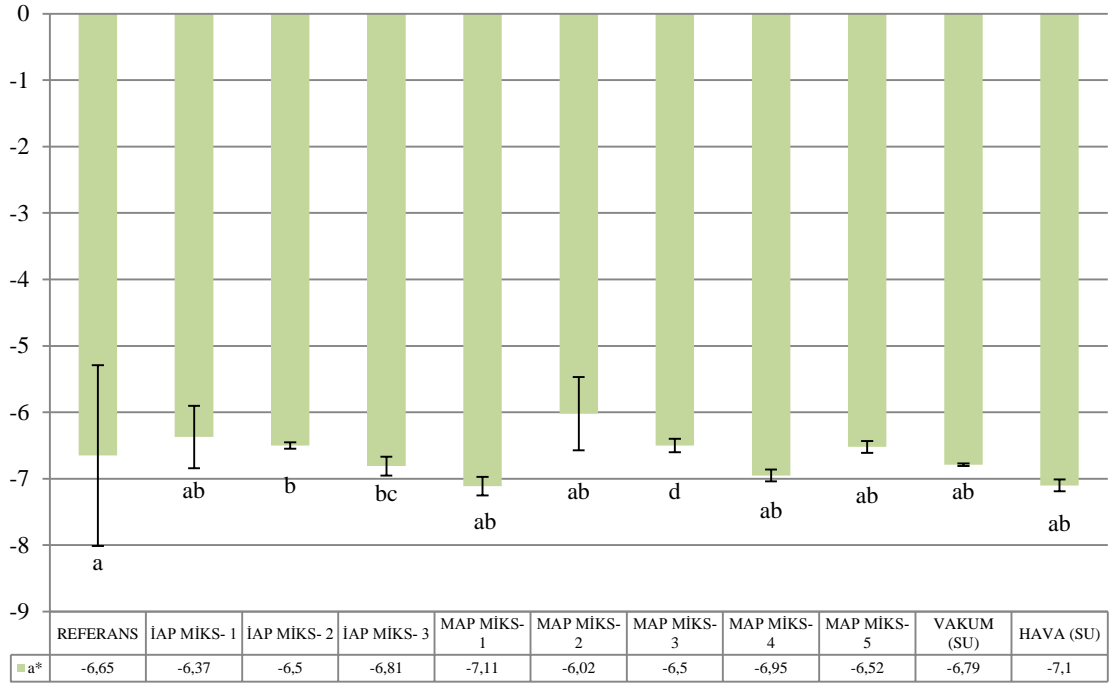
Şen ve Batu, 2007, patatesin açık sarı rengindeki değişimi ifade eden L* değerinin patates için a* ve b* değerlerine nazaran daha fazla önem teşkil ettiğini ifade etmiştir.

Çizelge 4.6. Depolama koşullarına ve süresine göre a* değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,69 ±0,5 ^a	-6,59 ±0,0 ^a	-6,68 ±0,8 ^a	-6,27 ±0,2 ^{ab}	-6,72 ±0,7 ^a	-6,83 ±0,6 ^a	-6,48 ±1,3 ^a	-6,69 ±0,5 ^a	-6,53 ±0,3 ^a	-6,06 ±0,3 ^{ab}
14. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,45 ±0,0 ^a	-6,46 ±0,2 ^a	-6,85 ±0,2 ^{ab}	-6,63 ±0,8 ^a	-6,67 ±0,9 ^a	-6,67 ±0,1 ^a	-6,61 ±0,3 ^a	-6,76 ±0,6 ^{2a}	-6,75 ±0,2 ^a	-6,26 ±0,0 ^{ab}
21. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,41 ±0,1 ^a	-6,37 ±0,0 ^{ab}	-6,85 ±0,8 ^{ab}	-6,97 ±0,1 ^{ab}	-6,06 ±0,30 ^b	-6,65 ±0,1 ^a	-6,45 ±0,5 ^a	-6,34 ±0,1 ^{ab}	-7,14 ±0,1 ^b	-6,78 ±0,0 ^{ab}
28. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,48 ±0,7 ^a	-6,33 ±0,6 ^{ab}	-6,94 ±0,0 ^{ab}	-7,49 ±0,9 ^{bc}	-6,03 ±0,1 ^b	-6,21 ±0,1 ^{ab}	-7,75 ±0,4 ^{bc}	-6,23 ±1,7 ^{ab}	-7,49 ±0,5 ^{bc}	-6,95 ±0,1 ^{ab}
35. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,08 ±0,3 ^b	-6,70 ±0,3 ^a	-6,54 ±0,4 ^a	-7,51 ±0,0 ^b	-6,58 ±0,31 ^a	-6,43 ±0,4 ^a	-7,31 ±0,7 ^{bc}	-6,82 ±0,0 ^{ab}	-7,29 ±0,1 ^b	-7,37 ±0,1 ^{bc}
42. Gün	-6,65 ±1,4 ^a	-6,25 ±0,9 ^{ab}	-6,52 ±1,3 ^{ab}	-6,86 ±0,2 ^{ab}	-7,58 ±2,9 ^{bc}	-6,88 ±0,8 ^{ab}	-6,22 ±0,4 ^{ab}	-7,52 ±0,0 ^{bc}	-6,28 ±0,2 ^{ab}	-7,89 ±1,0 ^c	-7,45 ±0,0 ^b
TOTAL DEĞER	-6,65 ±1,40 ^a	-6,37 ±0,47 ^a _b	-6,50 ±0,05 ^a _b	-6,81 ±0,14 ^a _b	-7,11 ±0,14 ^b _c	-6,02 ±0,55 ^d	-6,50 ±0,10 ^a _b	-6,95 ±0,09 ^a _b	-6,52 ±0,09 ^a _b	-7,10 ±0,09 ^b	-6,79 ±0,02 ^a _b

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1;[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)],**MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4;** [10% CO₂/90% N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)],n=2 p<0,05



Şekil 4.6. 42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, a* değerler grafiği

4.2.3. b* değeri sonuçları

Depolama koşulları ve süresine göre b* değerlerine ait sonuçlara Çizelge 4.7’deyer verilmiştir. 42 günlük depolama süresi sonunda HAVA (SU), MAP MİKS-1 [%5CO₂/%95N₂(SU)] ve MAP MİKS-4 [%10CO₂/%90N₂(SU)] örneklerinin birbirine benzer olduğu tespit edilmekle birlikte; en düşük b* değerine MAP MİKS-1 örneklerinde rastlanmıştır. (+) b* sarılık derecesini, (-) b* mavilik derecesini gösterdiğinden (Minolta, 1991) açık sarırengeli bir gıda ürünü olan patatesin b* değerinin düşmesi [(-) b* yönünde ilerlemesi] arzu edilmemektedir. HAVA (SU) örneklerinin b* değerinin düşük oluşu, L* değeri sonuçlarında belirtildiği üzere enzimatik esmerleşme reaksiyonu ile açıklanabilmektedir. Patates, enzimatik esmerleşmeye karşı son derece hassas bir ürün olmakla birlikte patateslerde esmerleşme reaksiyonunun inhibisyonuyla alakalı birçok çalışma rapor edilmiştir (Gunes and Lee, 2006). Sapers and Miller, (2008) askorbik asit türevleri, NaOH ile yüzey emilimi, ısıtılmış askorbik asit/sitrik asit çözeltileri, vakum ve

basınç infiltrasyonu gibi işlemlerle önceden soyulmuş patateslerde esmerleşmenin inhibisyonunu incelemiştir. Buna ek olarak farklı ön işlemlerle taze kesilmiş patateslerde MAP (vakumda paketleme dahil) uygulaması da yapılmış; taze kesilmiş patateslerin, anti-browning ajanlarla muamele edildikten sonra vakumda paketlenmesiyle, raf ömrünün yaklaşık hafta uzatılabildiği tespit edilmiştir (Gunes and Lee, 2006).

MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerine ait b^* değerindeki düşüşün diğer MAP örneklerinden (MAP MİKS-2, MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5) daha fazla gerçekleşmiş olması, MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerinin anti-browning içermemesi ile ilişkilendirilmektedir. Enzimatik esmerleşmeye sebep olan PPO aktivitesi; pH'nın en az 2 birim veya enzimin çalıştığı optimum pH değerinin altına düşürülmesi yoluyla engellenebilmekte ve bu amaçla askorbik asit, sitrik asit gibi organik asitler anti-browning ajan olarak kullanılmaktadır (Overview et al., 1995). Çalışmamızda da MAP MİKS-2, MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5 uygulamalarında, paketleme işlemi öncesi kullanılan sitrik asit esmerleşme reaksiyonlarına inhibe ederek, b^* değerindeki düşüşün ileri boyutta gerçekleşmesine engel olmuştur. Şelatlayıcı ve asidifiye edici ajan olan sitrik asit; polifenol oksidazların aktif bölgesinde bulunan bakırı şelatlayarak ve pH'yı düşürerek enzimi inaktifleştirmektedir (Gunes and Lee, 2006). Patateslerin minimum işlenmesi modifiye atmosfer paketlemeyle kombinasyon durumunda farklı kesilmiş patates işleme yöntemlerinin kullanıldığı bir araştırmada farklı ambalaj malzemeleri ve soyma yöntemleri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada L-Sistein (%0.5) ve sitrik asit (%2) karışımının patateslerin rengin kahverengileşmesini anlamlı şekilde önlediği tespit edilmiştir (Gunes and Lee, 2006). Meyve ve sebzelerde esmerleşme reaksiyonlarını önlemek amacıyla sülfite bileşikler yaygın şekilde kullanılmakla birlikte, bu bileşiklerin patateslerin besin değerinde önemli düzeyde azalmaya ve istenmeyen lezzet oluşumuna sebep olduğu bildirilmekte; bronşiyal astım gibi rahatsızlıkları tetiklediği de belirtilmektedir (Peroni and Boner, 1995).

İAP MİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)], İAP MİKS-2 [%5CO₂/%2O₂ /%4H₂ /%89N₂(SU)], İAP MİKS-3 [%10CO₂/%4H₂/%86N₂(SU)], MAP MİKS-2 [%5CO₂/%2O₂ /%93N₂(AB)], MAP MİKS-3 [%10CO₂/%90 N₂(AB)] ve MAP MİKS-5 [%5CO₂/%95 N₂(AB)] örnekleri REFERANS (0.zaman) örnek ile b^* değeri bakımından benzerlik

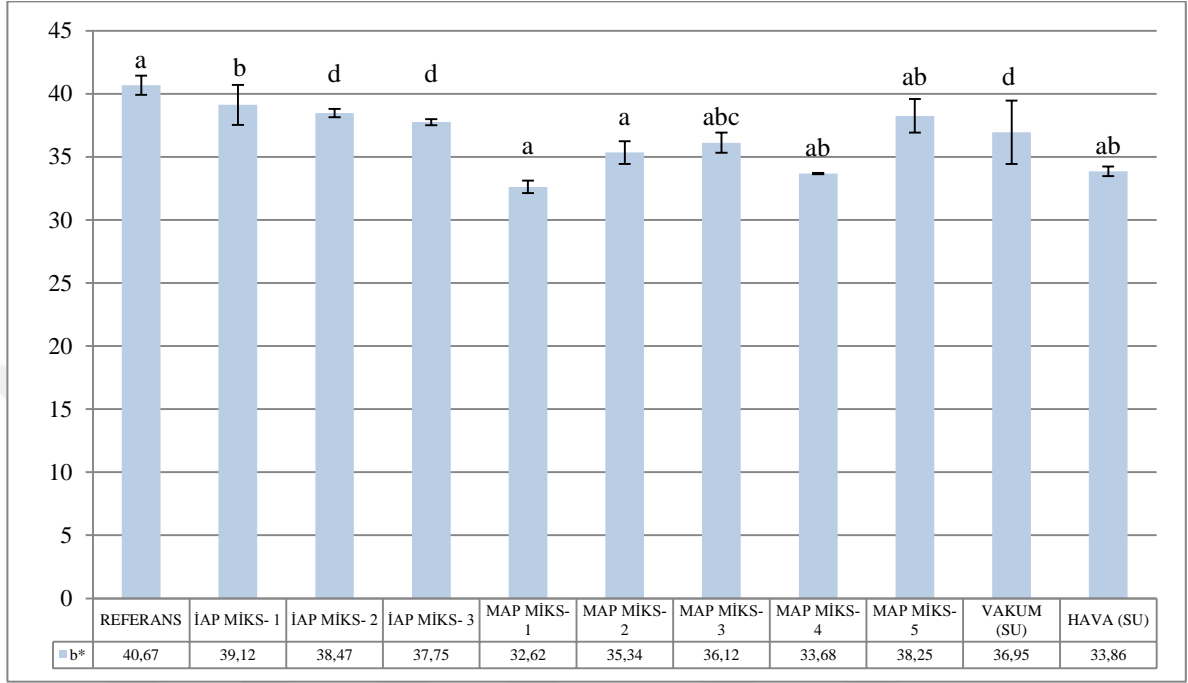
göstermekle birlikte ($p < 0,05$), en yüksek b^* değerinin İAP MİKS-1 örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir. İAP ile paketlenen örneklerde ön işlem olarak herhangi bir anti-browning ajan kullanılmamasına karşın; MAP MİKS-2, MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5 gibi anti-browning ajan olarak sitrik asidin kullanıldığı örneklerle benzer sonuçlar göstermesi; H_2 gazının etkinliğinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Sağlık alanında H_2 gazının yoğun şekilde araştırılmasıyla birlikte; birçok hastalığın tedavisinde pozitif etkisi olduğu saptanmış ve özellikle dokular üzerinde yapılan incelemede H_2 'nin etki mekanizmasının tam olarak çözülememesiyle birlikte özellikle -OH radikali üzerine etki ettiği ve kısmi antioksidan gibi davrandığı tespit (MHI, 2019). Paketleme alanında kullanılan meyve ve sebzeleri de metabolik faaliyetlerin devam ettiği canlı birer doku olarak değerlendirdiğimizde indirgen bir gaz olan H_2 'nin pozitif etkilerinin tespiti kaçınılmaz olacaktır.

Çizelge 4.7. Depolama koşullarına ve süresine göre b* değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	40,67± 0,7 ^a	35,30 ±0,6 ^{ab}	39,16 ±7,7 ^a	39,66 ±1,2 ^a	40,29 ±0,7 ^a	40,28 ±0,0 ^a	40,45 ±0,3 ^a	36,94 ±2,8 ^{ab}	37,84 ±1,1 ^a	34,70 ±0,6 ^{ab}	38,96 ±0,6 ^a
14. Gün	40,67± 0,7 ^a	34,07± 3,1 ^{ab}	37,73± 0,1 ^a	39,02 ±3,6 ^a	40,09 ±2,2 ^a	39,0 2±1,8 ^a	40,31 ±2,5 ^a	33,66 ±0,2 ^b	37,53 ±0,6 ^a	33,62 ±0,3 ^b	40,95 ±1,0 ^a
21. Gün	40,67± 0,7 ^a	33,69± 0,8 ^b	37,20± 2,2 ^a	38,11 ±2,9 ^a	36,78 ±0,7 ^a	38,97 ±4,2 ^a	39,69 ±0,5 ^a	34,66 ±0,0 ^{ab}	36,97 ±0,9 ^a	33,88 ±0,2 ^{ab}	40,09 ±0,3 ^a
28. Gün	40,67± 0,7 ^a	31,31± 0,4 ^{bc}	36,67± 3,3 ^a	37,28 ±1,3 ^a	38,84 ±8,5 ^a	38,82 ±1,2 ^a	38,34 ±7,5 ^a	32,93 ±0,1 ^{bc}	36,69 ±0,2 ^a	32,20 ±2,4 ^b	35,77 ±1,7 ^{ab}
35. Gün	40,67± 0,7 ^a	30,72± 2,5 ^c	36,73± 1,6 ^{ab}	36,29 ±3,2 ^a	36,82 ±1,8 ^{ab}	37,68 ±0,8 ^a	38,45 ±2,3 ^a	33,72 ±0,5 ^b	32,91 ±1,0 ^b	32,61 ±1,3 ^{bc}	33,48 ±0,4 ^{bc}
42. Gün	40,67± 0,7 ^a	30,63± 0,8 ^b	36,63± 1,0 ^a	36,12 ±2,0 ^a	36,67 ±5,3 ^{ab}	36,12 ±1,7 ^a	37,91 ±5,4 ^a	30,16 ±0,5 ^c	31,77 ±0,3 ^b	30,16 ±0,4 ^c	31,67 ±7,1 ^c
TOTAL	40,67 ±	39,12	38,47	37,75	32,62	37,35	36,12	33,68	38,25	33,86	36,95
DEĞER	0,7 ^a	±1,58 ^a	±0,34 ^a	±0,23 ^{ab}	±0,50 ^d	±0,91 ^{abc}	±0,80 ^{ab}	±0,05 ^d	±1,33 ^{ab}	±0,38 ^d	±2,50 ^b

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1; [5% CO₂/4% H₂/91% N₂ (SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂ (SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂ (SU)], **MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂ (SU)], **MAP MİKS-2** [5%
CO₂/2% O₂/93% N₂ (AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂ (AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90%
N₂ (SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂ (AB)], n=2 p<0,05



Şekil 4.7.42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, b* değerler grafiği

4.2.4. C* değeri sonuçları

Depolama koşulları ve süresine göre C* değeri sonuçları Çizelge 4.8’de görülmektedir. CIE L*C*h renk modeli, CIE L*a*b* sistemine benzer olup, silindirik bir koordinat sistemine sahiptir ve renk (Chroma=doygunluk) değeri olan C* değeri; silindirin merkezinden dışa doğru artan değere (0...60) sahiptir (Konica Minolta, 2007). Doygunluk=Chroma değerinin; belirli bir dalga boyundaki ışığın yansımaya miktarı olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2019a). 42 günlük depolama süresi sonunda HAVA (SU), MAP MİKS-1 [%5CO₂/%95N₂(SU)] ve MAP MİKS-4 [%10CO₂/%90N₂(SU)] örneklerinin C* değerlerinin birbirine benzer ve REFERANS (0.zaman) örneklerden anlamlı şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). (+)C* yönündeki değişim rengin canlılığı, parlaklığındaki artışı temsil ederken; (-) C* yönündeki değişim ise rengin daha mat bir hal aldığını göstermektedir. Bu sebeple HAVA (SU), MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerinin C* değerindeki düşüş, renkte olumsuz yönde meydana gelen değişimi göstermektedir. Bir önceki kısımda b* değeri sonuçlarında da belirtildiği üzere; HAVA (SU) örneklerinde

renkte meydana gelen kayıpların enzimatik esmerleşme ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Sapers and Miller, (2008), patatestey meydana gelen enzimatik esmerleşme reaksiyonunun önlenmesinde MAP uygulamasının tek başına yeterli olmadığını ve antibrowning ajan kullanımının gerekli olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da antibrowning ajanın kullanılmadığı MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerinde L* ve b* parametrelerinde olduğu gibi C* değerinde meydana gelen düşüş bu duruma gerekçe gösterilebilir.

İAP MİKS-1, İAP MİKS-2, İAP MİKS-3, MAP MİKS-2, MAP MİKS-5, VAKUM (SU) örnekleriyle REFERANS (0.zaman) örnekleri arasında anlamlı farklılık olmadığı ($p>0,05$) ve en yüksek C* değerine İAP MİKS-1 uygulamasıyla ulaşıldığı tespit edilmiştir.

İAP MİKS-1, İAP MİKS-2 ve İAP MİKS-3 örnekleri ile anti-browning ajan olarak bir organik asit (sitrik asit) içeren MAP MİKS-2, MAP MİKS-5 uygulamaları karşılaştırıldığında; MAP uygulamalarında renkte olumsuz yönde meydana gelen değişim sitrik asit ile sağlanırken, İAP uygulamasında bir önceki bölümde de belirtildiği üzere H₂ gazının indirgen özelliğiyle sağlanmıştır. H₂ gazının bu etkisiyle paketleme prosesinde herhangi bir ön işleme gerek kalmadan ürünün rengi muhafaza edilebilmiştir.

MAP MİKS-1 [%5CO₂/%95N₂(SU)] ile MAP MİKS-5 [%5CO₂/%95N₂(AB)] ve MAP MİKS-4 [%10CO₂/%90 N₂(SU)] ile MAP MİKS-3 [%10CO₂/%90 N₂(AB)] aynı konsantrasyonda CO₂ ve N₂ içermesine karşın; MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5 örneklerinin daha yüksek C* değeri vermesi, paketlenmeden önce patateslerin sitrik asit ile muamelesi ile ilişkilendirilmektedir.

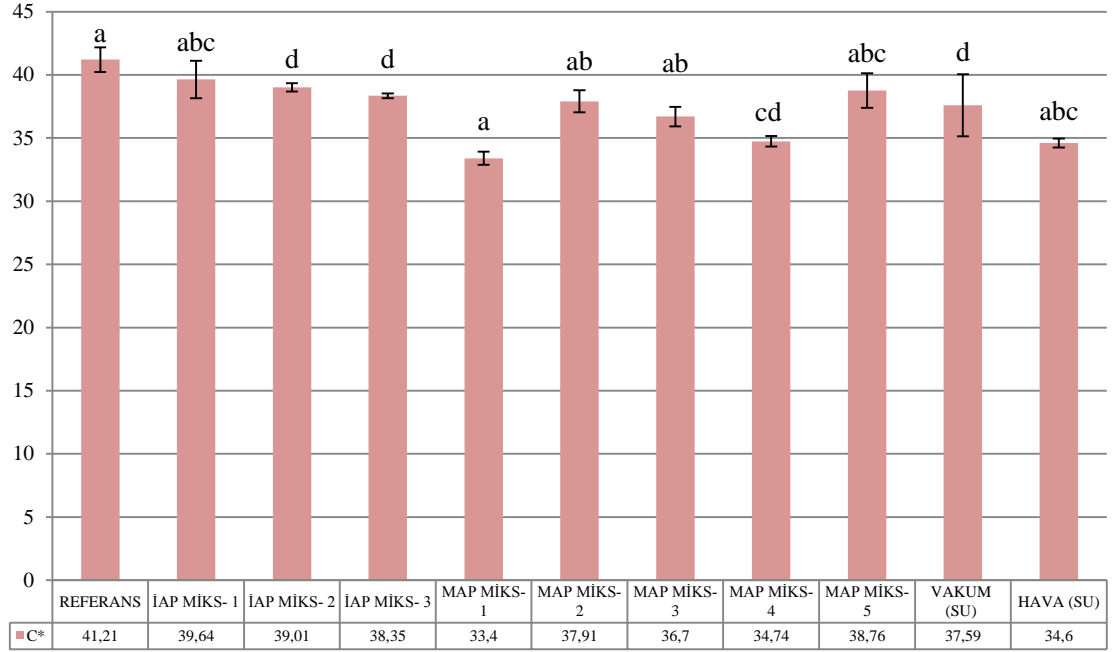
İAPMİKS-1[%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)], İAP MİKS-2[%5CO₂/%2O₂/%4H₂/%89N₂(SU)] ve İAP MİKS-3 [%10CO₂ /%4H₂/%86N₂(SU)] kendi aralarında karşılaştırıldığında ise CO₂ ve N₂ gaz konsantrasyonları arasındaki çok düşük düzeydeki farklılığın ve İAP MİKS-2 uygulamasının diğer İAP uygulamalarından farklı olarak %2 O₂ içermesinin C* değerini ciddi şekilde etkilemediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 8. Depolama koşullarına ve süresine göre C* değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	41,21± 0,97 ^a	40,97 ±0,21 ^a	40,81 ±0,11 ^a	40,24 ±0,18 ^a	35,85 ±0,42 ^b	39,74 ±4,77 ^a	38,45 ±1,37 ^a	37,50 ±0,09 ^a	40,61 ±0,17 ^a	35,31 ±0,62 ^{ab}	39,44 ±5,62 ^a
14. Gün	41,21± 0,97 ^a	40,81 ±0,30 ^a	39,55 ±1,80 ^a	39,61 ±0,18 ^a	34,71 ±3,20 ^b	38,2 ±0,12 ^{ab}	38,12 ±0,63 ^{ab}	34,22 ±0,06 ^b	40,66 ±0,51 ^a	34,29 ±0,40 ^b	41,42 ±0,37 ^a
21. Gün	41,21± 0,97 ^a	39,82 ±0,43 ^{ab}	39,38 ±0,68 ^{ab}	38,72 ±1,27 ^{ab}	34,43 ±0,89 ^b	37,68 ±0,71 ^{ab}	37,56 ±0,95 ^{ab}	35,25 ±0,07 ^b	37,32 ±0,70 ^{ab}	34,63 ±1,10 ^b	41,45 ±0,33 ^a
28. Gün	41,21± 0,97 ^a	38,90 ±6,02 ^a	39,33 ±0,02 ^a	37,92 ±0,05 ^a	32,20 ±0,21 ^a	37,17 ±0,43 ^a	37,21 ±0,26 ^a	33,84 ±0,09 ^a	39,34 ±5,52 ^a	33,06 ±0,39 ^a	36,44 ±5,52 ^a
35. Gün	41,21± 0,97 ^a	38,92 ±0,49 ^{ab}	38,28 ±1,02 ^{abc}	36,87 ±0,30 ^{abc}	31,62 ±0,28 ^e	37,31 ±0,29 ^{abc}	33,53 ±1,02 ^{de}	34,50 ±0,59 ^{bc de}	37,44 ±1,22 ^{abc}	33,41 ±0,04 ^{de}	34,28 ±3,07 ^{cde}
42. Gün	41,21 ±0,97 ^a	38,43 ±2,42 ^a	36,70 ±0,34 ^a	36,76 ±0,07 ^a	31,55 ±0,51 ^b	37,27 ±0,99 ^a	35,34 ±3,68 ^a	33,09 ±1,86 ^{ab}	37,21 ±2,55 ^a	36,91 ±0,36 ^{ab}	32,54 ±1,17 ^b
TOTAL DEĞER	41,21 ±0,97 ^a	39,64 ±1,48 ^a	39,01 ±0,32 ^{a b}	38,35 ±0,19 ^{a bc}	33,40 ±0,51 ^d	37,91 ±0,88 ^{a b}	36,70 ±0,77 ^{c d}	34,74 ±0,41 ^d	38,76 ±1,37 ^{a bc}	34,60 ±0,35 ^d	37,59 ±2,45 ^{a bc}

^{a-e} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1;[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)],**MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5%
CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90%
N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)],n=2 p<0,05



Şekil 4. 8.42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, C* değerler grafiği

4.2.5. h değeri sonuçları

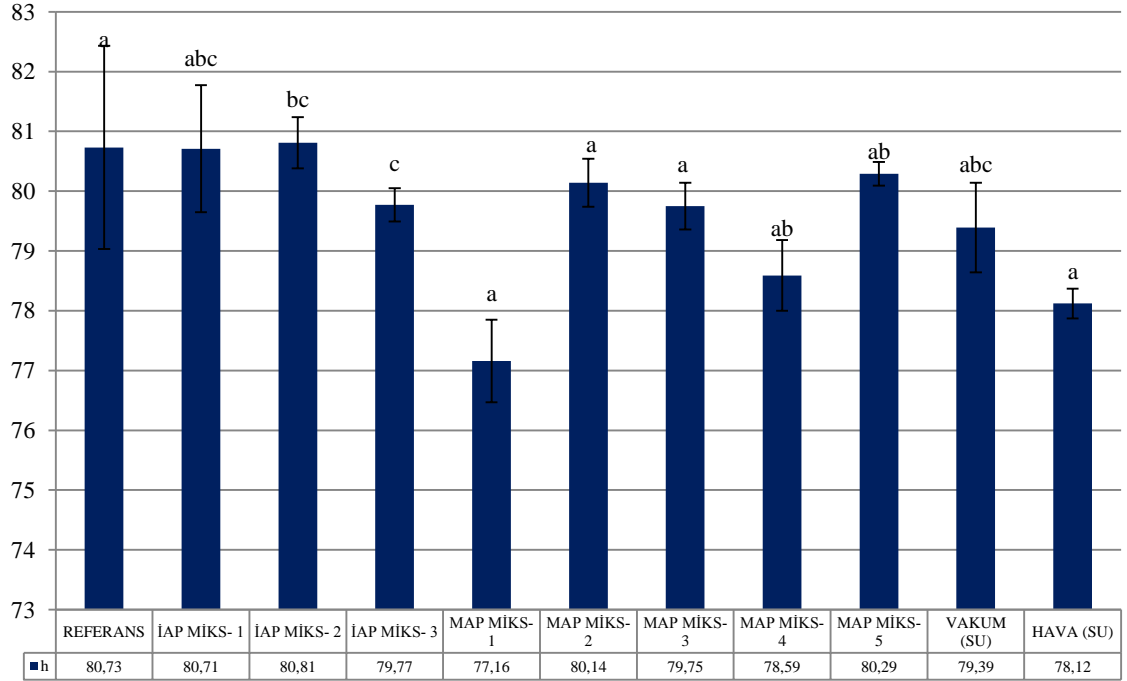
Depolama koşulları ve süresine göre patateslerin h değerlerine ait değişim Çizelge 4.9'da verilmiştir. 42 günlük depolama süresi sonunda MAP MİKS-1 ve HAVA (SU) örnekleri hariç diğer tüm örnekler ile REFERANS (0.zaman) örnekleri arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Örnekler arasındaki benzerlik fazla olmasına karşın; rengin canlılığını ifade eden ve renk açısı/ton açısı olarak bilinen h değerinin (Konica Minolta, 2007)MAP MİKS-1 ve HAVA (SU) örneklerinde düşüşe geçtiği saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Depolama koşullarına ve süresine göre h değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün	80,73 ±1,70 ^a	80,87 ±0,80 ^a	80,71 ±0,98 ^a	80,30 ±0,12 ^a	79,92 ±0,19 ^a	80,18 ±1,32 ^a	79,76 ±0,30 ^a	80,02 ±0,41 ^a	80,57 ±0,01 ^a	79,33 ±0,69 ^a	81,10 ±0,82 ^a
14. Gün	80,73 ±1,70 ^a	80,89 ±0,28 ^a	83,08 ±2,79 ^a	80,09 ±0,32 ^a	79,01 ±0,37 ^a	80,04 ±0,03 ^a	79,92 ±0,37 ^a	79,61 ±1,01 ^a	80,42 ±1,25 ^a	78,65 ±0,27 ^a	81,31 ±0,14 ^a
21. Gün	80,73 ±1,70 ^a	80,66 ±1,09 ^a	80,68 ±0,19 ^a	79,79 ±0,13 ^a	78,15 ±0,73 ^a	80,74 ±0,29 ^a	79,80 ±0,45 ^a	79,47 ±0,65 ^a	80,22 ±0,03 ^a	78,08 ±0,66 ^a	80,57 ±0,01 ^a
28. Gün	80,73 ±1,70 ^a	80,24 ±1,81 ^a	80,74 ±0,90 ^a	79,45 ±0,07 ^a	76,53 ±1,29 ^a	80,65 ±0,10 ^a	80,38 ±0,36 ^a	78,69 ±0,97 ^a	80,76 ±1,84 ^a	76,90 ±0,76 ^a	79,03 ±0,37 ^a
35. Gün	80,73 ±1,70 ^a	81,02 ±0,37 ^a	79,92 ±0,18 ^{ab}	79,78 ±0,69 ^{ab}	76,25 ±0,08 ^{ab}	79,84 ±0,41 ^{ab}	78,94 ±0,51 ^{ab}	77,77 ±0,24 ^a	79,50 ±0,30 ^{ab}	77,40 ±0,19 ^{ab}	77,64 ±2,46 ^{ab}
42. Gün	80,73 ±1,70 ^a	80,57 ±2,05 ^a	79,76 ±0,09 ^a	79,25 ±0,38 ^a	76,10 ±0,36 ^a	79,36 ±0,22 ^a	79,71 ±2,83 ^a	76,01 ±0,76 ^a	80,26 ±0,33 ^a	78,36 ±0,48 ^a	76,73 ±1,74 ^a
TOTAL DEĞER	80,73 ±1,70 ^a	80,71 ±1,06 ^a	80,81 ±0,43 ^a	79,77 ±0,28 ^a b	77,16 ±0,69 ^c	80,14 ±0,40 ^a	79,75 ±0,39 ^a b	78,59 ±0,59 ^a bc	80,29 ±0,20 ^a	78,12 ±0,25 ^b c	79,39 ±0,75 ^a bc

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1;[5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)],**MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5%
CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4;** [10% CO₂/90%
N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)],n=2 p<0,05



Şekil 4. 9.42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, h değerler grafiği

4.2.6. ΔE^* değeri sonuçları

Depolama koşulları ve süresine göre patateslere ait ΔE^* değerleri Çizelge 4.10' dagörülmektedir. L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki farka dayanan toplam renk değişimi olarak adlandırılan ΔE^* Ihns *et al.*, (2011), üründe meydana gelen renk değişiminin değerlendirilmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. 42 günlük depolama süresi sonunda; ΔE^* değeri bakımından, patateslerin paklettiği kombinasyonlar arasındaki ilişkinin İAP MİKS-1<İAP MİKS-2<İAP MİKS-3<MAP MİKS-3<MAP MİKS-5<MAP MİKS-2<MAP MİKS-4< VAKUM (SU)<MAP MİKS-1<HAVA (SU) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında en az renk değişiminin İAP tekniğiyle paketlenmiş örneklerle ait olduğu ve bu örnekleri, sitrik asit (anti-browning) çözeltisiyle ön işleme tabi tutulmuş MAP örnekleri takip etmiştir. En fazla renk değişimi ise HAVA (SU) örneklerinde rastlanmış ve bu örnekleri ise yalnızca su ile muamele edilmiş MAP örnekleri izlemiştir.

Antibrowning ajanın kullanılmadığı MAP örneklerinde toplam değişimiyüksek düzeyde meydana gelmesi; Sapers *and* Miller, (2008), in belirttiği gibi patatesteki meydana gelen enzimatik esmerleşme reaksiyonunun önlenmesinde MAP uygulamasının tek başına yeterli olmamasıyla ilişkilendirilmektedir.

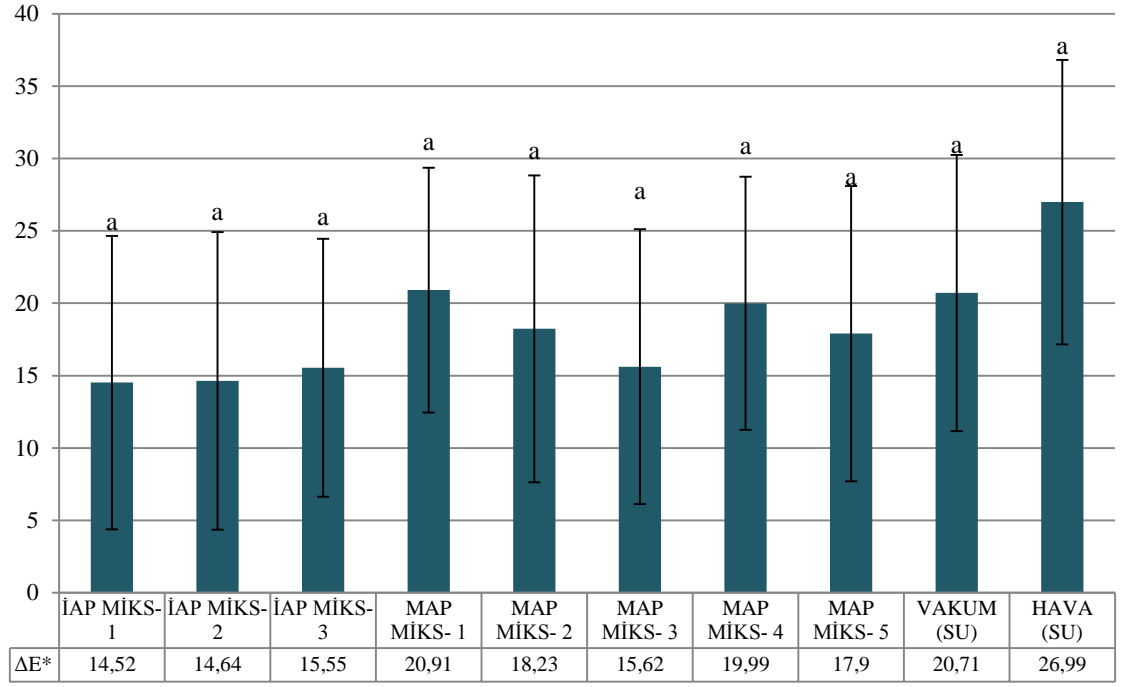
İAP MİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)] örnekleri en düşük toplam renk değişimi değerine (80,71) sahip olsa da; H₂ içeren İAP MİKS-2 [%5CO₂/%2O₂/%4H₂/%89N₂(SU)] ve İAP MİKS-3 [%10CO₂ /%4H₂/%86N₂(SU)] örnekleriyle benzerlik göstermiştir. Elde edilen bu veriler; sudaki çözünürlüğü MAP alanında yaygın olarak kullanılan diğer gazlara (CO₂ ve N₂) nazaran çok düşük olmasına karşın; H₂' nin patatesteki esmerleşmeyi önlemede ne derece etkin olduğunu göstermektedir. MAP uygulamalarında antibrowning ajanının sağladığı renk muhafazası, İAP tekniğinde H₂ gazıyla sağlanmıştır.

Çizelge 4. 10. Depolama koşullarına ve süresine göre ΔE^* değerleri

SÜRE	O. GÜN REFERANS	İAP MİKS-1	İAP MİKS-2	İAP MİKS-3	MAP MİKS-1	MAP MİKS-2	MAP MİKS-3	MAP MİKS-4	MAP MİKS-5	HAVA (SU)	VAKUM (SU)
7. Gün		15,19 ±8,39 ^a	15,93 ±8,75 ^a	16,20 ±9,20 ^a	16,69 ±5,83 ^a	14,32 ±10,78 ^a	17,31 ±9,75 ^a	13,42 ±7,92 ^a	18,30 ±8,20 ^a	19,16 ±9,53 ^a	17,59 ±10,13 ^a
14. Gün		14,40 ±7,96 ^a	13,56 ±9,51 ^a	16,18 ±10,43 ^a	16,89 ±9,57 ^a	17,03 ±8,74 ^a	14,23 ±8,66 ^a	16,39 ±8,38 ^a	18,16 ±8,81 ^a	28,41 ±9,95 ^a	17,64 ±7,13 ^a
21. Gün		15,67 ±9,61 ^a	15,75 ±9,97 ^a	15,76 ±6,84 ^a	17,43 ±9,86 ^a	18,03 ±9,49 ^a	15,74 ±9,12 ^a	18,28 ±9,27 ^a	17,59 ±9,77 ^a	27,53 ±9,22 ^a	19,15 ±10,3 ^a
28. Gün	ΔE^*	13,89 ±9,90 ^a	12,94 ±9,68 ^a	13,47 ±7,54 ^a	23,60 ±7,30 ^a	18,19 ±9,31 ^a	13,45 ±9,56 ^a	19,21 ±9,44 ^a	17,69 ±9,70 ^a	27,74 ±9,49 ^a	20,82 ±9,84 ^a
35. Gün		13,90 ±9,51 ^a	14,33 ±9,35 ^a	15,72 ±9,52 ^a	24,74 ±9,13 ^a	21,36 ±8,92 ^{ab}	16,10 ±7,09 ^a	24,94 ±8,35 ^a	17,11 ±9,56 ^a	28,83 ±9,05 ^{ca}	21,02 ±9,28 ^a
42. Gün		14,05 ±10,41 ^a	15,35 ±9,45 ^a	15,95 ±8,95 ^a	26,12 ±8,07 ^b	20,46 ±9,40 ^a	16,89 ±10,77 ^a	27,70 ±9,06 ^b	18,57 ±13,17 ^a	30,26 ±8,74 ^c	28,05 ±9,52 ^{bc}
TOTAL		14,52	14,64	15,55	20,91	18,23	15,62	19,99	17,90	26,99	20,71
DEĞER		±10,13 ^a	±10,28 ^a	±8,91 ^a	±8,46 ^a	±10,60 ^a	±9,49 ^a	±8,74 ^a	±10,20 ^a	±9,83 ^a	±9,54 ^a

^{a-ab} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında anlamlı farklılık vardır.

İAP MİKS-1; [5% CO₂/4% H₂/91% N₂(SU)], **İAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/4% H₂/89% N₂(SU)]
İAP MİKS-3 [10% CO₂/4% H₂/86% N₂(SU)], **MAP MİKS-1** [5% CO₂/95% N₂(SU)], **MAP MİKS-2** [5% CO₂/2% O₂/93% N₂(AB)], **MAP MİKS-3** [10% CO₂/90% N₂(AB)], **MAP MİKS-4**; [10% CO₂/90% N₂(SU)], **MAP MİKS-5** [5% CO₂/95% N₂(AB)], n=2 p<0,05



Şekil 4.10.42 gün boyunca farklı depolama koşullarında patatesin zaman göre, ΔE^* değerler grafiğ

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüz dünyasında insanlar yoğun iş temposu nedeniyle pişirmeye hazır veya yenmeye hazır gıdaları çok fazla tercih etmektedirler. Patates mevsimin her döneminde rahatlıkla bulunabilen bir kök sebze olduğu için mevsimsel saklamalar dışında yaşamı kolaylaştırmak adına dilimlenip işlemler (dondurarak, vakumlanarak) görmektedir. Patatesin renk unsuru en az tekstürü kadar önemli bir unsurdur ve renk maddeleri oksijene duyarlı olduklarından dolayı, endüstriyel boyutta bu bileşiklerin muhafazında sağlığı olumsuz yönde etkileyebilecek kimyasal koruyucular kullanılmaktadır. Bu kimyasallara alternatif olarak İAP-MİX (İndirgen Atmosfer Paketleme Gaz Karışımları) uygulamasıyla; oksidatif özellik gösteren birçok yıkıcı bileşen (oksijen, serbest radikal, hidrojen peroksit, oksidant metalik iyonlar vb) nötralize edilebilmekte ve oksijene duyarlı bileşenler muhafaza edilebilmektedir. İnsanların sağlıklı beslenme konusunda daha bilinçli hale geldiği günümüzde insanlar hazır gıdaları tercih ederken kalite özelliklerine, ürünün tazeliğine çok fazla önem vermektedir. Bu bağlamda ürünlerin kalite özelliklerini en iyi koruyan paketleme yöntemlerine ilişkin olarak üretici firmaların çalışmaları devam etmektedir. Tüketicilerin ürünlerini tercih etmelerini sağlamak amacıyla çalışmaların devam ettiği günümüzde İAP (İndirgen Atmosfer Paketleme) ile yapmış olduğumuz çalışmada; patates örnekleri; İAPMİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)], İAP-2 [%5CO₂/%2O₂/%4H₂/%89N₂(SU)], İAPMİKS-3 [%10CO₂ /%4H₂/ %86N₂ (SU)], MAPMİKS-1[%5CO₂/%95N₂(SU)], MAPMİKS-2[%5CO₂ /%2O₂/%93N₂ (AB)], MAPMİKS-3 [%10CO₂/ %90N₂(AB)], MAPMİKS-4[%10CO₂ /%90N₂(SU)], MAP-5 [%5CO₂ /%95N₂(AB)], VAKUM(SU), HAVA(SU), koşullarda paketlenerek 7 gün arayla 42 gün sonuna kadar taze örneklerde, sertlik ve elastikiyet renk (L*,a*,b*, C*, h, ΔE*), kızartılmış patates örneklerinde sertlik ve elastikiyet analizleri yapılarak referansa göre değişimleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Taze örneklerdeki sertlik değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen tekstür analizi sonucunda; 42. gün sonunda en yüksek sertlik değeri MAP MİKS-2 koşullarında depolanan patateslerde, en düşük sertlik değeri ise VAKUM (SU) koşullarında depolanan taze

patateslerde tespit edilmiştir. Zamana göre yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; farklı koşullarda depolanan örnekler için sertlik değerlerinin benzerliği H₂ uygulamasının taze patatesin sertliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Tekstür cihazı ile yapılan çalışma dikkate alınarak gerçekleştirilen kızarmış patateslerde elastikiyet sonucunda; kızartılmamış patatesin referans değeri ile kızartılmış patatesin referans değeri arasında gözle görülür bir düşüş kaydedilmiştir, kızartma işleminin patatesin elastikiyet kat sayısının arttırdığını ancak dayanıklılığının azalttığını araştırmalar sonucu tespit edilmiş ve bu düşmenin normal bir seğir olduğu ispatlanmıştır. Örneklerin analiz değerleri arasında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiş olması nedeniyle hidrojen uygulamasının patatesin elastikiyet değerleri üzerinde etkisi olmadığı saptanmıştır.

L*, a*, b*, C*, h renk parametreleri ile ΔE değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen renk analizi sonucunda; 42 günlük depolama süresi sonunda İAPMİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)] ve İAPMİKS-2 [%5CO₂/%2 O₂/%4 H₂/%89N₂ (SU)] örneklerinin benzer olduğu ve en yüksek L* değerinin İAPMİKS-1 örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir. HAVA (SU) kombinasyonu ile depolanmış olan örneklerin en düşük L* değerine sahip olması enzimatik esmerleşme reaksiyonu ile ilişkilendirilmektedir. İndirgen Atmosferde Paketleme işlemi ile paketlenerek depolanan İAP MİKS-1, İAP MİKS-2 ve İAP MİKS-3 örneklerinin en yüksek L* değeri göstermesi ise, paketleme atmosferinde indirgen özellik gösteren hidrojen gazı (H₂)'nin hem paket içerisindeki hem de ürün içerisindeki oksijen ve oksijen türevi radikalleri indirgemesiyle açıklanmaktadır.

42 günlük depolama sonunda, örnekler için total değişim dikkate alındığında; a* değerindeki en fazla değişimin HAVA (SU) ve MAP MİKS-1 [%5CO₂/%95N₂(SU)] örneklerinde gerçekleştiği ve bu örnekler için a* değerinin (-) yönünde ilerlemesiyle patateslerde yeşilliğin arttığı tespit edilmiştir. Referansa en yakın a* değerini ise İAPMİKS-3 > 2 > 1 ve MAPMİKS-5 kombinasyonunun verdiği görülmektedir. Buna sebep olan indirgen madde olan hidrojen gazı ve anti-browning uygulaması olabileceği tahmin edilmekte ve patatesin renkte literatür araştırmalarına bakıldığında a* değerinin L* ve b* renk değerleri kadar dikkate alınmadığı tespit edilmiştir.

42 günlük depolama süresi sonunda HAVA (SU), MAP MİKS-1 [%5CO₂ /%95N₂(SU)] ve MAP MİKS-4 [%10CO₂/%90N₂(SU)] örneklerinin birbirine benzer olduğu tespit edilmekle birlikte; en düşük b* değerine MAP MİKS-1 örneklerinde rastlanmıştır. (+) b* sarılık derecesini, (-) b* mavilik derecesini gösterdiğinden açık sarı renge sahip bir gıda ürünü olan patatesin b* değerinin düşmesi [(-) b* yönünde ilerlemesi] arzu edilmemektedir. HAVA (SU) örneklerinin b* değerinin düşük oluşu, L* değeri sonuçlarında belirtildiği üzere enzimatik esmerleşme reaksiyonu ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda da MAP MİKS-2, MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5 uygulamalarında, paketlenme işlemi öncesi kullanılan sitrik asit esmerleşme reaksiyonlarına inhibe ederek, b* değerindeki düşüşün ileri boyutta gerçekleşmesine engel olduğu düşünülmektedir. b* değerinde istenilene en yakın sonucu İAP MİKS-1 örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir. İAP ile paketlenen örneklerde ön işlem olarak herhangi bir anti-browning ajan kullanılmamasına karşın; MAP MİKS-2, MAP MİKS-3 ve MAP MİKS-5 gibi anti-browning ajan olarak sitrik asidin kullanıldığı örneklerle benzer sonuçlar göstermesi; H₂ gazının etkinliğinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. H₂'nin etki mekanizmasının tam olarak çözülememesiyle birlikte kısmi antioksidan gibi davrandığı düşünülmektedir.

42 günlük depolama süresi sonunda HAVA (SU), MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerinin C* değerindeki düşüş, renkte olumsuz yönde meydana gelen değişimi göstermektedir. Bir önceki kısımda b* değeri sonuçlarında da belirtildiği üzere; HAVA (SU) örneklerinde renkte meydana gelen kayıpların enzimatik esmerleşme ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda da antibrowning ajanının kullanılmadığı MAP MİKS-1 ve MAP MİKS-4 örneklerinde L* ve b* parametrelerinde olduğu gibi C* değerinde meydana gelen düşüş enzimatik esmerleşme reaksiyonunun önlenmesinde MAP uygulamasının tek başına yeterli olmadığını ve antibrowning ajan kullanımının gerekli olduğunu göstermektedir. En yüksek C* değerine İAP MİKS-1 uygulamasıyla ulaşıldığı tespit edilmiştir. MAP uygulamalarında renkte olumsuz yönde meydana gelen değişim sitrik asit ile sağlanırken, İAP uygulamasında bir önceki bölümde de belirtildiği üzere H₂

gazının indirgen özelliğiyle sağlanmıştır. H₂ gazının bu etkisiyle paketlenme prosesinde herhangi bir ön işleme gerek kalmadan ürünün rengi muhafaza edilebilmiştir.

Örnekler arasındaki benzerlik fazla olmasına karşın; rengin canlılığını ifade eden ve renk açısı/ton açısı olarak bilinen h değerinin MAP MİKS-1 ve HAVA (SU) örneklerinde düşüşe geçtiği saptanmıştır.

Üründe meydana gelen renk değişiminin değerlendirilmesinde oldukça önemli bir yere sahip olan ΔE^* parametresini 42 günlük depolama süresi sonunda; değeri bakımından, patateslerin paklendiği kombinasyonlar arasındaki ilişkinin sonuçları dikkate alındığında en az renk değişiminin İAP tekniğiyle paketlenmiş örneklere ait olduğu ve bu örnekleri, sitrik asit (anti-browning) çözültüsüyle ön işleme tabi tutulmuş MAP örnekleri takip etmiştir. En fazla renk değişimi ise HAVA (SU) örneklerinde rastlanmıştır ve bu örnekleri ise yalnızca su ile muamele edilmiş MAP örnekleri izlemiştir. İAP MİKS-1 [%5CO₂/%4H₂/%91N₂(SU)] örnekleri en düşük toplam renk değişimi değerine (80,71) sahip olsa da; H₂ içeren İAP MİKS-2 [%5CO₂/%2O₂/%4H₂/%89N₂ (SU)] ve İAP MİKS-3 [%10CO₂ /%4H₂/%86N₂(SU)] örnekleriyle benzerlik göstermiştir. Elde edilen bu veriler; sudaki çözünürlüğü MAP alanında yaygın olarak kullanılan diğer gazlara (CO₂ ve N₂) nazaran çok düşük olmasına karşın; H₂' nin patatesteki esmerleşmeyi önlemede ne derece etkin olduğunu göstermektedir. MAP uygulamalarında anti-browning ajanının sağladığı renk muhafazası, İAP tekniğinde H₂ gazıyla sağlandığı ispatlanmıştır.

28. günde, önceki günlerden farklı olarak patateslerin farklı depolama koşullarının hepsinde sulanma gözlenmiştir. 28. gün itibariyle başlaması; sıvı kaybının süre ile doğru orantılı olmasıyla açıklanmaktadır. 35. gün farklı koşullarda depolanmış olan örnek paketleri açıldığında, duyuşal olarak hissedilecek düzeyde kötü koku oluşumuna rastlanmıştır. Farklı koşullarda depolanan patateslerde, algılanan koku; oksijen varlığının az olduğu depolama koşullarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmaları sonucu depo zararlısı olan ve anaerobik koşullarda gelişen *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isimli bakterinin patatesteki depo hastalığı olarak bilinen “bakteriyel

yumuşak çürümeye sebep olarak, bu kötü kokuyu oluşturduğu düşünülmektedir Ancak bu sonuç, bu çalışma için mikrobiyolojik analiz sonucu kesinlik kazanacak bir bilgidir.

Tüm bu sonucular dikkate alındığında çalışmamızda uygulanmış olan analizler sonucunda; hidrojen gazı ile muamele edilmiş koşulların renk değerlerinde daha net ve olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Endüstriyel anlamda hidrojen gazının uygulamasının hiçbir olumsuz etkisi olamaması nedeniyle renk koruyucu ajan olarak kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak patates sebzesinin paketlenme sistemleri ile saklanma süresinin ayrı bir çalışma ile incelenip yenilebilir durum süresinin tespit edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

EKLER;

42 GÜN MAP MİKS-1



42. GÜN MAP MİKS-4



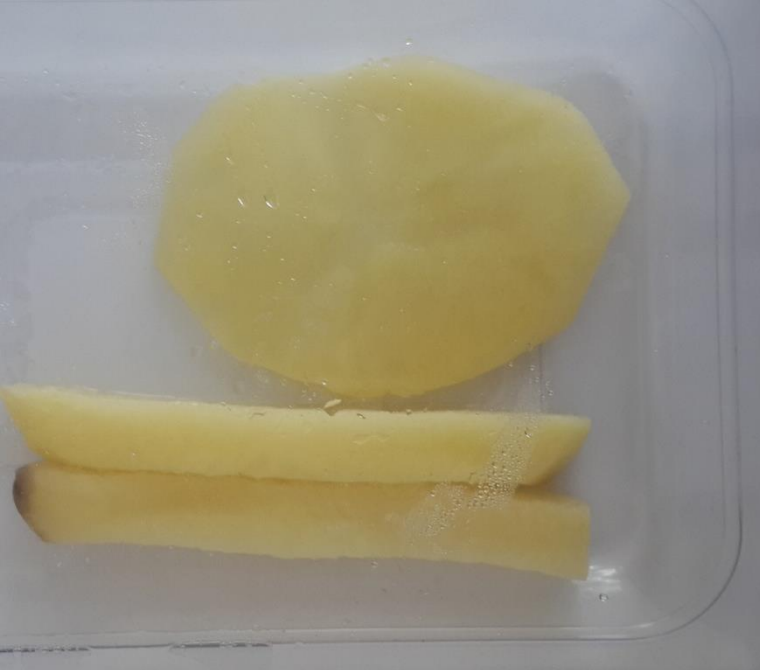
42. GÜN VAKUM SU



42. GÜN HAVA-SU



42. GÜN MAP MİKS-2



42 GÜN MAP MİKS- 3



42. GÜN MAP MİKS-5



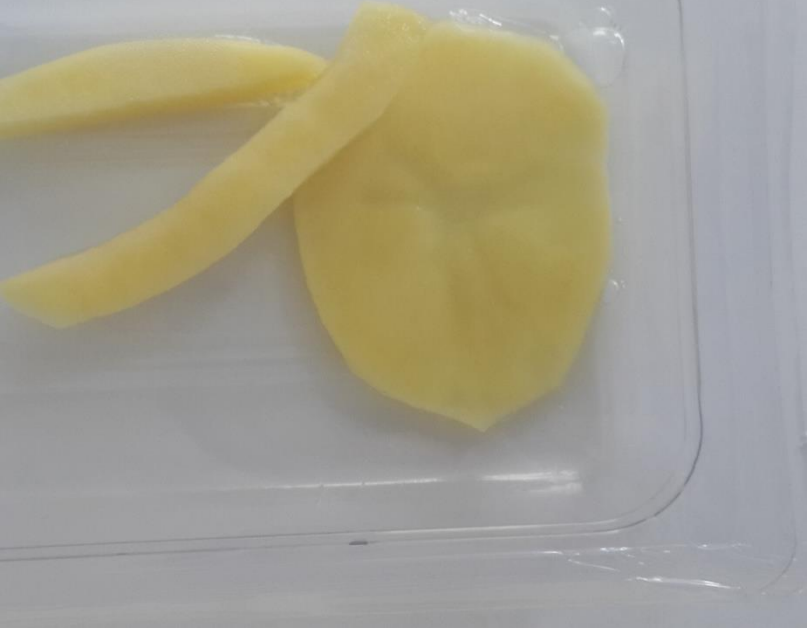
42. GÜN İAP MİKS-1



42. GÜN İAP MİKS-2



42. GÜN İAP MİKS-3



KAYNAKLAR

- Abed, M. M., Demirhan, B., 2018. Patates Bitkisine (Solanum tuberosum L.) Genel Bir Bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology* 1.
- Alakavuk, Ü., Erkan, N., Tosun, Y. Ş., İstanbul Üniversitesi, Sağlık Birimi Fakültesi-İstanbul, S. Ü. 2008. *Gıda Sanayinde Kullanılan Kalite Güvence Sistemleri*. 2(1), 88–99.
- Altuntaş, E., Kesim, S., Karaman, S., 2011. Patateste Depolama ve Isıl İşlem Uygulamaları. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 79–90.
- Alwazeer, D., Delbeau, C., Divies, C., Cachon, R., 2003. Use Of Redox Potential Modification By Gas İmproves Microbial Quality, Color Retention, And Ascorbic Acid Stability Of Pasteurized Orange Juice. *International Journal of Food Microbiology*, 89(1), 21–29.
- Anonim, 2005. Modified Atmosphere Packaging Machinery - MAP Packaging Machine, Modified Atmosphere Packaging Machine Manufacturers, amp; Suppliers in India., <https://dir.indiamart.com/impcat/modified-atmosphere-packaging-machinery.html?biz=10>
- Anonim, 2008. Events: New light on a hidden treasure - International Year of the Potato 2008. from <http://www.fao.org/potato-2008/en/events/book.html>
- Anonim, 2015. Bitkilerde Bulunan Doğal Renk Maddeleri - Botanik Haberleri. <http://biyologlar.com/bitkilerde-bulunan-dogal-renk-maddeleri>
- Anonim, 2016. Patates Gıda Ve Kontrol Genel Müdürlüğü. www.tarim.gov.tr
- Anonim, 2017. Hidrojen Gazı. <http://www.berkegaz.com/urunlerimiz/hidrojen-gazi>
- Anonim, 2019. İşlenmiş Patates Yatırımı Yapın <https://www.myfikirler.org/islenmis-patates-yatirimi-yapin.html>
- Anonim, 2019a. Parmak Patates Üretim Tesisi. <https://docplayer.biz.tr/11799865-Parmak->

patates-uretim-tesisi.html

- Anonim, 2019b. Gıda Mühendisliği Bölümü - Gıda Analiz ve Lab.Tek. Uygulama Föyü Güncellemesi. from <https://gida.erciyes.edu.tr/?DuyuruID=107>
- Bunger, A., Moyano, P., Rioseco, V., 2003. NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes. *Food Research International*,36(2), 161–166.
- Chong, C. H., Figiel, A., Law, C. L., Wojdyło, A., 2014. Combined Drying of Apple Cubes by Using of Heat Pump, Vacuum-Microwave, and Intermittent Techniques. *Food and Bioprocess Technology*,7(4), 975–989.
- Chuda, Y., Ono, H., Yada, H., Ohara-Takada, A., Matsuura-Endo, C., Mori, M., 2003. Effects of Physiological Changes in Potato Tubers (*Solanum tuberosum* L.) after Low Temperature Storage on the Level of Acrylamide Formed in Potato Chips . *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67(5), 1188–1190.
- Church, I. J., Parsons, A. L.,1995. Modified Atmosphere Packaging Technology: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,67(2), 143–152.
- Clark, W. W., Rifkin, J., 2006. A Green Hydrogen Economy. *Energy Policy*,34(17), 2630–2639.
- Çoban, D. İ. 2018. *Lüpen (Lupinus Albus L.) Katkı Cips Üretimi Ve Son Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*(Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Contreras, C., Martín-Esparza, M. E., Chiralt, A., Martínez-Navarrete, N., 2008. Influence Of Microwave Application On Convective Drying: Effects On Drying Kinetics, And Optical And Mechanical Properties Of Apple And Strawberry. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 55–64.
- Coventry, M. J., Hickey, M. W., Mawson, R., Drew, P., Wan, J., Krause, D., Boghossian, V. 1998. The Comparative Effects Of Nitrogen And Oxygen On The Microflora Of Beef Steaks In Carbon Dioxide-Containing Modified Atmosphere Vacuum

- Skin-Packaging (MA-VSP) Systems. *Letters in Applied Microbiology*,26(6), 427–431.
- Davies, A. R. 1995. *14 Advances In Modified-Atmosphere Packaging*. 1–2.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., Debevere, J., 2004. International dairy journal. **In** *International Dairy Journal*(Vol. 14).
- Dincer, I., 2002. Technical, Environmental And Exergetic Aspects Of Hydrogen Energy Systems. *International Journal of Hydrogen Energy*,27(3), 265–285.
- Dixon, M. 1989. *Dixon_Inhib_Jab89*. 109–136.
- Eden Tareke, Per Rydberg, , Patrik Karlsson, , Sune Eriksson, and, Margareta Törnqvist, 2002. *Analysis of Acrylamide, a Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs*.
- Erkan, M. E. (2004). *Modifiye Atmosfer Paketlemenin Farklı Formlardaki Kaşar Peynirlerinin Duyusal, Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*(Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Exama, A., Arul, J., Lenckı, R. W., Lee, L. Z., Toupın, C. 1993. Suitability of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables. *Journal of Food Science*,58(6), 1365–1370.
- Giroux, H. J., St-Amant, J. B., Fustier, P., Chapuzet, J. M., Britten, M. 2008. Effect Of Electroreduction And Heat Treatments On Oxidative Degradation Of A Dairy Beverage Enriched With Polyunsaturated Fatty Acids.*Food Research International*, 41(2), 145–153.
- Gökmen, V., Şenyuva, H. Z., Dülek, B., Çetin, A. E. 2007. Computer Vision-Based İmage Analysis For The Estimation Of Acrylamide Concentrations Of Potato Chips And French Fries. *Food Chemistry*, 101(2), 791–798.
- Gökmen, Vural, Sügüt, I., 2007. A Non-Contact Computer Vision Based Analysis of Color in Foods. *International Journal of Food Engineering*, 3(5).

- Gunes, G., Lee, C. Y. 2006. Color of Minimally Processed Potatoes as Affected by Modified Atmosphere Packaging and Antibrowning Agents. *Journal of Food Science*, 62(3), 572–575.
- Ihns, R., Diamante, L. M., Savage, G. P., Vanhanen, L., 2011. Effect Of Temperature On The Drying Characteristics, Colour, Antioxidant And Beta-Carotene Contents Of Two Apricot Varieties. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(2), 275–283.
- İncedayi, B., Tamer, C. E., Suna, S., Çopur, Ö. U. 2014. *Hurdle Technology for Shelf Stable Minimally Processed Potato* cv . Agria a Minimal İşlem Görmüş Agria Patates Çeşidi Üretiminde Raf. 42, 29–42.
- ITO, 2005. Hidrojen Enerji Sistemleri Ve Türkiye Açısından Önemi - Pdf. From [Http://Docplayer.Biz.Tr/4795343-Hidrojen-enerji-sistemleri-ve-turkiye-acisindan-onemi.html](http://Docplayer.Biz.Tr/4795343-Hidrojen-enerji-sistemleri-ve-turkiye-acisindan-onemi.html)
- Johnston, B., Mayo, M. C., Khare, A., 2005. Hydrogen: The Energy Source For The 21st Century. *Technovation*, 25(6), 569–585.
- Kader, A. A. 2003. A Perspective On Postharvest Horticulture (1978-2003). *HortScience*, 38(5), 1004–1008.
- Kamiloglu, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J., Hall, R. D., Capanoglu, E. 2016. A Review on the Effect of Drying on Antioxidant Potential of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(July), S110–S129.
- Kara, K. 1996. *Gıda Teknolojisi Derneği* - Değişik Sürelerde Depolanan Patates Çeşitlerinin Bazı Özellikleri Üzerine bir Araştırma. Retrieved from 225-235 website:
- Kjaergaard, L. 1977. The redox potential: Its use and control in biotechnology. In *Advances in Biochemical Engineering*, 7 (131–150).

- Kligler, I. J., Guggenheim, K. 1937. *Special Reference To the Relative Signif.* 141–156.
- Korbel, E., Attal, E.-H., Grabulos, J., Lluberas, E., Durand, N., Morel, G., Brat, P. 2013. Impact Of Temperature And Water Activity On Enzymatic And Non-Enzymatic Reactions In Reconstituted Dried Mango Model System. *European Food Research and Technology*, 237(1), 39–46.
- Korsten, L. 2006. Advances In Control Of Postharvest Diseases In Tropical Fresh Produce. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 1(1), 48.
- Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B. 2016. 9/2/2016 *Colour changes during deep fat frying*. 48, 1–2.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., León, J. 2006. Color Measurement In L*A*B* Units From RGB Digital Images. *Food Research International*, 39(10), 1084–1091.
- Liu, E. Z., Scanlon, M. G. 2007. Modeling The Effect Of Blanching Conditions On The Texture Of Potato Strips. *Journal of Food Engineering*, 81(2), 292–297.
- Luño, M., Roncalés, P., Djenane, D., Beltrán, J. A. 2000. Beef Shelf Life In Low O₂ And High CO₂ Atmospheres Containing Different Low CO Concentrations. *Meat Science*, 55(4), 413–419.
- Mari, M., Neri, F., Bertolini, P. 2007. Novel Approaches To Prevent And Control Postharvest Diseases Of Fruits. *Stewart Postharvest Review*, 3(6).
- Marsh, K., Bugusu, B. 2007. Food Packaging - Roles, Materials, And Environmental Issues: Scientific Status Summary. *Journal of Food Science*, 72(3).
- Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M. A. 2010. Combined Use of Modified Atmosphere Packaging and Natural Compounds for Food Preservation. *Food Engineering Reviews*, 2(1), 28–38.
- Mayer, F., Hillebrandt, J. O. 1997. Potato Pulp: Microbiological Characterization, Physical Modification, And Application Of This Agricultural Waste Product. *Applied*

Microbiology and Biotechnology,48(4), 435–440.

Megías-Pérez, R., Gamboa-Santos, J., Soria, A. C., Villamiel, M., Montilla, A. 2014. Survey Of Quality Indicators In Commercial Dehydrated Fruits. *Food Chemistry*, 150, 41–48.

MHI, 2019.*Molecular Hydrogen Institute*

[.http://www.molecularhydrogeninstitute.com/hydrogen-an-emerging-medical-gas](http://www.molecularhydrogeninstitute.com/hydrogen-an-emerging-medical-gas)

Konica Minolta, 2007. Minolta Sensing, K. . *CR-400/410 Chroma Chroma Meter Meter*. Retrieved from www.atecorp.com800-404-ATEC

Miranda, M. L., Aguilera, J. M. 2006. Structure And Texture Properties Of Fried Potato Products. *In Food Reviews International* (Vol. 22).

Mosley A.R. 2008. *Manufacture, Storage and Transport of Frozen French Fries*. WFLO Commodity Storage Manual

Moyano, P. C., Troncoso, E., Pedreschi, F. 2007. Modeling texture kinetics during thermal processing of potato products. *Journal of Food Science*, 72(2), 102–107.

Murata, Y., Yaptenco, K. F., Noguchi, T., Suzuki, T., Sato, H., Matsumoto, S., & Takano, K. (2012). Property Changes in Potato Tubers (*Solanum tuberosum* L.) During Cold Storage at 0 and 10°C. *Food Preservation Science*, 26(3), 153–160.

O'Neill, M. B., Rahman, M. S., Perera, C. O., Smith, B., Melton, L. D. 1998. Color And Density Of Apple Cubes Dried In Air And Modified Atmosphere. *International Journal of Food Properties*,1(3), 197–205.

Ohara-Takada, A., Matsuura-Endo, C., Chuda, Y., Ono, H., Yada, H., Yoshida, M., Mori, M. 2005. Change In Content Of Sugars And Free Amino Acids In Potato Tubers Under Short-Term Storage At Low Temperature And The Effect On Acrylamide Level After Frying. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69(7), 1232–1238.

- Okine, A., Hanada, M., Aibibula, Y., Okamoto, M. 2005. Ensiling Of Potato Pulp With Or Without Bacterial Inoculants And Its Effect On Fermentation Quality, Nutrient Composition And Nutritive Value. *Animal Feed Science and Technology*,121(3–4), 329–343.
- Overview, A., Whitaker, J. R., Lee, C. Y., 1995. *Recent Advances in Chemistry of Enzymatic Browning*. 42(2–7).
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Küley, E., Üniversitesi, Ç., Fakültesi, S. Ü. 2006. Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi. *U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*23(12), 193–200.
- Patsias, A., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaıdis, I. N., Kontominas, M. G. 2006. Shelf-Life of A Chilled Precooked Chicken Product Stored In Air And Under Modified Atmospheres: Microbiological, Chemical, Sensory Attributes. *Food Microbiology*, 23(5), 423–429.
- Pearson, C. B., Waker, H. W. 2016. Effect of Oxidation-Reduction Potential upon Growth and Sporulation of Clostridium Perfringens. *Journal of Milk and Food Technology*,39(6), 421–425.
- Pedreschi, F., Kaack, K., Granby, K.,2006. Acrylamide Content And Color Development In Fried Potato Strips. *Food Research International*,39(1), 40–46.
- Pedreschi, F., León, J., Mery, D., Moyano, P. 2006. Development Of A Computer Vision System To Measure The Color Of Potato Chips. *Food Research International*,39(10), 1092–1098.
- Penner, S. S. 2006. Steps Toward The Hydrogen Economy. *Energy*, 31, 33–43.
- Peroni, D. G., Boner, A. L. 1995. Sulfite sensitivity. *Clinical and Experimental Allergy*, 25(8), 680–681.
- Phillips, C. A. 1996. Review: Modified Atmosphere Packaging And Its Effects On The Microbiological Quality And Safety Of Produce. *International Journal Of Food*

Science And Technology, 31(6), 463–479.

Porat, R., Weiss, B., Cohen, L., Daus, A., Aharoni, N. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 33(1), 35–43.

Romani, S., Bacchiocca, M., Rocculi, P., Dalla Rosa, M. 2008. Effect of frying time on acrylamide content and quality aspects of French fries. *European Food Research and Technology*, 226(3), 555–560.

Ross, K. A., Scanlon, M. G. 2004. A Fracture Mechanics Analysis Of The Texture Of Fried Potato Crust. *Journal of Food Engineering*, 62(4), 417–423.

Sagar, V. R., Suresh Kumar, P. 2010. Recent Advances In Drying And Dehydration Of Fruits And Vegetables: A Review. *Journal Of Food Science And Technology*, 47(1), 15–26.

Sanz, T., Primo-Martín, C., van Vliet, T. 2007. Characterization Of Crispness Of French Fries By Fracture And Acoustic Measurements, Effect Of Pre-Frying And Final Frying Times. *Food Research International*, 40(1), 63–70.

Sapers, G. M., Miller, R. L. 2008. Browning Inhibition in Fresh-Cut Pears. *Journal of Food Science*, 63(2), 342–346.

Sekar, A., Dushyanthan, K., Radhakrishnan, K. T., Babu, R. N. 2006. Effect Of Modified Atmosphere Packaging On Structural And Physical Changes In Buffalo Meat. *Meat Science*, 72(2), 211–215.

Şen, F., 2000. *Meyve ve Sebze Depolanması ve İhracatında Kullanılan Modifiye Atmosfer Ambalajlarındaki Gelişmeler* Doç. Dr. Fatih ŞEN - PDF.

Sharma, R. R., Singh, D., Singh, R., 2009. Biological Control Of Postharvest Diseases Of Fruits And Vegetables By Microbial Antagonists: A review. *Biological Control*, 50(3), 205–221.

- Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K., Rosnes, J. T., 2002. A Review Of Modified Atmosphere Packaging Of Fish And Fishery Products - Significance Of Microbial Growth, Activities And Safety. *International Journal Of Food Science and Technology*,37(2), 107–127.
- Sparks, W. C. 1973. Influence Of Ventilation And Humidity During Storage On Weight And Quality Changes Of Russet Burbank Potatoes. *Potato Research*, 16(3), 213–223.
- Spencer, K. C. 2005. Modified Atmosphere Packaging Of Ready-To-Eat Foods. **In *Innovations in Food Packaging***.
- Steffe, J. F. 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering - James Freeman Steffe - Google Kitaplar* (Freeman Press).
- Süfer, Ö. 2012. *Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi*.10(1), 85–91.
- Tajner-Czopek, A., Figiel, A., Carbonell-Barrachina, Á. A., 2008. Effects Of Potato Strip Size And Pre-Drying Method On French Fries Quality. *European Food Research and Technology*, 227(3), 757–766.
- Taylor, P., Kader, A. A., Zagory, D., Kerbel, E. L., Wang, C. Y. (2013). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables*.
- Tran, M. T. T., Thi., M. T., 2006. *Frying Of Potato Crisps - An Investigation Aiming At Reduction Oil Content And Acrylamide Formation*.
- Tsigarida, E., Nychas, G. J. E. 2001. Ecophysiological Attributes Of A Lactobacillus Sp. And A Pseudomonas Sp. On Sterile Beef Fillets In Relation To Storage Temperature And Film Permeability. *Journal Of Applied Microbiology*,90(5), 696–705.
- TUIK, 2013. Adıyaman İli Swot Analizi - Bülent Güven, Erdoğan Kaygın - *Google*

Kitaplar.

- Tuta, S. 2009. ***Dondurulmuş Patates Dilimlerine Uygulanan Mikrodalga İle Ön-Çözdürme İşleminin Parmak Patatesin Akrilamid İçeriği Ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi - Ulusal Tez Ve Araştırma Merkezi - Akademik Tezler Ve Araştırmalar*** (Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ucherek, M. 2004. An İntegrated Approach To Factors Affecting The Shelf Life Of Products İn Modified Atmosphere Packaging (MAP). ***Food Reviews International***,20(3), 297–307.
- Üçüncü, M. 2000. (E.Ü) ***Gıdaların Ambalajlanması - Mustafa Üçüncü | Nadir Kitap*** (Ege Üniversitesi).
- Yalçın, M., Özelkök, İ. S., Acıcan, T., Bahçe, A., Merkez, K. 2005. ***Meyve ve Sebzelerin Hasat-Pazarlama Arası Akışımında Oluşan Fungal ve Fizyolojik Kayıpların Önlenmesi Amacıyla Küçük Ölçekli İşletmelere Yönelik Bir Prototip Yıkama Sisteminin Geliştirilmesi***.(1), 43–48.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Gamze ÇELİK ŞARA
Doğum Tarihi : 15.03.1987
Doğum yeri : Konya
Yaşadığı yer : İzmir
Medeni Hali : Evli
Eğitim durumu (Kurum ve yılı)
Lise : 2002-2005 İzmir Şemikler Lisesi
Önlisans : 2008-2010 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bayramiç
MYO Gıda Teknolojisi
Lisans : 2013-2016 Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda
Mühendisliği (DGS)
Yüksek Lisans : 2016... Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda
Mühendisliği
Staj Yaptığı Yerler : Konya şeker fabrikası 30 gün (Önlisans)
İzmir Gıda İl Kontrol Laboratuvarı 25 gün (Lisans)
İzmir Çağın Et Ürünleri 20 gün (Lisans)

İş Denevimleri:

-2018 Mart-... Çağın Et Ürünleri; Sorumlu Yönetici

-2011-2013 BGC Tarım ve Gıda; Fermente Ürünler, Kuru ve Yarı Kuru Domates
üretiminde Kalite Sorumlusu/ Gıda Teknikeri