

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI YENEBİLİR FİLM ÇÖZELTİLERİ İLE KAPLANARAK
KURUTULAN MEYVELERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Ahmet AYGÜN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI YENEBİLİR FİLM ÇÖZELTİLERİ İLE KAPLANARAK
KURUTULAN MEYVELERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Ahmet AYGÜN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

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

**FARKLI YENEİLİR FİLM ÇÖZELTİLERİ İLE KAPLANARAK
KURUTULAN MEYVELERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Ahmet AYGÜN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**Bu tez çalışmasının bir kısmı Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından desteklenen FBA-2018-3786 kodlu Normal Araştırma
projesi ile desteklenmiştir.**

ARALIK 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI YENEBİLİR FİLM ÇÖZELTİLERİ İLE KAPLANARAK
KURUTULAN MEYVELERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Ahmet AYGÜN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez/...../201..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

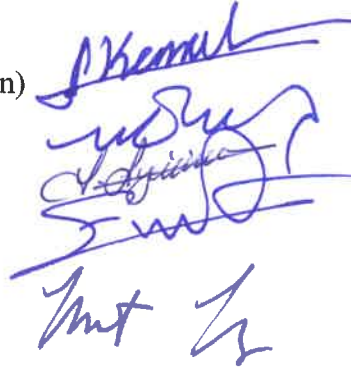
Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Prof. Dr. Sibel TUNÇ

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ



ÖZET

FARKLI YENEBİLİR FİLM ÇÖZELTİLERİ İLE KAPLANARAK KURUTULAN MEYVELERİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Ahmet AYGÜN

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Aralık 2019; 89 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında kayısı (*Prunus armeniaca* var. Hacıhaliloğlu), muz (*Musa cavendish*) ve çilek (*Fragaria ananassa* var Festival) örnekleri sodyum aljinat, gluten-soya proteini (3:1), hidroksipropil metil selüloz (HPMC) ve sodyum kazeinat çözeltilerine daldırılarak ve 40°C’de ön kurutma yapılarak örneklerin kaplanması sağlanmıştır. Daha sonra örnekler, 60°C’de 2,5m/s hava akış hızında, hedeflenen su aktivitesi değerinin (kayısı için $a_w=0,65$, muz ve çilek örnekleri için $a_w=0,4$) altına düşürülünceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan örneklerin fiziksel özelliklerinden kuru madde miktarı, su aktivitesi, büzülme miktarı, yeniden su alma kapasitesi, renk ve sertlik değerlerine bakılmış, kimyasal özelliklerinden antioksidan aktivitesi, askorbik asit içeriği, aroma profili, kayısı ve muz örneklerinde toplam karotenoid içeriği, çilek örneklerinde antosiyanin içeriği belirlenmiştir. Ayrıca, duyu analizler yapılarak örnekler lezzet ve renk açısından, kayısı örnekleri bunlara ilaveten buruşukluk açısından değerlendirilmiştir. Tüm fiziksel, kimyasal ve duyu analizler kurutmadan hemen sonra ve örnekler %100 azot gazı altında ambalajlanarak 90 ve 180 gün depolandıktan sonra yapılarak en iyi muhafaza eden kaplama materyali belirlenmeye çalışılmıştır.

Sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan kayısı muz ve çilek örneklerinin, diğer örneklerle göre daha hızlı kuruyarak, daha yüksek kuru madde miktarına, daha düşük su aktivitesi değerine ve daha az büzülme oranına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kaplanarak kurutulan, (özellikle de sodyum aljinatla kaplanan) kayısı ve muzların L^* , b^* , kroma (C) ve hue açısı (h°) değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuş; başka bir deyişle, kaplanarak kurutulan örnekler daha az esmerleşmiştir. Bu değerler depolama süresi boyunca da azalmıştır. Özellikle 180 gün depolama sonrasında kaplanarak kurutulan kayısı ve muz örneklerinin L^* , b^* ve C değerlerinin kontrol örneklerinin değerlerine göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kurutmadan hemen sonra ölçülen çilek örneklerinin L^* değerleri arasında önemli bir fark olmadığı ancak 180 gün depolama sonrasında kaplanmış örneklerin tamamının özellikle de sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan çilek örneklerinin L^* değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca kaplanarak kurutulan çileklerin kontrol örneğine göre a^* ve C değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Renk sonuçlarına benzer şekilde, kaplanarak kurutulan muz ve kayısı örneklerinin antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid ve askorbik asit içerikleri kontrol

örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. Sodyum aljinatın, kayısıların antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid ve askorbik asit içeriklerini muhafazada daha başarılı olduğu, muzda ise karotenoid miktarını hidroksipropil metil selüloz ile kaplamanın daha iyi muhafaza ettiği, antioksidan aktivite ve askorbik asidi muhafazada ise sodyum aljinat ile kaplamanın daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Çilek örneklerinde ise özellikle hidroksipropil metil selüloz ile kaplanan örneklerin antioksidan aktivitesinin, antosiyanin ve askorbik asit miktarlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Kayısı, muz ve çilek örneklerinde kurutmadan hemen sonra ve depolama sırasında yapılan aroma analizlerinde, kontrol örneğinin ambalaj tepe boşluğunda tespit edilen aroma bileşiklerinin toplam pik alanları, kaplanmış örneklerinkine göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ancak 180 gün depolanan örnekler parçalanıp tekrar ambalajlanarak 30 gün dengeye gelmesi için beklendikten sonra yapılan aroma analizlerinde sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan örneklerin toplam aroma miktarlarının diğer örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer kaplanmış örneklerin toplam aroma miktarlarının da kontrol örneğinkine yakın ya da daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç kaplamaların, özellikle de sodyum aljinat ile kaplamanın kurutulmuş meyvelerde aroma bileşiklerini salınımını yavaşlattığını göstermektedir.

Kayısı, muz ve çilek örneklerinde kurutmadan hemen sonra yapılan duyu analizde örnekler arasında çok az fark olduğu ancak depolama sonrasında sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan örneklerin hem renk hem de lezzet olarak en beğenilen örnekler olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarında elde edilen bulgular ile kayısı, muz ve çilek örneklerinin yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulmasının faydalı bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Sodyum aljinat ile kaplamanın ise diğer kaplama materyallerine göre örneklerin renk değerlerini, biyokimyasal bileşiklerini ve aroma bileşenlerini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ticari kurutulmuş meyve üretiminde kullanım olanağı bulabileceği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Buğday Gluteni, Çilek, Hidroksipropil Metil Selüloz, Kayısı, Kurutma, Muz, Sodyum Aljinat, Sodyum Kazeinat, Soya Proteini, Yenabilir Kaplama

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Prof. Dr. Sibel TUNÇ

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE QUALITY PROPERTIES AND STORAGE STABILITY OF DRIED FRUITS COATED USING DIFFERENT EDIBLE COATING SOLUTIONS

PhD Thesis in Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

December 2019; 89 pages

In the thesis, apricot (*Prunus armeniaca* var. Hacıhaliloğlu), banana (*Musa cavendish*) and strawberry (*Fragaria ananassa* var. Festival) samples were coated by dipping in sodium alginate, gluten-soy protein (3: 1), hydroxypropyl methyl cellulose and sodium caseinate solutions and, pre-dried at 40°C to form coating. The samples were then dried with a flow rate of 2.5m / s at 60 °C until the water activity reduced below the target water activity value ($a_w = 0.65$ for apricot, $a_w = 0.4$ for banana and strawberry samples). Physical properties of the dried samples such as dry matter, water activity, shrinkage, rehydration capacity, colour and hardness values were determined. From the chemical properties of the dried samples, antioxidant activity, ascorbic acid content, aroma profile, total carotenoid content in apricot and banana samples and anthocyanin content in strawberry samples were determined. In addition, sensory analyses were performed to evaluate flavour and colour of the samples, and apricot samples were also evaluated for wrinkling. All physical, chemical and sensory analyses were performed immediately after drying and after 90 and 180 days of storage under 100% nitrogen gas.

Apricot, banana and strawberry samples dried faster by coating with sodium alginate and hydroxypropyl methyl cellulose, had higher dry matter content, lower water activity value and less percent shrinkage amount.

L^* , b^* , kroma (C) and hue angle (h°) values of coated and dried apricots and bananas (especially coated with sodium alginate) were found to be higher than the control samples, in other words, the coated and dried samples were less browned. These values also decreased during the storage period. L^* , b^* and C values of coated and dried apricot and banana samples were significantly higher than those of control samples, especially after 180 days of storage. There was insignificant difference between the L^* values of strawberry samples measured immediately after drying, but after 180 days storage, all of the coated samples, especially sodium alginate coated samples, had higher L^* values. In addition, a^* and C values of the dried strawberries were higher than those of the control samples.

Similar to colour results, antioxidant activity, total carotenoid and ascorbic acid contents of coated and dried banana and apricot samples were higher than the control sample. Sodium alginate was more successful in preserving the antioxidant activity, total carotenoid and ascorbic acid amounts of apricots, while hydroxypropyl methyl cellulose was better preserving the carotenoid amount in bananas, and sodium alginate coating was more successful in preserving the antioxidant activity and ascorbic acid content. It was

found that antioxidant activity, anthocyanin and ascorbic acid content of strawberry samples were higher especially in samples coated with hydroxypropyl methyl cellulose.

The aroma analyses of the apricot, banana and strawberry samples immediately after drying and during storage showed that the total peak areas of the aroma compounds detected in the package headspace of the control sample were larger than those of the coated samples. However, after 180 days, the samples were disintegrated, repackaged, allowed to equilibrate for 30 days and then analysis. In this case, the total amount of aroma of the samples dried by coating with sodium alginate was found to be higher than other samples. The total aroma amounts of the other coated samples were also close to or higher than those of the control sample. This result shows that coatings, particularly coating with sodium alginate, slow down the release of aroma compounds in dried fruits.

In the sensory analysis of apricot, banana and strawberry samples immediately after drying, there was small difference between the samples, but after storage, the samples dried by coating with sodium alginate were the most preferred samples both in colour and flavour.

According to the results of the research, coating of the apricot, banana and strawberry samples before drying by edible coating was a useful pre-treatment. It was found that coating with sodium alginate protects the colour values, biochemical compounds and aroma components of the samples better than other coating materials. Therefore, it is thought that it may have a potential use in commercial dried fruit production.

KEYWORDS: Apricot, Banana, Drying, Edible Coating, Hydroxypropyl Methyl Cellulose, Sodium Alginate, Sodium Caseinate, Soy Protein, Strawberry, Wheat Gluten.

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Prof. Dr. Sibel TUNÇ

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, kayısı, muz ve çilek örneklerinin kurutulmasından önce yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulması çalışılmıştır. Meyvelerin yenebilir çözeltiler ile kaplanıp kurutulması ile meyvelerde kurutulması sırasında ve depolama süresince meydana gelen fiziksel farklılıklar ortaya koyulmuş, besin ve aroma maddesi kayıpları engellenmeye çalışılmıştır. Çalışma sırasında kontrol örneği olarak herhangi bir çözelti ile kaplanmadan doğrudan kurutulmuş meyve örnekleri kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulmuş örneklerin kontrol örneğine göre kimyasal bileşenleri ve aroma maddelerini örnekler içerisinde hapsedmesi gibi özellikleri bakımından olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Bunun yanında yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulmuş örneklerden özellikle aljinat ile kaplanan örneklerde renk değerleri oldukça iyi bir şekilde korunmuş ve kontrol örneğine kıyasla kurutma sonrasında taze örneğin renklerine daha yakın olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmayı tez konum olarak öneren, yüksek lisans ve doktora öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek, anlayış ve yardımından dolayı çok değerli hocam Sn. Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmalarım süresince değerli katkılarıyla çalışmalarına yön veren Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Sibel TUNÇ ve Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ'a katkı ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarımın kimyasal analizleri sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TORUN'a ve Gıda Mühendisi Kübra GÜNGÖR'e teşekkürlerimi sunarım.

Görev yapmakta olduğum Akdeniz Üniversitesi Finike Meslek Yüksekokulu'nda, doktora öğrenimim ve tez çalışmalarım sırasında gösterdikleri tüm destek ve anlayıştan ötürü Finike Meslek Yüksekokulu Müdürü Sayın Doktor Öğretim Üyesi Önder KABAŞ'a, Müdür Yardımcısı Doktor Öğretim Üyesi Ahmet AYDIN'a, Gıda İşleme Bölüm Başkanı ve Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi Müdür Yardımcısı Doktor Öğretim Üyesi Cüneyt DİNÇER'e, Yüksekokul Sekreteri Sayın Özlem YALÇIN'a ve yüksekokulumuzda görev yapan bütün akademik ve idari personele teşekkür ederim.

Çalışmalarımın özellikle üretim aşamasında, benden maddi ve manevi yardımını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Gıda Yüksek Mühendisi Tuğçe AYGÜN'e ve çalışmalarım sırasında çoğu zaman babasından, bazen de hem annesinden hem de babasından ayrı kalmak zorunda bıraktığım oğlum Ömer Bera AYGÜN'e teşekkür ederim. Bütün eğitim hayatım boyunca daima desteklerini yanımda hissettiğim ve bugünlere gelmemdeki en büyük destekçilerimden olan babam Ömer Nihat AYGÜN'e, annem Ayfer Ayşe AYGÜN'e, ablam Esra PANCAROĞLU'na, kardeşim Fatih AYGÜN'e ve tüm aileme yürekten teşekkürlerimi sunarım.

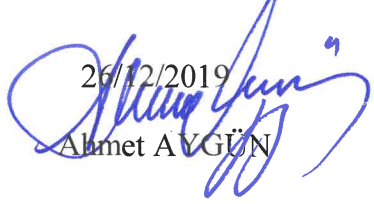
İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	1
2.1. Kurutma	1
2.2. Yenebilir Kaplama ve Filmler	2
2.3. Kullanılan Meyveler (Kayısı, Muz ve Çilek)	4
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Metot.....	9
3.2.1. Kaplama çözeltilerinin hazırlanması	9
3.2.2. Ön hazırlık ve kurutma	10
3.2.3. Modifiye atmosfer paketleme	12
3.2.4. Ambalaj içindeki gaz miktarlarının ölçülmesi.....	12
3.2.5. Kuru madde ve su aktivitesi (a_w)	12
3.2.6. Büzülme oranı.....	13
3.2.7. Yeniden su alma kapasitesi.....	13
3.2.8. Renk değerleri.....	13
3.2.9. Tekstürel özellikleri	14
3.2.10. Aroma tayini	15
3.2.11. Askorbik asit analizi	15
3.2.12. Antioksidan analizi	16
3.2.13. Toplam karoten analizi	17
3.2.14. Çilekte toplam antosiyanin	17
3.2.15. Duyusal değerlendirme	18
3.2.16. İstatistiksel metot	18

EK 2. Muzların kurutmadan sonraki görüntüleri (1: Kontrol, 2: Sodyum Aljinat kaplanmış, 3: Gluten-Soya Proteini kaplanmış, 4: Hidroksipropil metil selüloz kaplanmış, 5: Sodyum Kazeinat kaplanmış)	86
EK 3. Çileklerin kurutmadan sonraki görüntüleri (1: Kontrol, 2: Sodyum Aljinat ile kaplanmış, 3: Gluten-Soya Proteini kaplanmış, 4: Hidroksipropil metil selüloz kaplanmış, 5: Sodyum Kazeinat kaplanmış).....	87
EK 4. Kayısı, muz ve çilek örneklerinin aroma analizlerinde elde edilen örnek kromatogramlar (A: Kayısı, B: Muz C: Çilek).....	88
EK 5. Duyusal değerlendirmede kullanılan formlar	89
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Farklı Yenebilir Film Çözeltileri ile Kaplanarak Kurutulan Meyvelerin Kalite Özellikleri ve Depolanma Stabilitelerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

26/12/2019

Ahmet AVGÜN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a_w : Su aktivitesi

cm : Santimetre

dak : Dakika

g : Gram

kg : Kilogram

L : Litre

mg : Miligram

mL : Mililitre

mm : Milimetre

μ L : Mikrolitre

s : Saniye

sa : Saat

O₂ : Oksijen

CO₂ : Karbondioksit

N₂ : Azot

Tez yazımı sırasında ondalık ayırıcı olarak virgül kullanılmıştır (“21,01”).

Kısaltmalar

C : Kontrol Örnekleri

A : Sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulmuş örnekler

G : Gluten-Soya Proteini ile kaplanarak kurutulmuş örnekler

HPMC: Hidroksipropil metil selüloz

H : Hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulmuş örnekler

S : Sodyum kazeinat ile kaplanarak kurutulmuş örnekler

KM : Kuru madde

Eİ : Esmerleşme indeksi

C : Kroma

h° : Hue açısı

PE : Polietilen

PP : Polipropilen

HDPE : Yüksek yoğunluklu polietilen

TE : Trolox Eşdeğeri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Taze meyve ve sebzeler üzerine yenabilir film kaplamanın etki mekanizması (Lin ve Zhao 2007).	2
Şekil 3.1. Hazırlanmış kaplama çözeltileri (1: Sodyum Aljinat; 2: Gluten-Soya Proteini; 3: HPMC; 4: Sodyum Kazeinat Çözeltisi).....	10
Şekil 3.2. Kayısların kaplama çözeltilisine daldırılması (1: tahta şişlere dizilen kayıslar; 2: kaplama çözeltilisine daldırılmış kayıslar)	11
Şekil 3.3. Muzların kaplama çözeltilisine daldırılması (1: Kaplanmamış muz örnekleri; 2: Kaplanmış muz örnekleri).....	11
Şekil 3.4. Çileklerin kaplama çözeltilisine daldırılması (1: kaplanmamış çilek örnekleri; 2: kaplanmış çilek örnekleri).....	11
Şekil 3.5. Örneklerin paketlenmesinde kullanılan MAP ünitesi.....	12
Şekil 3.6. Hue açısı renk skalası	14
Şekil 3.7. Örneklerin sertlik değerlerinin belirlenmesinde kullanılan tekstür ölçüm cihazı, kullanılan prob ve plaka	14
Şekil 3.8. Farklı konsantrasyonlardaki askorbik asit standardının pik alanı-konsantrasyon grafiği	16
Şekil 3.9. Farklı konsantrasyonlardaki Trolox standardının absorban-konsantrasyon grafiği	17
Şekil 4.1. Kayısı örneklerinin kuru madde miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	21
Şekil 4.2. Kayısı örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	21
Şekil 4.3. Kayısı örneklerinin büzülme oranlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	23
Şekil 4.4. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	24
Şekil 4.5. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	26
Şekil 4.6. Kayısı örneklerinin a^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	27
Şekil 4.7. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	29
Şekil 4.8. Kayısı örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	30

Şekil 4.9. Kayısı örneklerinin antioksidan aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	32
Şekil 4.10. Kayısı örneklerinin toplam karotenoid miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	33
Şekil 4.11. Kayısı örneklerinin askorbik asit miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	33
Şekil 4.12. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi	37
Şekil 4.13. Kayısı örneklerinin duyuusal buruşukluk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	39
Şekil 4.14. Muz örneklerinin kuru madde miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	40
Şekil 4.15. Muz örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	41
Şekil 4.16. Muz örneklerinin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	42
Şekil 4.17. Muz örneklerinin L* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	45
Şekil 4.18. Muz örneklerinin b* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	47
Şekil 4.19. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	48
Şekil 4.20. Muz örneklerinin kroma değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	49
Şekil 4.21. Muz örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	50
Şekil 4.22. Muz örneklerinin toplam antioksidan miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	52
Şekil 4.23. Muz örneklerinin toplam karotenoid miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	52
Şekil 4.24. Muz örneklerinin askorbik asit miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	53
Şekil 4.25. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi	55
Şekil 4.26. Muz örneklerinin duyuusal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	57

Şekil 4.27. Muz örneklerinin duysal renk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	58
Şekil 4.28. Çilek örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	60
Şekil 4.29. Çilek örneklerinin L* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	64
Şekil 4.30. Çilek örneklerinin a* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	64
Şekil 4.31. Çilek örneklerinin b* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	65
Şekil 4.32. Çilek örneklerinin kroma değerlerine ait kaplama ve depolamanın interaksyonu sonuçları	67
Şekil 4.33. Çilek örneklerinin askorbik asit miktarlarına ait kaplama ve depolamanın interaksyonu	69
Şekil 4.34. Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi	71
Şekil 4.35. Çilek örneklerinin duysal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yenebilir kaplama için kullanılan bazı materyaller (Han 2014)	3
Çizelge 2.2. Bazı yenebilir filmlerin oksijen ve su buharı geçirgenlik miktarları	4
Çizelge 3.1. Aroma salınımı analizi için kullanılan GC-MS parametreleri.....	15
Çizelge 3.2. Askorbik asit analizi için kullanılan cihaz parametreleri	16
Çizelge 4.1. Kayısı örneklerinin kuru madde ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.2. Kayısı örneklerinin kuru madde ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru madde, 2: Su aktivitesi)	20
Çizelge 4.3. Kayısı örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 4.4. Kayısı örneklerinin % büzülme miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	22
Çizelge 4.5. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	23
Çizelge 4.6. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	23
Çizelge 4.7. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları	25
Çizelge 4.8. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	25
Çizelge 4.9. Kayısı örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	26
Çizelge 4.10. Kayısı örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	27
Çizelge 4.11. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.12. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)	28
Çizelge 4.13. Kayısı örneklerinin toplam antioksidan miktarı, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları	31
Çizelge 4.14. Kayısı örneklerinin antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Karotenoid (mg/100g KM), 3: Askorbik asit (mg/100g KM))	31

Çizelge 4.15. Kayısı örneklerinin aroma bileşenleri ve % pik alanları	35
Çizelge 4.16. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları	36
Çizelge 4.17. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.18. Kayısı örneklerinin duyuusal analizlerinde elde edilen lezzet, renk ve buruşukluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 4.19. Kayısı örneklerinin duyuusal analiz sonucu elde edilen lezzet, renk ve buruşukluk sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk, 3: Buruşukluk)	38
Çizelge 4.20. Muz örneklerinin kuru madde miktarları ve su aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları	40
Çizelge 4.21. Muz örneklerinin kuru madde miktarları (%) ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru Madde, 2: Su aktivitesi).....	40
Çizelge 4.22. Muz örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.23. Muz örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.24. Muz örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.25. Muz örneklerinin büzülme oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.26. Muz örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.27. Muz örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.28. Muz örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.29. Muz örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.30. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.31. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)	48

Çizelge 4.32. Muz örneklerinin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.33. Muz örneklerinin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Karotenoid (mg/100g KM), 3: Askorbik asit (mg/100g KM))	51
Çizelge 4.34. Muz örneklerine ait aroma bileşenleri ve bu bileşenlere ait % pik alanları.....	54
Çizelge 4.35. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.36. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	55
Çizelge 4.37. Muz örneklerinin duyuşal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.38. Muz örneklerinin duyuşal lezzet ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk)	57
Çizelge 4.39. Çilek örneklerinin kuru madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.40. Çilek örneklerinin kuru madde miktarlarına ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru madde, 2: Su aktivitesi).....	59
Çizelge 4.41. Çilek örneklerinin büzölme oranlarına ait varyans analizi sonuçları	60
Çizelge 4.42. Çilek örneklerinin % büzölme miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.43. Çilek örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.44. Çilek örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	61
Çizelge 4.45. Çilek örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 4.46. Çilek örneklerinin sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (N)	62
Çizelge 4.47. Çilek örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.48. Çilek örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	63

Çizelge 4.49. Çilek örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 4.50. Çilek örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)	66
Çizelge 4.51. Çilek örneklerinin toplam antioksidan, askorbik asit ve antosiyanin içeriklerine ait varyans analizi sonuçları.....	67
Çizelge 4.52. Çilek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Antosiyanin (mg/100g KM)), 3: Askorbik asit (mg/100g KM)	68
Çizelge 4.53. Çilek örneklerine ait aroma bileşenleri ve bu bileşenlere ait % pik alanları.....	70
Çizelge 4.54. Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları	71
Çizelge 4.55. Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	71
Çizelge 4.56. Çilek örneklerinin duysal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 4.57. Çilek örneklerinin duysal lezzet ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk)	72

1. GİRİŞ

Gün geçtikçe kurutulmuş meyve ve sebze tüketiminde artış görülmektedir. İnsanların sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmesi, kurutulmuş meyve ve sebzelerin ara öğün olarak tüketimini ve bazı pastacılık ürünlerinde kullanımını artırmıştır. Kurutulmuş meyve ve sebze pazarının hızlanarak büyümeye devam edeceği düşünülmektedir. Geleneksel olarak güneş altında kurutulan meyve ve sebzeler, endüstriyel boyutta sıcak hava akımında veya sıcak havaya entegre edilmiş mikrodalga kurutma ile yapılmaktadır. Ancak gerek güneş altında gerekse sıcak hava altında kurutulan ürünlerde kurutma sırasında ciddi düzeyde aroma, renk, vitamin ve fenolik madde kayıpları meydana gelebildiği gibi Maillard reaksiyonları nedeniyle hidroksimetil furfural gibi birtakım istenmeyen maddelerin oluşumu da söz konusu olmaktadır. Dondurarak kurutma yöntemiyle kaliteli ürünler elde edilse de yüksek üretim maliyeti nedeniyle kurutulmuş meyve ve sebze üretiminde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu nedenle kurutulmuş ürünlerde kalite özelliklerinin muhafaza edilmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir.

Kurutma, gıdaların dayandırılması amacıyla uygulanan en eski yöntemlerin başında gelmektedir. Gelişmekte olan teknolojinin de yardımıyla kurutma işlemi farklı teknolojilerle birleştirilerek daha kaliteli ürünlerin üretilmesi konusundaki çalışmalar halen devam etmektedir. Sıcak hava ile kurutma esnasında ürünler oksijen ile sürekli etkileşim halinde bulunmakta ve oksijen kaynaklı kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ürünlerin kuruması sırasında doğrudan oksijen ile temasının kısmen ya da tamamen kesilmesi oksidatif tepkimelerin azaltılmasını ya da tamamen ortadan kaldırılmasını sağlayabilir. Ayrıca kuruma sırasında ürünlerin önemli ölçüde aromalarını kaybettiği de bilinmektedir. Kurutma sıcaklığının düşürülmesi, sıcaklıktan kaynaklanan etkileri kısmen ortadan kaldırırken, kurutma süresinin uzaması nedeniyle oksijene maruz kalma süresinin de uzamasından dolayı oksidatif tepkimeleri ve oksijen kaynaklı kalite kayıplarını da artırmaktadır. Bahsi geçen bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için kurutulacak örneklerin kurutma sırasında oksijen ile temasını kesecek ve aroma kaybını azaltacak bir uygulamayı gerektirdiği düşünülmüştür.

Gıdaların dayandırılması amacıyla yenebilir çözeltilerle kaplanması, yüzyıllardır uygulanan en önemli tekniklerden biridir. Gıdaların yenebilir filmlerle kaplanması oldukça eski bir tekniktir. Örneğin 13. yüzyılda bazı turuncgil meyvelerini muhafaza etmek için yüzeylerinin mumlandığı bildirilmektedir (Kester ve Fennema 1986, Uslu 2001). Ancak son zamanlarda taze meyve ve sebzelerin dayandırılması konusunda üzerinde en çok çalışılan konulardan biridir. Yenebilir kaplamalar, genellikle 0,3 mm'den daha az kalınlıkta olup, su kaybını azaltarak, oksijen, karbondioksit ve etilen gazlarına karşı bariyer özelliği göstererek ve yüzey sterilizasyonu sağlayarak meyve ve sebzelerin dayanma sürelerini uzatabilmektedir.

Yenebilir filmler veya kaplamalar belirli bir su buharı veya gaz (oksijen, karbondioksit) geçirgenliğine sahip olduklarından kullanıldıkları gıdanın su kaybını önledikleri gibi oksijen geçirgenliğini de azaltarak mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı da gıdayı korumaktadır. Bu kaplamalar gıdanın yüzeyinin daha parlak ve pürüzsüz görünmesini sağlayarak duyuşsal özelliklerini de belli ölçüde iyileştirmektedir (Çağrı-Mehmetoğlu 2010).

Yenebilir film ve kaplamalar proteinler, karbonhidratlar, lipitler, reçineler veya bunların karışımlarından hazırlanmaktadır (Temiz ve Yeşilsu 2006). Kaplama ve filmlerin su buharı ve gaz geçirgenlikleri yapısını oluşturan maddelerin kimyasal yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Ayrıca yenebilir kaplama için kullanılan materyallerin kullanıldığı ürünlerin tadını olumsuz yönde etkilememesi ve gıdaların kurutulması, depolanması ve tüketilmesi sırasında uygulanan örneklerden ayrılmaması, çatlamaması ve parçalanmaması için esnek bir yapıda olması gerekmektedir. Bu amaçla yenebilir film ve kaplamaların mekanik, bariyer, duyuşal ve besleyici özellikleri gibi özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli plastikleştirici, antimikrobiyal, antioksidan ve tatlandırıcı gibi gıda katkı maddelerinin kaplama ve film çözeltisine eklenmesi gerekmektedir (Uslu 2001). Gıdaların raf ömürlerinin uzatılması amacıyla yenebilir çözeltilerle kaplanması konusunda, son yıllarda yapılmış pek çok çalışma vardır. Ancak kaplama yapılarak meyve ve sebzelerin kurutulması konusu çok yeni bir konu olup, son yıllarda yapılmış birkaç çalışma dışında pek fazla çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmalarda yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan meyvelerde renk, C vitamini ve antioksidan madde kayıplarının azaldığı, rehidrasyon yeteneklerinin iyileştiği bildirilmektedir.

Bu tez çalışmasında ülkemiz açısından son derece önemli bir ekonomik değere sahip olan kayısı (*Prunus armeniaca* var. hacihaliloğlu), kurutma sırasında oksidasyon sonucu renginde hızlı bir karama gerçekleşen muz (*Musa cavendish*) ve oldukça aromatik bir meyve olan çilek (*Fragaria x ananassa* var. festival) örnekleri yenebilir filmlerle kaplandıktan sonra kurutulurken, kurutma işlemi ve depolama sırasında örnek kalitesini en iyi muhafaza eden kaplama materyali belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında kayısı örnekleri ikiye bölünüp çekirdekleri çıkarıldıktan, kabuğu soyulan muz ve çilek örnekleri 5 mm standart kalınlıklarda dilimlendikten sonra farklı kaplama çözeltilerine (sodyum aljinat, buğday gluteni, soya proteini, HPMC ve sodyum kazeinat) daldırılıp 40°C’de ön kurutma yapılarak örnekler üzerinde kaplama tabakasının oluşumu sağlanmıştır. Daha sonra 60°C sıcaklıkta 2.5m/s hava akış hızında kayısılar 0,65, muz ve çilekler ise 0,50 su aktivitesi değerinin altına gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulmuş ürünlerde kuru madde, su aktivitesi, suda çözünür kuru madde miktarı, büzülme miktarı, yeniden su absorbe etme kapasitesi, difüzyon katsayısı, renk, tekstür, aroma, antioksidan kapasitesi, askorbik asit miktarı belirlenerek, kayısı ve muz örneklerinde toplam karotenoid miktarı, çilek örneklerinde antosiyanin miktarı tespit edilerek, duyuşal değerlendirme yapılarak kurutmada kullanılabilecek en uygun kaplama materyalinin belirlenmesine çalışılmıştır. Ayrıca örneklerin depolama sırasında kalitelerini daha iyi muhafaza eden kaplama materyalinin belirlenmesi için örnekler %100 azot gazı altında ambalajlanmış ve 6 ay boyunca oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolama sırasında 90. ve 180. günlerde aynı analizler tekrarlanarak depolama sırasında ürün kalitesini daha iyi muhafaza eden kaplama materyalleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sırasında kayısı, muz ve çilek örneklerinden elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Gerek tablolarda gerekse metin içerisinde daha pratik olması amacıyla her üç meyve için de kontrol olarak kullanılan örnekler C, sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örnekler A, gluten-soya proteini (3:1) karışımı çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örnekler G, hidroksipropil metil selüloz çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örnekler H ve sodyum kazeinat çözeltisiyle kaplanarak kurutulan örnekler ise S harfi ile kodlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

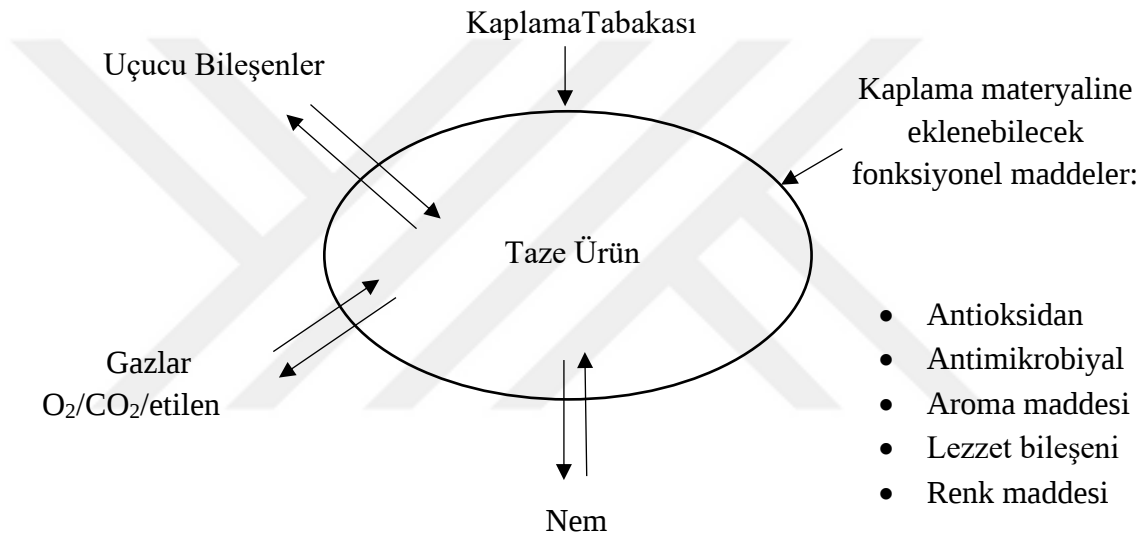
2.1. Kurutma

Kurutma, en eski ve en önemli gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. Kurutmadaki asıl amaç gıdalardaki mevcut serbest suyun uzaklaştırılarak, su aktivitesinin mikroorganizmaların faaliyet gösteremeyecekleri seviyelere düşürülmesidir (Ertugay vd. 1993). Kurutma yapılırken gıdaların duyu ve besinsel özelliklerinin en iyi şekilde korunması da kurutma sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Geleneksel bir yöntem olan güneşte kurutmada kurutma süresinin uzun olması nedeniyle ürünlerde ciddi bir kalite kaybı meydana gelmektedir. Güneşte kurutmada çevresel faktörler kontrol altına alınamadığı için çeşitli haşere ve hayvan (kuş gibi) pisliklerinin ve mikroorganizmaların ürünlere bulaşması nedeniyle ürün ve kalite kayıpları oluşmaktadır. Ayrıca bulaşan mikroorganizma nedeniyle depolama sırasında ürünlerde fermentasyon gelişmekte ve ürün kayıpları artabilmektedir (Cemeroğlu 2009).

Yine kurutma yöntemine ve kurutulan ürünlere bağlı olarak, kurutulan ürünlerde lipid oksidasyonu ve esmerleşme gibi kimyasal değişimler sonucu besin, renk, lezzet ve aroma kayıpları olabileceği gibi büzülme, yeniden su alma kapasitesinde düşme, yüzeyde sert kabuk oluşumu, kolay kırılabilirlik, yüzeyde çatlak ve yarıkların oluşumu, çözünür maddede azalma, kristalizasyon gibi birtakım fiziksel değişimlerinde olduğu bildirilmiştir (Lewicki ve Jakubczyk, 2004, Koç vd. 2008). Tüketiciler açısından kurutulmuş ürünlerin kaliteli ve uygun fiyatlı olması oldukça önemlidir. Son yıllarda, güneş altında kurutmaya göre daha kaliteli ve diğer yöntemlere kıyasla daha uygun fiyata ürün üretilen sıcak havada kurutma yöntemi yaygınlaşmıştır. Fakat sıcak havada kurutma ürünün bazı kalite özelliklerini yeterince muhafaza edememesi nedeniyle mikrodalga ve radyo dalgaları gibi yardımcı yöntemlerle kombine edilerekten kurutma yapılmaktadır (Kaysoglu ve Ertekin 2011). Vakum altında kurutma daha düşük sıcaklıklarda kurutmaya imkân sağladığı için kurutma konusunda üzerinde en çok çalışılan konulardan birisidir. Dondurarak kurutma yöntemi de bir vakum altında kurutma yöntemidir. Bu kurutma yönteminde ürün içerisindeki serbest su önce hızlıca dondurulur, daha çok düşük basınç altında ürünün buzun süblimleşmesi sağlanır (Mercado vd. 2001). Bu yöntem sayesinde, kurutulmuş ürünlerin renk ve aroma özellikleri oldukça iyi bir şekilde muhafaza edilebilir. Ayrıca bu ürünlerde, yaş ürünlerin ikamesi olarak kullanılacak kurutulmuş ürünlerde en önemli faktörlerden biri olan yeniden su tutma kapasitesi oldukça yüksektir. Çileklerin sıcak hava ve dondurarak kurutulmasının karşılaştırılması üzerine yapılan bir çalışmada, dondurularak kurutulan ürünlerin, sıcak havada kurutulanlara göre daha kaliteli olduğu bildirilmiştir (Maritza vd. 2012). Dondurarak kurutma yönteminin en büyük dezavantajları, ilk yatırım, işletim maliyetlerinin yüksek, kurutma süresinin uzun olması ve dolayısıyla ürünün pahalıya mal olmasıdır (Mongpraneet vd. 2002). Diğer taraftan meyve ve sebzelerin kurtulmasında uygulanan bir diğer yöntem de ozmotik kurutmadır. Ozmotik kurutma yönteminde yüksek miktarda (%50-75) çözünür madde (sakaroz, gliserol, tuz gibi) içeren çözeltiler içerisinde belirli sıcaklıkta bekletilen ürünlerin ozmotik basınç farklılıklarından dolayı su miktarlarının azaltılması prensibine dayanır. Genel olarak kurutmadan önce ön kurutma şeklinde uygulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada önce belirli bir miktar sıcak hava ile kurutulan muzların %70'lik şeker çözeltisi içerisinde bekletilmesiyle kuru madde miktarı %64,6 olduğu bildirilmiştir (Fernandes vd. 2006).

2.2. Yenebilir Kaplama ve Filmler

Gıdalarda kalite özelliklerinin muhafazası ve raf ömrünün uzatılması amacıyla son yıllarda uygulanan tekniklerden birisi de yenebilir kaplama ve yenebilir filmlerle ambalajlama işlemidir. Yenebilir kaplamalar ve filmler gıdaları nem, oksijen ve diğer dış etmenlere karşı korumak, üründe meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmek amacıyla kullanılmaktadır. Yenebilir film ve kaplamalar gıdalar ile birlikte tüketilebilmesi, tüketilmese dahi biyobozunur malzemelerden üretildikleri için diğer plastik ambalaj materyalleri gibi çevre kirliliğine yol açmazlar. Ayrıca kaplama ve filmler, formülasyona eklenebilecek antimikrobiyal, aroma ve renk maddeleri gibi bileşikler taşıyıcı olarak da görev yapabilirler (Gennadios ve Weller 1990-1991, Uslu 2001). Taze meyve ve sebzelerin yüzeyini yenebilir filmlerle kaplamanın etki mekanizması Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Taze meyve ve sebzeler üzerine yenebilir film kaplamanın etki mekanizması (Lin ve Zhao 2007).

Yenebilir kaplama materyalleri ve filmler, polisakkaritler (kitosan, aljinat, pektin, karragenan, nişasta, selüloz türevleri vb.), proteinler (kolajen, jelatin, zein, kazein, gluten, soya proteinleri, peyniraltı suyu proteinleri vb.), lipitler / reçineler (asetillendirilmiş monogliseritler, doğal mumlar, sürfektanlar vb.) veya bunların karışımından elde edilebilir (Gennadios vd. 1997, Uslu 2001). Çizelge 2.1’de yenebilir film oluşturmada kullanılan bazı materyaller ve bunların özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yenebilir kaplama için kullanılan bazı materyaller (Han 2014)

Çözelti bileşenleri	Materyal
Kaplama Oluşturma Materyali	- Proteinler: kolajen, jelatin, kazein, kesilmiş süt suyu proteini, zein, buğday gluten, soya proteini, yumurta beyazı proteini, balık miyofibriler proteini, sorgum proteini, bezelye proteini, pirinç kepeği proteini, pamuk proteini, fıstık proteini, keratin - Polisakaritler: nişasta, modifiye nişasta, modifiye edilmiş selüloz (CMC (karboksi metilen selüloz;), MC (metilselüloz), HPC (hidroksipropil selüloz;), HPMC (hidroksipropil metilselüloz)), aljinat, karragenan, pektin, pullulan, çitosan, gellan zımkı, ksantan zımkı - Lipitler: mumlar (balmumu, parafin, karnauba mumu, kandelila mumu, pirinç kepeği mumu), reçineler (şellak, terpen), asetogliseridler
Plastikleştirici	Gliserin, propilen glikol, sorbitol, sükröz, polietilen glikol, mısır şurubu, su
Fonksiyonel Katkı Maddeleri	Antioksidanlar, antimikrobiyaller, besin maddeleri, nutrasötikler, ilaç, tat vericiler, renklendiriciler
Diğer Katkı Maddeleri	Emülgatörler (lesitin, Tween, Span), yağ emülsiyonları (yenebilir mumlar, yağlı asitler)

Saf protein ve polisakkaritlerden üretilen yenebilir film ve kaplamalar genelde sert ve kırılğan yapıda oldukları için kaplama ve film üretimi sırasında polimerlere göre oldukça düşük molekül ağırlığına sahip çeşitli plastikleştiriciler eklenmektedir. Düşük molekül ağırlığındaki plastikleştiriciler polimer zincirleri arasına girip, zincirler arasındaki mesafeyi artırarak, film ve kaplamaların elastikiyetini artırmakta ve kırılğanlığını azaltmaktadır. Genel olarak yenebilir film ve kaplamalarda plastikleştirici olarak polioller (özellikle gliserol ve türevleri, polietilen glikoller ve sorbitol), mono-, di-, ve oligosakaridler (genellikle glikoz şurupları ya da glikoz fruktoz karışımı) ve lipitler (yağ asitleri, monogliseritler ve bunların esterleri, asetogliseridler, fosfolipidler ve diğer emülgatörler) kullanılmaktadır (Wittaya 2012, Uslu 2001).

Yenebilir film ve kaplama üretiminde en yaygın kullanılan plastikleştiricilerden biri olan gliserol ($C_3H_8O_3$) bitkisel ve hayvansal yağların hidrolizi ile elde edilen şurup kıvamında sıvı yapıda renksiz, hafif tatlı bir bileşiktir (Anonim 1).

Yenebilir film ve kaplamaların kütle aktarımına karşı gösterdikleri direnç, film ve kaplamaların kimyasal yapılarına göre değişiklik göstermektedir. Düzenli hidrojen bağ yapıları ve gıda yüzeyini iyi sarmalarından dolayı karbonhidrat ve protein bazlı filmlerin oksijen geçirgenlikleri oldukça düşüktür. (Yang ve Paulson 2000). 1996 yılında Maté ve Krochta tarafından yapılan bir çalışmada, gliserol ile plastikleştirilmiş peyniraltı suyu proteini ve β -laktoglobulin filmlerinde sıcaklığın yükselmesi gaz geçirgenliğini üssel olarak artırdığı bildirilmiştir. Hidroksipropil metil selüloz (HPMC) filmlerinin oksijen geçirgenliğinin ise orta seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Miller ve Krochta 1997). Bunun

yanında karboksimetilselüloz bazlı yenabilir filmlerin oksijen, aroma ve su buharı bariyer özelliği sayesinde bazı ilaçlarda kullanıldığı, buna ilaveten oksijen geçirgenliğini azaltması sayesinde bazı taze sebze ve meyvelerde aşırı olgunlaşmayı geciktirdiği ve kalitesini artırdığı bildirilmiştir (İbrahim ve El Salmawı 2013). Bunun yanında zein, gluten, soya proteini veya peyniraltı suyu proteini bazlı filmlerin kolajene göre aroma geçirgenliklerinin oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (Thakur vd. 2017).

Çizelge 2.2. Bazı yenabilir filmlerin oksijen ve su buharı geçirgenlik miktarları

	<i>Oksijen Geçirgenliği</i> ($\text{cm}^3 \mu\text{m}^{-2} \text{d}^{-1} \text{kPa}^{-1}$)	<i>Su Buharı Geçirgenliği</i> ($\text{gmm}^{-2} \text{h}^{-1} \text{kPa}^{-1}$)	<i>Referans*</i>
Sodyum Aljinat	0,14 (23°C, %50 RH)	2,6 (23°C, %0-85 RH)	1
Gluten – Gliserol (7:3)	102,6 (23°C, %50 RH)	0,93 (23°C, %0-50 RH)	2
HPMC-Gliserol (2:1)	232 (23°C, %50 RH)	7,5 (23°C, %0-40 RH)	3
HPMC- Gliserol (3:1)	454,5 (25°C, %50 RH)	56,0 (27°C, %100-50 RH)	4
HPMC	197,5 (23°C, %50 RH)	0,28 (23°C, %0-50 RH)	5
Sodyum kazeinat– Gliserol (5:1)	11,4 (50% RH)	16,2 (23°C, % 0-45 RH)	6
Soya Proteini – Gliserol (4:1)	48,9 (23°C, % 65RH)	0,5 (23°C, %0- 75RH)	7
Soya Proteini – Gliserol (4:1.5)	7,31 (23°C, %50 RH)	1,05	8

*1: Jost ve Reinelt 2017, 2: Türe vd. 2012, 3: Navarro-Tarazaga vd. 2011, 4: Klangmuang ve Sothornvit 2016, 5: Hay vd. 2018, 6: Çolak vd. 2015, 7: Ortiz vd. 2018, 8: Sui vd 2016

Bunun ile birlikte oransal nem miktarının artması ile daha fazla su molekülü film materyali ile etkileşime girdiğinden dolayı filmlerde daha fazla plastikleşmeye neden olduğundan dolayı gaz geçirgenliğinin düştüğü, bu nedenle filmlerin antioksidan kapasitesinin belirlenmesi işleminin yapılması sırasında ortam neminin kontrol edilmesi gerektiği de bildirilmiştir (Hong ve Krochta 2006). Bazı çalışmada protein veya karbonhidratlardan elde edilen filmlerin düşük oksijen geçirgenliğine karşın yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu belirtilmiştir (Krochta vd. 1994).

2.3. Kullanılan Meyveler (Kayısı, Muz ve Çilek)

Kayısı, hasat süresi ve raf ömrü oldukça kısa olan bir meyvedir. Yıl boyunca tüketilebilmesi için çeşitli muhafaza tekniklerinin uygulanması gerekir. En eski muhafaza tekniklerinden biri olan güneşte kurutma, kayısının uzun süre dayanabilmesi için uygulanan yöntemlerden biridir. Sıcak hava akımı ile kurutma da güneşte kurutmadan sonra kayısı kurutmada en yaygın kullanılan kurutma yöntemidir.

Türkiye en fazla taze ve kurutulmuş kayısı üreten ülke konumundadır. Malatya ve çevresi, Türkiye'nin taze kayısı üretiminin yaklaşık %50'sinin, kurutulmuş kayısının ise yaklaşık %90'ının üretildiği bölgedir (Akın vd. 2008). Hacıhaliloğlu cinsi ise yüksek kuru madde içeriğinden dolayı kuru kayısı üretiminde en fazla tercih edilen çeşittir. Yaklaşık olarak yılda 100 000 ton kurutulmuş kayısı Malatya'dan 112 farklı ülkeye ihraç edilmektedir (Anonim 2).

Kayısının kuru maddesinin önemli bir kısmı şeker ve organik asitlerden (Malik ve sitrik asit) oluşmaktadır (Türkyılmaz vd. 2014). Ayrıca kayısı, çeşitli polifenoller, karotenoidler, C, A ve E vitaminleri gibi önemli miktarda biyoaktif bileşik içerir. Bu bileşikler sağlık üzerine çeşitli faydalarının yanında antioksidan özelliklere de sahiptir (Campbell ve Padilla-Zakour 2013). Hacıhaliloğlu türü kayısının bileşimindeki

polifenoller, ağırlıklı olarak klorojenik asit ve epikateşinden oluştuğu, bunun yanında minor miktarda ise rutin, ferulik asit, gallik asit, pirokateşol ve kateşin bulunduğu bildirilmiştir (Altındağ vd. 2018). Klorojenik asit ve epikateşin en güçlü antioksidan kapasiteye sahip polifenoller arasında yer almaktadır (Bai vd. 2013). Kayısındaki en baskın karotenoid olan β -karotenin ise provitamin A olarak görev yaptığı ve kayısıya kendine has rengini veren bileşik olduğu bildirilmiştir (Dragovic-Uzelac vd. 2007).

Kayısıların kurutulması sırasında meydana gelen kararmanın polifenol oksidaz aktivitesi ve Maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı bildirilmiştir. Kayıslarda meydana gelen hem enzimatik hem de enzimatik olmayan esmerleşmeyi önleyerek karakteristik altın sarısı rengini ve tadını muhafaza etmek için, kurutmadan önce, kükürt dioksit veya sodyum metabisülfid ile muamele edilir. Her ne kadar SO_2 'nin renk üzerinde koruyucu etkisi olsa da kayısının β -karoten içeriğinin, kurutma sırasında önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Campbell vd. 2013, Akın vd. 2008). Ayrıca kurutma süresinin uzaması, ürünlerin oksijene maruz kalma süresini de uzattığı için kayısının bileşimindeki β -karoten ve diğer fenolik bileşiklerin önemli ölçüde azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Akın vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2014). β -karoten, karbon atomu ile arasındaki çoklu konjuge çift bağlarından dolayı oksidasyona karşı oldukça hassastır (Meléndez-Martínez vd. 2004). Ayrıca, oksidasyon kurutulmuş kayıslardaki askorbik asit bozulmasının temel nedenidir (Akın vd. 2008). Bunun yanında, yüksek dozda sülfür uygulanmadıkça depolama sırasında güneşte kurutulmuş kayıslardaki enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonların devam ettiği ve bu reaksiyonlardan dolayı polifenol, organik asit ve β -karoten kaybı gerçekleştiği kaydedilmiştir (Salur-Can vd. 2017, Altındağ vd. 2018).

Tüketicilerin farkındalığının artması sayesinde besleyici değeri yüksek, sağlıklı olduğu kanıtlanmış ürünlere olan talep gün geçtikçe artış göstermektedir. Günümüze kadar, kayısının biyoaktif bileşenlerini korumaya yönelik olarak, güneşte kurutma öncesinde çeşitli konsantrasyonlarda kükürt dioksit uygulanması (Altındağ vd. 2018), farklı sıcaklıklarda sıcak havada kurutma (Meilgaard vd. 2006) ve mikrodalga destekli sıcak havada kurutma gibi teknikler uygulanmıştır. SO_2 'nin zararlı olması konusunda tüketici bilinci oluşması ve sülfitsiz ürün tercihinin artmasından dolayı, sülfid uygulanmadan güneşte doğal olarak kurutulmuş kayısıya talep artmıştır. Ancak bu kayısılar koyu renkte olmakta ve pek çok biyoaktif bileşen kaybı gerçekleşmektedir.

Muz, *Musaceae* familyasından bir meyvedir ve genel olarak Hindistan, Çin, Uganda, Ekvador, Filipinler, Nijerya, ABD ve Avrupa birliği ülkelerinde yetiştirilmektedir (Padam vd. 2014). 2017 yılında, tüm dünyada toplam yaklaşık 114 milyon ton üretimiyle çok üretilen meyvelerden birisidir. Türkiye'de ise 2017 yılında yaklaşık 369 bin ton muz üretilmiştir (FAO).

Genel olarak muzun bileşiminde nişasta ve şekerin yanı sıra, A, B, C ve E vitaminleri (Sulaiman vd. 2011), lignin, tanenler, antosiyaninler, kateşin ve epikateşin gibi farklı fenolik bileşikler (Arvanitoyannis ve Mavromatis 2009) ve K, Ca, P, Na, Mg, Fe, Zn ve Mn gibi çeşitli mineraller bulunmaktadır. Ayrıca, glikoz, fruktoz, sakkaroz'un yanı sıra diğer farklı karbonhidratlardan (Adisa ve Okey 1987) oluştuğundan, uygun bir enerji kaynağı olarak tüketilebilir.

Hasat edilen muzların hızlı olgunlaşması ve kısa sürede bozulması nedeniyle hasattan sonra kısa süre içerisinde tüketilmesi ya da farklı yöntemlerle muhafaza edilmesi gerekmektedir. Muzların biyolojik yapısının dondurma işlemine uygun olmaması, muhafaza edilmeleri için dondurulmalarını olanaksız kılmaktadır. Kurutma işlemi, bütün gıdalarda olduğu gibi muzlarda da su aktivitesini mikrobiyal gelişmenin gerçekleşebileceği değerin altına düşürdüğü için, raf ömrünü önemli ölçüde uzatmaktadır (Oliveira vd. 2006).

Demirel ve Turhan tarafından 2003 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada *Dwarf cavendish* çeşidi muzları 2 mm kalınlığında dilimleyerek, sodyum bisülfid ve askorbik/sitrik asit karışımı çözeltisiyle yıkadıktan sonra 40-70°C arasındaki sıcaklıklarda 3,3 mm/s hava hızında kurutmuşlardır. Kurutma sıcaklığının yükselmesinin, ürünlerin kurutulduktan sonraki renginin koyulaştığını belirtmişlerdir. Muzların 70°C’de gerçekleştirilen kurutma denemesinde tüketilemeyecek durumda olduklarını ve ayrıca 60°C üzerindeki sıcaklıklarda muzların kurutulmasının uygun olmadığını da bildirmişlerdir.

Çilek (*Fragaria ananassa Duch.*), Rosaceae familyasına ait, pazar talebi yüksek, aroması ve tadı nedeniyle sevilerek tüketilen bir meyvedir. Ayrıca yüksek vitamin içeriği ve antioksidan aktivitesi nedeniyle bazı kanserlerin, enflamatuvar fonksiyon bozukluğunun ve kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasıyla da ilişkilidir (Giampieri vd. 2012, Adak vd. 2017).

Çilek mekanik yaralanma, fizyolojik bozukluklar, mantar aktivitesi ve su kaybına karşı oldukça hassastır. Hasat sonrası ömürlerinin kısa olması, taze pazar potansiyelini ve tüketici erişimini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Aday ve Caner 2014).

El-Beltagy vd. (2007) *Fragaria ananassa* çeşidi çilekleri kurutmadan önce %2’lik sodyum metabisülfid çözeltisi ile yıkamış ve yıkanmamış örneklerle göre yeniden su alma kapasitelerinin önemli ölçüde yükseldiğini, ayrıca dilimlenen çileklerin kuruma hızının da arttığını bildirmişlerdir.

De-Bruijn ve Borquez (2014) tarafından yapılan bir çalışmada kurutma yöntemlerinin çileklerin (*Fragaria ananassa*, cv. San Andreas) fizikokimyasal özelliklerine etkileri karşılaştırılmış ve sıcak hava ile kurutulan örneklerin %72 büzülme miktarına sahip olduğu bildirilmiştir.

Literatürde kaplanarak kurutulan meyve ve sebze üzerine az sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada %1’lik karboksimetil selüloz çözeltisi ile kaplanan ve ultrasonik güç uygulandıktan sonra 80°C’de 3m/s hava hızında kurutulan muz dilimlerinin kontrol örneklerine göre sertliğinin, renk değişiminin ve büzülmesinin azaldığı, toplam fenolik içeriğinin ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Nadery Dehsheikh ve Taghian Dinani 2019). Doğal mısır, modifiye mısır ve manyok nişastalarıyla kaplanarak kurutulan balkabağı dilimlerinde alfa-karoten ve trans-beta-karoten kaybının kontrole göre %12-15 oranında daha az gerçekleştiği bulunmuştur (Lago-Vanzela vd. 2013). Ayrıca bal kabaklarının pektinle kaplanarak kurutulması, kurutma verimini etkilemediği belirtilmiştir (Molina vd. 2016). Pektinle kaplanarak kurutulan papaya dilimlerinde kontrole göre C vitamini ve renk kaybının azaldığı tespit edilmiştir (Garcia vd. 2014). Yapılan bir çalışmada arab zamkı ile kaplanmış domates

dilimlerinin güneş veya sıcak hava altında kurutulması ve depolanması sırasında kaplamanın antioksidan madde ve likopen kaybını azalttığı, rehidrasyon özelliğini iyileştirdiği kayıt edilmiştir (Babiker ve Eltoum 2014).

Ozmotik ön kurutma yapılan ananas dilimleri pektin ve peynir altı suyu proteinleri/keçiyoynuzu gamı ile kaplandıktan sonra 60 ve 70°C sıcaklıkta kurutulmuş, kaplama materyallerinin kuruma davranışını değiştirmede, her iki kaplama materyalinin de C vitamini kaybını önlemede başarılı olduğu, pektinle kaplanan ananas dilimlerinde L* değeri değişimin daha az olduğu bildirilmiştir (Silva vd. 2015). Yapılan başka bir çalışmada da ozmotik olarak yarı kurutulmuş ananas dilimleri kazeinat ve kitosan bazlı film çözeltileriyle 4 farklı teknik kullanılarak kaplanmış ve kahvaltılık tahıllarla karıştırılıp altı ay süreyle depolanmıştır. Özellikle vakum emdirme ve açık havada kurutma tekniği ile kazeinle kaplanan ürünlerin kullanıldığı karışımın raf ömrünü önemli ölçüde diğerlerinden uzun olduğu bulunmuştur (Talens vd. 2012).

Miranda ve Marco (2005) tarafından yapılan bir çalışmada kavrulmuş fındık, badem ve ceviz içi hidroksipropilmetil selüloz, hidroksipropil selüloz, metil selüloz, karboksimetil selüloz, etilmetil selüloz, arap zıncı bazlı çözeltilerle kaplanmış ve hidroksipropilmetil selülozun oksidasyona karşı bu ürünleri daha iyi muhafaza ettiği tespit edilmiştir. Kavrulmuş yer fıstığı peynir altı suyu proteinleri/gliserol ile kaplandığında fıstıktaki oksidatif bozulmanın geciktiği ve kaplama kalınlığı arttıkça kaplamanın etkinliğinin de arttığı bulunmuştur (Mate vd. 1996). Bir başka çalışmada da mikrokristal selülozla kaplanan kurutulmuş üzümün birbirine yapışmasının önleniği bildirilmiştir (Creighton ve Worwa 2009).

Nişasta ve pektin türleriyle kaplanarak kurutulan elma dilimlerinin, kırılabilirliğinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Lenart ve Piotrowski 2001).

Yenebilir film formülasyonu optimizasyonunun çalışıldığı bir araştırmada elma zein ve propilen glikolün farklı kombinasyonları ile hazırlanan yenebilir filmler ile kaplanmıştır. Elmaların ağırlık kaybı, parlaklığı, solunum hızı, şeker içeriği ve uçucu bileşenleri analiz edilmiş ve bu özellikleri korumada en uygun kombinasyonun % 10 zein ve % 10 propilen glikolden oluşan filmin olduğu bildirilmiştir (Bai vd. 2003).

Dilimlenmiş elma ve patatesin yenebilir film ile kaplanması üzerine yapılan başka bir çalışmada ise örnekler % 5 protein, % 2,5 gliserol, % 0,25 karboksimetilselüloz (CMC) ve % 0,125 CaCl₂ içeren film ile kaplanmıştır. Dilimlenmiş ürünlerde protein bazlı yenebilir film ile kaplamanın ürünlerin tadında, kokusunda herhangi olumsuz bir etki bırakmadığı, doku hasarı oluşturmada enzimatik esmerleşmeyi kontrol altına aldığı belirtilmiştir (Tien vd. 2001).

Domatesin hasat sonrası olgunlaştırmasını geciktirmek amacıyla yenebilir film kaplamanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise domatesler % 20 gliserol, %10 zein ve % 1 aljinat ile kaplanmıştır. Araştırma sonucu özellikle zein ile kaplanmış domateslerde raf ömrünün arttığını, kaplamanın depolama süresince ağırlık kaybını azalttığı, renk stabilitesini koruduğu ve kaplanan domateslerin duyuşal açıdan da tercih edilen örnekler olduğu belirtilmiştir (Zapata vd. 2008). Yine domatesin yenebilir film ile kaplanması üzerine yapılan başka bir çalışmada film materyali olarak zein kullanılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir (Park vd. 1994).

Yenebilir film ile kaplanan çilek, kiraz ve kayısı meyvelerinin depolama süresince fizikokimyasal özelliklerindeki değişiminin araştırıldığı bir çalışmada meyveler süt proteini ile kaplanmıştır. Araştırmada süt proteini ile hazırlanan filme balmumu ve stearik-palmitik asit karışımından farklı oranlarda ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda çilek ve kirazın raf ömrünü uzatmada yenebilir film ile kaplamanın etkili olduğu, özellikle süt proteini ile hazırlanan ve içerisinde protein oranının % 30'u kadar balmumu içeren filmin bu meyvelerin raf ömrünü iki kat arttırdığı bildirilmiştir (Uslu 2001).

Çileğin raf ömrünün arttırılmasına yönelik yapılan başka bir çalışmada çilekler süt proteini bazlı film materyalleri ile kaplanmış ve ayrıca örneklere farklı dozlarda (1.5 kGy-32 kGy) γ -ışınlanma işlemi uygulanmıştır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda süt proteini ile kaplanan ve özellikle 1.5 kGy dozda ışınlanan çileklerde küf gelişiminin azaldığı ve kaplama ile ışınlama işleminin sinerjik etki gösterdiği bununla birlikte kaplama işleminin çileklerde ışınlama işleminden daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Vachon vd. 2003). Benzer şekilde yine çileğin süt proteini bazlı film ile kaplanıp ışınlanması üzerine yapılan bir çalışmada ışınlanmış örneklerin renk, sertlik, ağırlık kaybı ve duyu özelliklerini daha iyi koruduğu, kaplama materyalinin içerisine antimikrobiyal madde ilavesinin raf ömrünü iki kat arttırdığı bildirilmiştir (Junqueira-Goncalves vd. 2014).

Yenebilir film ile kaplama üzerine yapılan başka bir çalışmada, farklı kaplama materyalleri ile (kalsiyum kazeinat, sodyum aljinat, kitosan) kaplanan yaban mersininin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve kazein ile kaplanan örneklerde olgunlaşma süresinin uzadığı ve tekstürel özelliklerin en iyi şekilde korunduğu sonucuna ulaşılmıştır (Duan vd. 2011).

Bu tez çalışmasında kayısı, muz ve çilek örnekleri sodyum aljinat, gluten-soya proteini karışımı(3:1), HPMC ve sodyum kazeinat çözeltileri ile kaplanarak, kurutulmuş ve kurutulan meyvelerin, kurutmanın hemen sonrasında, 90 ve 180 gün depolama sonrasında kuru madde miktarı, su aktivitesi, yeniden su alma kapasitesi, % büzülme miktarı, sertlik, renk gibi fiziksel, aroma bileşikleri, antioksidan aktivite, askorbik asit, karotenoid ve antosiyanin gibi kimyasal ve lezzet, renk ve buruşukluk gibi duyu analizler yapılarak kaplamaların meyve kalitesini korumadaki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan kaplama materyallerinin ürünlerin kurutulması sırasında ve depolama süresince örneklerin oksijen ile temasını azaltarak, oksidasyondan kaynaklanan istenmeyen gelişmeleri engellemesi ve daha kaliteli ürünler ortaya çıkması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Tez çalışmasında kullanılan kayısı, muz ve çilek örnekleri yerel üreticilerden temin edilmiştir. Film çözeltilerini hazırlamada kullanılan sodyum kazeinat, buğday gluteni, soya proteini ve hidroksipropil metil selüloz Smart Kimya Tic. ve Danışmanlık Ltd. Şti. (İzmir)'den, projede kullanılacak olan kimyasal maddeler Sigma-Aldrich (Almanya) veya Merck (Almanya)'dan temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Kaplama çözeltilerinin hazırlanması

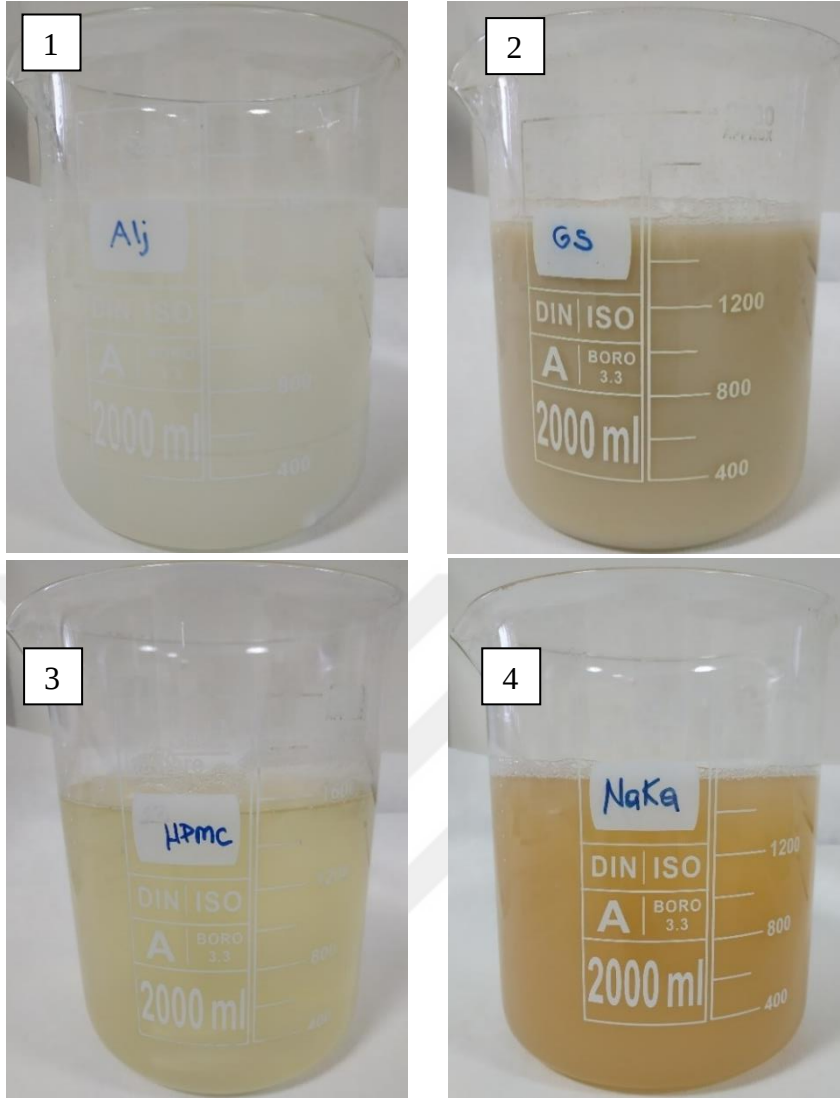
Sodyum aljinat çözeltisinin hazırlanması: Sodyum aljinat çözeltisi 30 g sodyum aljinat, plastikleştirici olarak 10,5 g gliserol (sodyum aljinat miktarının %35'i) ve 1460 g sıcak su (95°C) manyetik karıştırıcıda 60 dakika karıştırılarak hazırlanmıştır. Sodyum aljinatın çözünürlüğünü arttırmak için, çözelti pH'ı sitrik asit ile 3'e ayarlanmıştır.

Vital buğday gluteni-soya proteini çözeltisinin hazırlanması: Yapılan ön testlerde, sadece buğday gluteni kullanılarak elde edilen filmler kırılgan bir yapı gösterdiğinden, buğday gluteni, soya proteini ile karıştırılarak (%75 buğday gluteni ve %25 soya proteini) çözelti hazırlanmasının film oluşturmak adına daha uygun olduğu kararlaştırılmıştır. Film çözeltisi hazırlamak için 112,5 g buğday gluteni ve 37,5 g soya proteini ilk önce toz haldeyken karıştırılmıştır. Daha sonra plastikleştirici olarak 30 g (protein miktarının %20'si) gliserol ve 1320 g sıcak su (95°C) eklenmiştir. Proteinlerin çözünürlüğünün artırılması için, çözelti pH'ı sitrik asit kullanılarak 3'e ayarlanmış ve 95°C'deki sıcak su banyosunda 60 dakika bekletilmiştir.

HPMC çözeltisinin hazırlanması: HPMC çözeltisi 105 g HPMC, 36,75 g gliserol (HPMC miktarının %35'i) üzerine 1358,25 g sıcak su (95°C) ilave edilip, manyetik karıştırıcı 60 dakika karıştırılmış ve 95°C'deki sıcak su banyosunda 60 dakika bekletilerek hazırlanmıştır.

Sodyum kazeinat çözeltisinin hazırlanması: Sodyum kazeinat bazlı kaplama çözeltisinin hazırlanması için 120 g sodyum kazeinat ve 42 g (protein miktarının %35'i) gliserol üzerine 1338 g saf su ilave edilmiştir. Karışım daha sonra bir el blenderi ile karıştırılmış ve 95°C'deki su banyosunda 45 dakika bekletilmiştir.

Hazırlanmış kaplama çözeltilerinin görüntüleri Şekil 3.1'de verilmiştir.



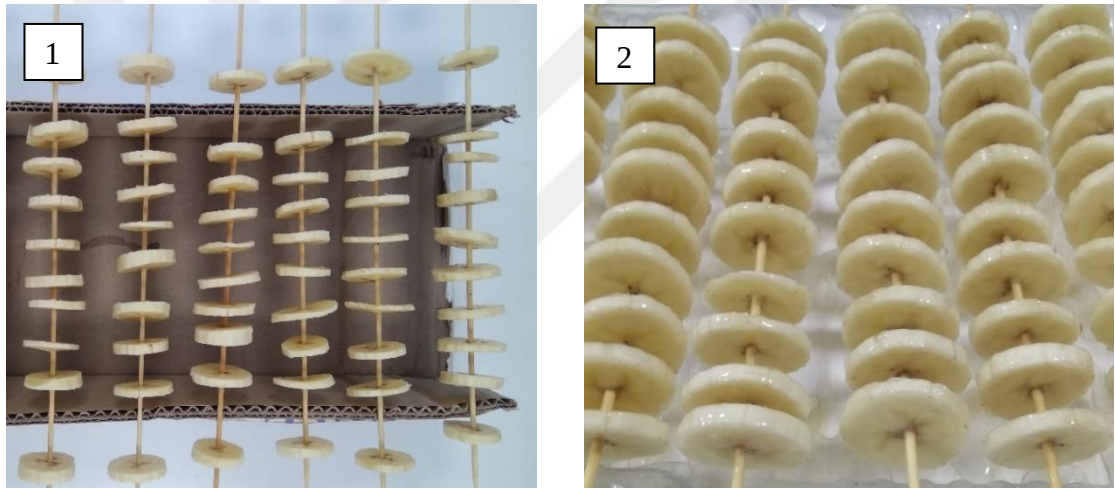
Şekil 3.1. Hazırlanmış kaplama çözeltileri (1: Sodyum Aljinat; 2: Gluten-Soya Proteini; 3: HPMC; 4: Sodyum Kazeinat Çözeltisi)

3.2.2. Ön hazırlık ve kurutma

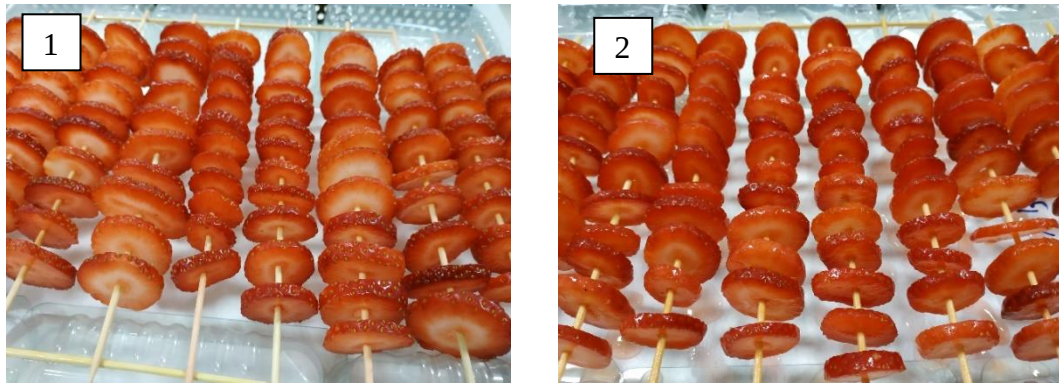
Kayıslar ikiye bölünüp çekirdekleri çıkarıldıktan sonra, muzlar kabukları soyulup, çilekler ise doğrudan yaklaşık 5 mm kalınlığında dilimlendikten sonra, kurutma sırasında örneklerin birbirine ve zemine temas etmemesi ve tekdüze bir kaplama sağlanması amacıyla, 1,25 mm çapında ve 20 cm uzunluğunda tahta şişlere dizilmiştir. Tahta şişlere dizilerek kaplama çözeltilerine daldırılan örneklerin görüntüleri Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4'te verilmiştir. Daha sonra kontrol örnekleri direkt, kaplanarak kurutulacak örnekler ise kaplama çözeltilerine daldırılıp 60 saniye bekletildikten sonra meyve örnekleri üzerinde film oluşturmak amacıyla 40°C'de ön kurutma yapılmış ve ardından 60°C'de 2,5 m/s'lik hava hızında kurutulmuştur. Kayısı örnekleri 40°C'de 4 saat ön kurutma yapıldıktan sonra 60°C'de 24 saat, muz ve çilek örnekleri ise 40°C'de 2 saat ön kurutma yapıldıktan sonra 60°C'de 6 saat kurutulularak hedeflenen su aktivitesi değerinin (kayıslar için bu değer 0,65, muz ve çilek örnekleri için ise 0,4 a_w değeri) altına düşürülmüştür.



Şekil 3.2. Kayısların kaplama çözeltisine daldırılması (1: tahta şişlere dizilen kayıslar; 2: kaplama çözeltisine daldırılmış kayıslar)



Şekil 3.3. Muzların kaplama çözeltisine daldırılması (1: Kaplanmamış muz örnekleri; 2: Kaplanmış muz örnekleri)



Şekil 3.4. Çileklerin kaplama çözeltisine daldırılması (1: kaplanmamış çilek örnekleri; 2: kaplanmış çilek örnekleri)

3.2.3. Modifiye atmosfer paketlenme

Kurutulduktan sonra depolanacak örnekler, 13.5x9x4 cm boyutlarında PVC/EVOH/PE tabak içerisine konup %100 azot gazı altında ve düşük yoğunluklu polietilen (65 mikron) poliamidden (15 mikron) oluşan lamine bir film ile Şekil 3.5'te gösterilen modifiye atmosfer paketlenme makinesi (KV-600, Lipovak, Sakarya, Türkiye) kullanılarak paketlenmiştir. 80 µm kalınlığındaki üst filmin oksijen geçirgenliği; 8.52 mL/m²/gün ve su buharı geçirgenliği 0.031 (g.mm)/(sa.kPa.m²) olduğu bildirilmiştir.



Şekil 3.5. Örneklerin paketlenmesinde kullanılan MAP ünitesi

3.2.4. Ambalaj içindeki gaz miktarlarının ölçülmesi

Analiz günlerinde ambalajlar açılmadan önce tabak tepe boşluğundaki gaz miktarları, paket içi gaz ölçüm cihazı (OxyBaby M+, Witten, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.5. Kuru madde ve su aktivitesi (a_w)

Kurutulmuş örneklerin kuru madde içerikleri AOAC (1984) yöntemine göre gravimetrik olarak yapılmıştır. Bir blender (Waring, Connecticut, ABD) ile öğütülen örnekler, darası alınmış cam petri kaplarına yaklaşık 1 g olacak şekilde tartılmış ve vakumlu etüvde (70 ± 2°C, 20mmHg), (Memmert®, Büchenbach, Almanya) sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra desikatör içinde oda sıcaklığına gelene kadar soğutulan örnekler, hassas terazi ile tartılıp aşağıdaki eşitlik kullanılarak kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru madde} = \frac{W_0 - W_s}{w_o} \times 100 \quad (3.1)$$

W₀: Başlangıç ağırlığı, W_s: Son ağırlık

Örneklerin su aktivitesi değerleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Labswift, Novasina, Lachen, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.6. Büzülme oranı

Örneklerin kurutma esnasındaki büzülme oranları, kurutma öncesinde ve sonrasında örneklerin çapları dijital kumpas ile ölçülüp, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Çaptaki büzülme} = (D / D_0) \times 100 \quad (3.2)$$

Eşitliklerde; D = Kurutma sonrası çap, D₀ = Kurutma öncesi çap.

3.2.7. Yeniden su alma kapasitesi

Kaplanmamış ve kaplanmış örneklerin yeniden su alma kapasitesi Nimmanpipug vd. (2013)'ye göre yapılmıştır. Bu amaçla, hassas terazi ile tartılan 1 dilim örnek oda sıcaklığında 100 mL saf su içerisine daldırılarak 30 dakika bekletilmiş, daha sonra örnekler hassas terazi ile tartılarak örnek tarafından emilen su miktarı belirlenmiştir.

3.2.8. Renk değerleri

Örneklerin renk değeri, renk ölçüm cihazı (Minolta CR 400, Osaka, Japonya) ve CIE-Lab renk skalası kullanılarak belirlenmiştir. CIE-Lab renk skalası üç boyutlu renk ölçümünü esas alır ve buna göre L*=0 ile 100 arası siyahlık ve beyazlık, a*= -80 ile +100 arası yeşillik ve kırmızılık, b*= -80 ile +70 arası mavilik ve sarılık boyutunu veya yerini gösterir (Nielsen 1998). Ölçümlerden önce cihaz Y=88.2, x= .3176 ve b= .3348 değerlerine sahip beyaz kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir.

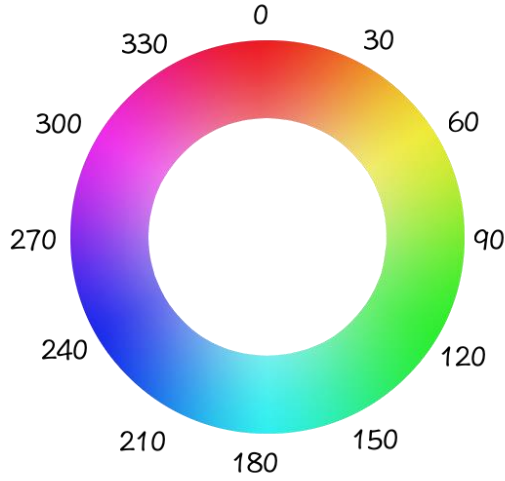
Daha sonra renk değerleri kullanılarak örneklerin, esmerleşme indeksi (Eİ), kroma (C) ve hue açısı (h°) değerleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. Hue açısı renk skalası Şekil 3.6'da verilmiştir.

$$E\dot{I} = 100 \cdot \frac{(X-0,31)}{0,17} \quad (3.3)$$

$$x = \frac{(a+1,75.L)}{(5,645.L+a-3,012)} \quad (3.4)$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3.5)$$

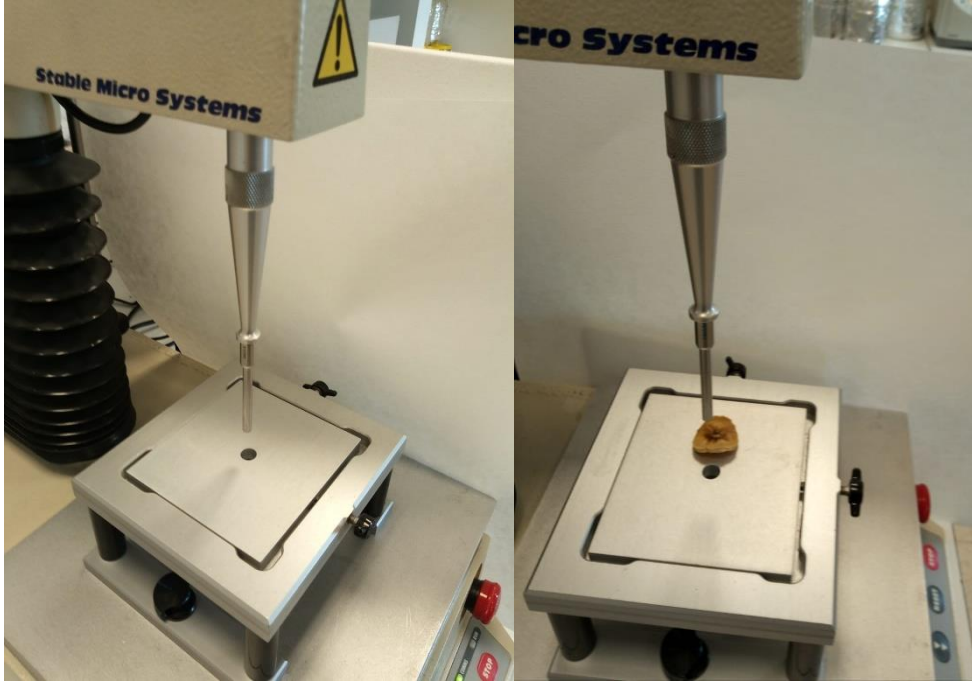
$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3.6)$$



Şekil 3.6. Hue açısı renk skalası

3.2.9. Tekstürel özellikleri

Kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin tekstür özellikleri tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, Birleşik Krallık) kullanılarak belirlenmiştir. 10 mm çapındaki delikli plaka üzerine yerleştirilen örnekler 0,5 mm çapındaki paslanmaz çelikten yapılmış silindirik prob kullanılarak, 2 mm/s sabit hızda 30 mm derinliğe kadar (esneyen örneklerin de delinebilmesi için) bastırılarak delinmiş ve cihazın yazılımı (Texture Exponent 32) kullanarak örneklerin sertlikleri hesaplanmıştır. Sertlik analizinde kullanılan prob ve plaka şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Örneklerin sertlik değerlerinin belirlenmesinde kullanılan tekstür ölçüm cihazı, kullanılan prob ve plaka

3.2.10. Aroma tayini

Modifiye atmosfer altında paketlenen örneklerin ambalaj içinde serbest halde bulunan aroma miktarlarının belirlenmesi Thermo marka Tek Kuadropollu Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi (GC-MS) (Waltham, ABD) ile Pizzoni vd. (2015)'in belirttiği yöntem modifiye edilip kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Depolama süresince, her 90 günde bir oda sıcaklığında bekletilen ambalajlardan gaz tutucu GC-MS şırıngası (Hamilton, İsviçre) ile tepe boşluğundan 5 mL gaz çekilmiş, manuel enjeksiyon ile şırıngadaki gazın 1 mL'si cihaza verilmiştir. 30 dk süresince devam eden analizde elde edilen kromatogramdaki pikler, cihaz kütüphanesinde taratılmış ve tanımlanmıştır. Sonuçlar Elmacı ve Altuğ (2002) tarafından verildiği gibi % pik alanı cinsinden verilmiştir. Analiz parametreleri aşağıdaki Çizelge 3.1 ve örnek kromatogramlar Ek 4'te verilmiştir.

Ayrıca örnekler bir blender ile öğütülerek tekrar paketlenmiş ve 30 gün dengeye gelmesi beklendikten sonra tekrar aroma analizi yapılmış ve kaplamaların aroma bileşenlerini örneklerin içinde hapsedip etmediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3.1. Aroma salınımı analizi için kullanılan GC-MS parametreleri

Kolon	Thermo Sci. Trace TR-5MS 0,25 µm, 0,25mm x 30m
Kolon sıcaklık programı	40°C – 3 dk bekleme 150°C (10°C/dk) – 1 dk bekleme 250°C (10°C/dk) – 1 dk bekleme
Kütle tarama modu	Tam Tarama 33,00 – 350,00 m/z
Akış hızı (He)	1 mL/dk
İyonlaşma gücü	70 eV çarpıştırma
Enjeksiyon miktarı	1000 µL (Head Space)
Analiz süresi	35 dk

3.2.11. Askorbik asit analizi

Örneklerin askorbik asit (AA) içerikleri Asami ve arkadaşları (2003) tarafından uygulanan metoda göre HPLC ile tespit edilmiştir. 2,5 g tartılan meyve örnekleri üzerine 25 mL m-fosforik asit çözeltisi (%4.5) eklenip, blender yardımı ile parçalanmış, süspansiyon m-fosforik asit çözeltisi ile 4 kat seyreltildikten sonra membran filtreden (0.45 µm) süzülerek HPLC'ye enjekte edilmiştir. Örnekler DGU-20A5 degaz ünitesi, LC-20AD pompa ünitesi, SIL-20AD otomatik örnekleyici, CTO-20AC kolon fırını, SPD-20M20A diode array detektörden oluşan HPLC (LC 20A Serisi, Shimadzu, Japonya) sisteminde analiz edilmiştir.

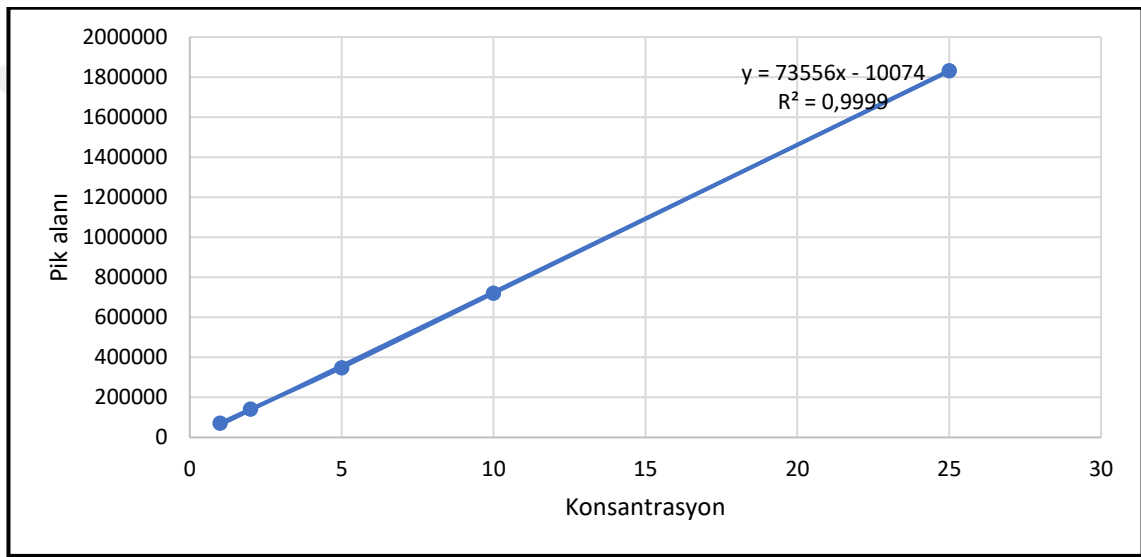
m-Fosforik asit ile 5 farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart AA çözeltileri örnek analiz koşullarında HPLC'de yürütülmüş ve tutulma zamanı belirlenmiştir. Örnek pikleri ile standart pikinin tutulma zamanı, UV spektrumları ve benzerlik indeksleri dikkate alınarak tanımlama yapılmıştır. Ayrıca örneklere standart L-askorbik asit ilave edilerek pik alanlarındaki değişimler dikkate alınarak doğrulanmıştır.

Örneklerdeki AA miktarı, örneklerle aynı koşullarda cihaza enjekte edilen 5 farklı konsantrasyondaki L-askorbik asit standart çözeltileri ile oluşturulan standart eğri

yardımıyla hesaplanmış ve kuru madde cinsinden verilmiştir (Şekil 3.8). Kromatografi koşulları Çizelge 3.2 'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Askorbik asit analizi için kullanılan cihaz parametreleri

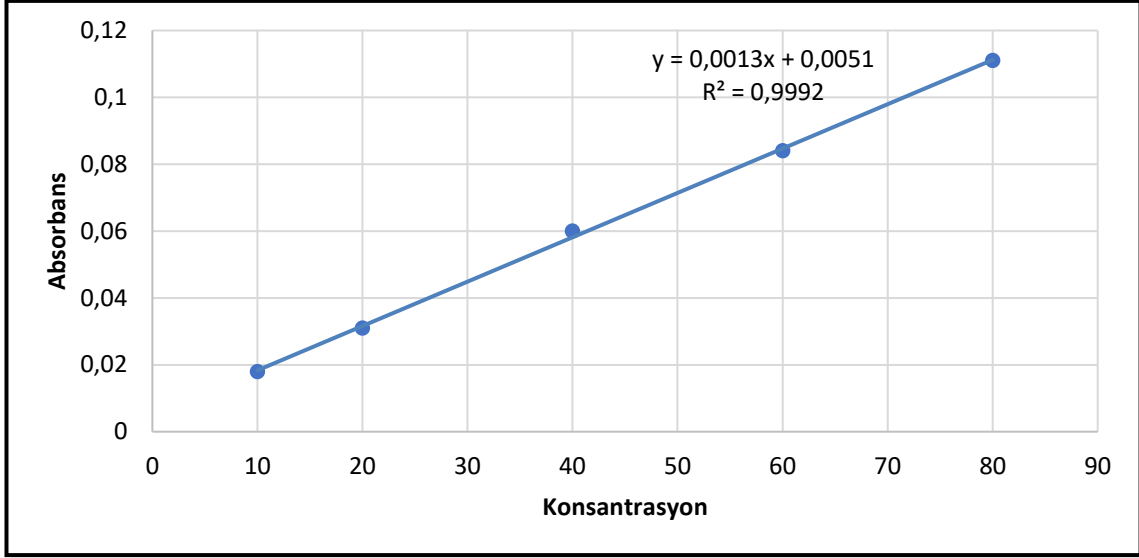
Kolon:	<i>Nucleosil 5 C 18</i>
Kolon sıcaklığı:	35°C
Hareketli faz:	Su, pH 2.2 (Sülfürik asit ile ayarlanmış)
Akış hızı:	0.5 mL/dk
Dedektör:	Diode Array, 245 nm
Enjeksiyon miktarı:	20 µL
Analiz süresi:	35 dk



Şekil 3.8. Farklı konsantrasyonlardaki askorbik asit standardının pik alanı-konsantrasyon grafiği

3.2.12. Antioksidan analizi

Antioksidan aktivite tayini Von Gadow vd. (1997) ve Maisuthisakul vd. (2007) tarafından kullanılan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidraçzil) radikalinin inhibisyonuna dayanan yöntemle yapılmıştır. Örnekler için ekstraktlardan birer tüp içerisine 100'er µL alınarak üzerine 4'er mL 6×10^{-5} M DPPH (Sigma-Aldrich, ABD) çözeltisi (metanol içerisinde hazırlanmış) ilave edilmiştir. Daha sonra çözeltiler oda sıcaklığındaki karanlık bir yerde 30 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözeltilerin absorbansı spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-vis 160A) 516 nm dalga boyunda metanole karşı okunmuştur. Aşağıdaki Trolox ((±)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) standart eğrisine göre sonuçlar Trolox Eşdeğeri (TE) üzerinden kuru madde cinsinden verilmiştir.



Şekil 3.9. Farklı konsantrasyonlardaki Trolox standardının absorbans-konsantrasyon grafiği

3.2.13. Toplam karoten analizi

Kayısı ve muz örnekleri bileşimindeki toplam karoten içeriği, Clifford vd. (2014)'in belirttiği metot modifiye edilerek spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için 2 g kurutulmuş örnek blender ile öğütülmüş ve 10 mL aseton içerisinde 30 dk karıştırılmıştır. Sonra iki faz elde etmek için ekstrakt üzerine 10 mL petrol eter ve 5 mL saf su eklenmiştir. Elde edilen karışım ayırma hunisine aktarılmış ve ayrılan eter kısmı rotary evaporatör ile 30 °C'de vakumla buharlaştırılmıştır. Sonra üzerine, içerisinde 1,0 mL %60 KOH içeren 10 mL %90'lık etanol çözeltisi eklenmiş ve 1 gece boyunca karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra üzerine, 10 mL dietil eter ilave edilmiş ve çözelti gece boyunca buz banyosunda bekletilmiştir. β -karoten içeriği, hazırlanan çözeltinin spektrofotometrede 450 nm dalga boyunda absorbansı ölçülerek belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmış ve kuru madde cinsinden verilmiştir.

$$\text{Toplam karotenoid, mg/100 g} = [(A \times S_f) / \epsilon] \times 1000 \quad (3.7)$$

A: Ekstratta, absorpsiyon maksimumunda saptanmış olan absorbans değeri,

S_f : Seyreltme faktörü

ϵ : Ekstinksiyon katsayısı (sonuçlar β -karoten cinsinden hesaplandığı için 2500 alınmıştır)

3.2.14. Çilekte toplam antosiyanin

Taze ve kurutulmuş çilek örneklerinin toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriği pH diferansiyel metodu kullanılarak Cemeroğlu'na (2007) göre belirlenmiştir. Toplam antosiyanin analizi için örnekler bir blender yardımı ile homojenize edilmiştir. Kurutulan örneklerin homojenizasyon işlemi için önce; örnekler üzerine taze çileğin su içeriğine gelecek miktarda saf su ilave edilmiştir. Daha sonra yaklaşık 4 g örnek alınarak üzerine 6 mL HCl çözeltisi (0.1 M) ve 34 mL etanol eklenmiştir. Karışımlar ultrasonik su banyosunda 10 dakika süreyle bekletilerek ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlar santrifüj edilmiş ve berrak kısımları potasyum klorür (pH 1) ve sodyum asetat

(pH 4,5) tampon çözeltileri kullanılarak uygun absorbans değerine (0.4-0.6) kadar seyreltilmiştir. Daha sonra 700 nm (A_{700}) ve 510 nm (A_{510}) dalga boylarında örneklerin absorbans değerleri okunmuş ve kaydedilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmış ve kuru madde cinsinden verilmiştir.

$$A = (A_{\max} - A_{700})pH1 - (A_{\max} - A_{510})pH4,5 \quad (3.8)$$

$$TMA = (A \times MA \times S_f \times 1000) / MS \quad (3.9)$$

Eşitlikteki; A: Düzeltilerek hesaplanan absorbans farkını, TMA: Toplam antosiyanin miktarını, MA: Standart antosiyaninin molekül ağırlığını, Sf: Seyreltme faktörünü, MS: Standart antosiyaninin molar absorpsiyon katsayısını ifade etmektedir.

3.2.15. Duyusal değerlendirme

Örneklerin duyusal değerlendirilmesi her meyve için kurutulduktan hemen sonra, depolamanın 90. ve 180. günlerinde yapılmıştır. Duyusal değerlendirme Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencileri arasından seçilen eğitimsiz panelistlere yaptırılmıştır. Duyusal değerlendirmede, panelistlerden 5 farklı örneği (4 farklı materyal ile kaplanmış + kontrol), -3 ile +3 arasında değişen skalalarda puan vermesi istenmiştir. Panelistlerden, kayısı örneklerini renk, buruşukluk ve lezzet bakımından muz ve çilek örneklerini ise renk ve lezzet bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan formlar Ek 5'te verilmiştir.

3.2.16. İstatistiksel metot

Araştırma iki tekerrürlü, analizler ise paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme faktöriyel olarak düzenlenmiş, 5 (1 kontrol ve 4 kaplama) farklı kaplama uygulaması ve 3 (0., 90., 180. günler) farklı depolama süresi olacak şekilde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmış, önemli bulunan ana varyasyon kaynakları ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Varyans analizlerinde güven sınırı asgari %99, Duncan Çoklu Karşılaştırma testlerinde ise asgari güven sınırı %95 olarak alınmıştır.

Varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi SAS Institute (Cary, NC, ABD) tarafından hazırlanan "The SAS system for Windows V9" isimli istatistiksel yazılım program kullanılarak yapılmış ve sonuçlar çizelgeler üzerinde tartışılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında kayısı, muz ve çilek örnekleri sodyum aljinat, gluten-soya proteini karışımı (3:1), hidroksipropil metil selüloz (HPMC) ve sodyum kazeinat çözeltileri ile kaplanmış ve daha sonra kurutulmuştur. Kontrol örneği olarak kaplanmadan kurutulan örnekler kullanılmıştır. Kurutma sonrası örnekler %100 azot gazı altında paketlenmiş ve direkt güneş ışığı görmeyecek şekilde, oda sıcaklığında depolanmıştır. Kurutmadan hemen sonra, depolamanın 90 ve 180. günlerinde birtakım fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılarak yenabilir çözeltiler ile kaplamaların meyvelerin kurutulması ve depolanması sırasında etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

4.1. Yenabilir Kaplamaların Kurutulmuş Kayıslar Üzerindeki Etkileri

Yaklaşık %80 su içeren taze hacihaliloğlu türü kayıslar, su aktivitesi yaklaşık 0,60 değerine düşüncüye kadar kurutulmuştur. Bu tez çalışmasında kontrol örneği olarak kaplanmadan kurutulan kayısı örneği (C), sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan kayısı örneği (A), gluten-soya proteini(3:1) çözeltisi ile kaplanarak kurutulan kayısı örneği (G), hidroksipropil metil selüloz (HPMC) çözeltisi ile kaplanarak kurutulan kayısı örneği (H) ve sodyum kazeinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan kayısı örneği (S) harfleri ile kodlanmıştır. Hem kontrol örnekleri hem de kaplama çözeltilerine daldırılan kayıslar, yüzeyde kaplama oluşturmak için, öncelikle 40°C'de 4 saat ön kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra 60°C sıcaklık ve 2,5m/s hava hızında 24 saat kurutulmuştur. Örneklerin bir kısmı 0. gün analizlerinde kullanılmış geri kalan örnekler ise %100 azot gazı altında paketlenerek depolanmıştır. Depolama sırasında, ambalaj materyalinin gaz geçirgenliği nedeniyle 90. ve 180. günlerin sonunda paketlerin tepe boşluğunda, sırasıyla yaklaşık olarak %3 ve %6 oksijen olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1. Kayısların kuru madde, su aktivitesi ve büzülme değerleri

Kurutulmuş kayısı örneklerinin kuru madde ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1'de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kayısı örneklerinin kuru madde değerleri üzerine depolamanın önemli bir etkisinin olmadığı, ancak örneklerin kaplamanın $P<0,05$ seviyesinde, depolama ve kaplamanın interaksiyonunun ise $P<0,01$ seviyesinde etkili olduğu görülmektedir. Çizelgede verilen su aktivitesi sonuçlarına göre, kayısı örneklerinin depolanmasının ve kaplanmasının ($p<0,01$) ve bu uygulamaların birbirleri ile olan interaksiyonunun ($P<0,05$) kurutulan kayısların su aktivitesi değeri üzerinde önemli seviyede etkisinin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Kayısı örneklerinin kuru madde ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi (S.D.)	Kuru Madde		Su aktivitesi	
		Kareler Ortalaması (K.O.)	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	5,07	3,11*	0,007	25,91**
Depolama süresi (D)	2	3,15	1,94	0,004	15,69**
D x K	8	6,75	4,14**	0,001	1,97*
Hata	56	1,63		0,000	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

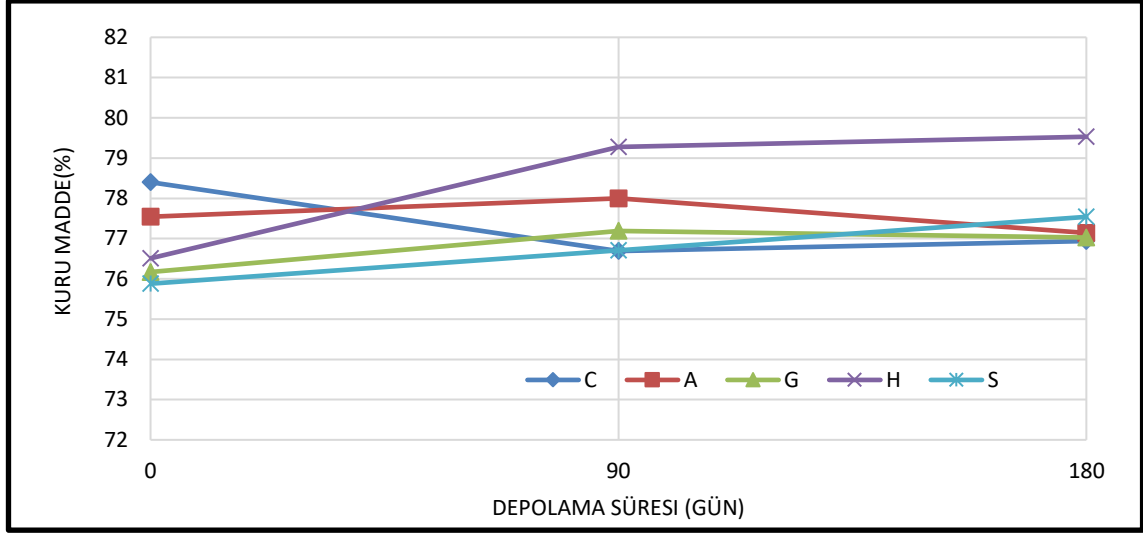
Çizelge 4.2. Kayısı örneklerinin kuru madde ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru madde, 2: Su aktivitesi)

		C	A	G	H	S
		0 gün	90 gün	180 gün		
1.	Kaplama	77,34±1,51 ^{a,b,c}	77,99±1,52 ^a	76,64±1,13 ^c	77,74±1,74 ^{a,b}	76,81±1,53 ^{b,c}
	Depolama	76,90±1,33 ^a	77,58±1,77 ^a	77,44±1,50 ^a		
2.	Kaplama	0,61±0,02 ^b	0,58±0,02 ^d	0,62±0,02 ^b	0,59±0,03 ^c	0,63±0,02 ^a
	Depolama	0,62±0,03 ^a	0,60±0,02 ^b	0,60±0,02 ^b		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

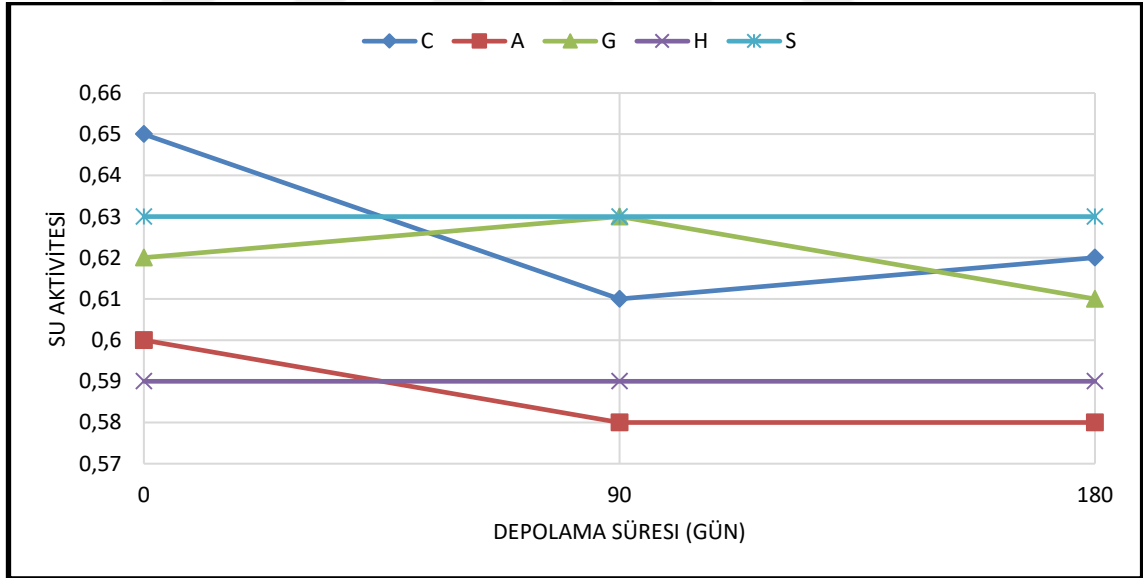
Çizelge 4.2’de verilen değerler incelendiğinde A ve H örneklerinin kuru madde miktarları kontrol örneğinin kuru madde miktarından yüksek ise de örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). Ancak bu örneklerden A örneğinin kuru maddesinin G ve S örneklerinin kuru maddesinden, H örneğinin kuru maddesinin ise G örneğinin kuru maddesinden istatistiksel açıdan önemli derece yüksek olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). Depolama süresince örneklerin kuru madde miktarları arasında istatistiksel açıdan önemli ölçüde bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$). Çizelge 4.2’de verilen su aktivitesi değerlerine bakıldığında, bütün örnekler aynı sıcaklıkta, aynı sürede ve aynı anda kurutulmuş olmasına rağmen, sodyum aljinat ve HPMC ile kaplanarak kurutulan örneklerin su aktivitesi değerlerinin diğer örneklerin su aktivitesi değerlerinden önemli ölçüde ($P < 0,05$) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında kurutmanın hemen sonrasındaki su aktivitesi değerinin, 90 ve 180 gün depolanan örneklerin su aktivitesi değerine göre önemli ölçüde ($P < 0,05$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kayısıların kuru madde değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde kurutmanın hemen sonrasında yapılan analizlerde C ve A örneklerinin en fazla, G, H ve S örneklerinin ise en düşük kuru madde içeriğine sahip örnekler olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın örneklerde kullanılan kayısıların olgunluk derecelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 90 ve 180 günlük depolama süresince, özellikle H örneğinin kuru madde içeriğinin arttığı, C örneğinin kuru madde miktarının ise azaldığı diğer örneklerin kuru madde miktarlarında ise önemli bir değişme olmadığı bulunmuştur.



Şekil 4.1. Kayısı örneklerinin kuru madde miktarına ait kaplama ile depolamanın etkisi

Kayısı örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın etkisini Şekil 4.2’de verilmektedir. İnteraksiyon grafiği incelendiğinde, C ve A örneklerinin su aktivitesinin depolamayla bir miktar azaldığı, diğer örneklerin ise su aktivitesinin değişmediği görülmektedir.



Şekil 4.2. Kayısı örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın etkisi

Kayısı örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4’te verilmektedir. Bu sonuçlara göre kayısı örneklerinin depolanmasının ve kaplanması ve bu uygulamaların birbirleri ile olan etkilerinin büzülme oranı üzerinde önemli seviyede ($P<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Kayısı örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama (K)	4	578,47	117,77**
Depolama süresi (D)	2	174,69	35,56**
DxK	8	319,77	65,10**
Hata	126	4,91	

(**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.4. Kayısı örneklerinin % büzülme miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

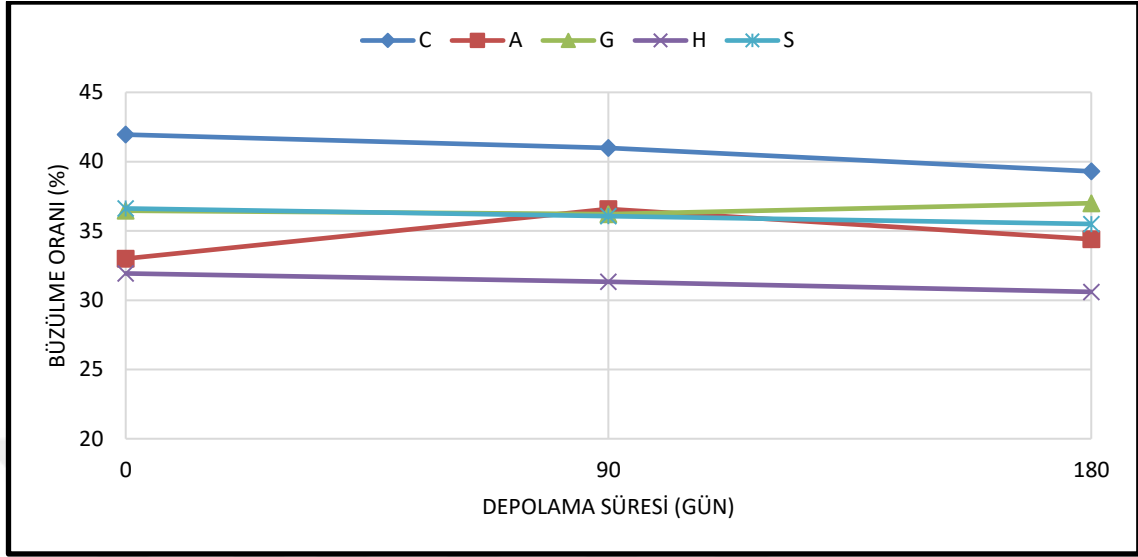
Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
Depolama Süresi (Gün)	40,73±3,71 ^a	32,98±3,23 ^c	36,55±1,32 ^b	28,98±9,71 ^d	36,27±1,96 ^b
	0	90	180		
	36,79±4,40 ^a	35,42±3,20 ^b	33,09±9,16 ^c		

Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Örneklerin daha az büzülmesi, kurutulmamış meyvenin şekline daha yakın ve daha doğal görünüme sahip ürünler olması açısından önemli bir göstergedir. Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere kontrol örneklerinin en fazla, HPMC ile kaplanarak kurutulan kayısı örneklerinin diğer göre önemli ölçüde ($P < 0,05$) daha az büzüldüğü belirlenmiştir. Depolama süresince ortalama büzülme oranlarına bakıldığında ise örneklerin depolama süresince büzülmeye devam ettiği görülmektedir. Bu sonuç depolama boyunca su aktivitesi değişiminin verildiği Çizelge 4.2'deki sonuçla korelasyon göstermektedir.

Kurutulan meyve ve sebzelerdeki büzülmenin iki farklı sebebi olduğu bildirilmektedir. Birincisi, meyve ve sebzelerin yapısında bulunan suyun uzaklaşması ile ürünün yapısal düzenini koruyamayarak büzülmektedir. (Khan vd. 2016). İkincisi ise, ürünün kabuğunun veya kurutma sırasında havayla temas eden yüzeyinin yapısının çökmesinden kaynaklanmaktadır (Panyawong ve Devahastin, 2007). Kayısı örneklerinin yüzde büzülme miktarı değerleri Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu grafikteki büzülme miktarları da göz önünde bulundurulduğunda bütün kaplama materyallerinin örneklerin büzülme miktarını azalttığı görülmektedir. Bu azalmanın sebebinin, örneklerin yüzeyinde oluşan kaplamanın örneklerin büzülmesine karşı koyarak engellediği düşünülmektedir. Kurutmanın hemen sonrasında sodyum aljinat ve HPMC ile kaplanarak kurutulan örneklerin büzülme miktarlarının diğer örneklerle göre daha düşük olduğu, 90 ve 180 gün depolama sonrasında ise HPMC çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örneklerin en düşük büzülme miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Su aktivitesi değerinin düşük olması, bu örneklerin yüzeyinde oluşan film tabakasının su buharı geçirgenliğinin düşük olması sebebiyle, su aktivitesi ölçümü sırasında su buharı geçişini kısmen de olsa engellemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu ürünlerin Çizelge 4.4'te verilen büzülme ve Çizelge 4.6'da (bakınız) verilen sertlik değerleri incelendiğinde A ve H örneklerinin daha az büzüldüğü, bu nedenle daha hızlı kuruyarak bu örneklerin daha sert ve düşük su aktivitesi değerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira gıda maddelerinin kurutma sırasında büzülmesi, kurutma yüzey alanını ve ürün içindeki basıncı değiştirerek kurutma hızını etkileyebileceği bildirilmiştir (Dinçer ve Zamfirescu 2016). G ve S örneklerinin su aktivitesi değerlerinin C örneğinden

yüksek olması ve bu örneklerin daha yumuşak olması bu örneklerin yüzeyindeki kaplama malzemesinin kısmen de olsa kurutmayı yavaşlatmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Kayısı örneklerinin büzülme oranlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

4.1.2. Kayısların sertlik ve yeniden su alma değerleri

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde depolamanın örneklerin sertlik değerleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı ancak kaplamaların ve depolama ile kaplamanın interaksyonunun kurutulmuş kayısların sertlik değerleri üzerine önemli ölçüde etkisi olduğu ($P<0,01$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama (K)	4	960,00	53,96**
Depolama süresi (D)	2	2,54	0,29
D x K	8	52,11	2,97**
Hata	82	17,55	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.6. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

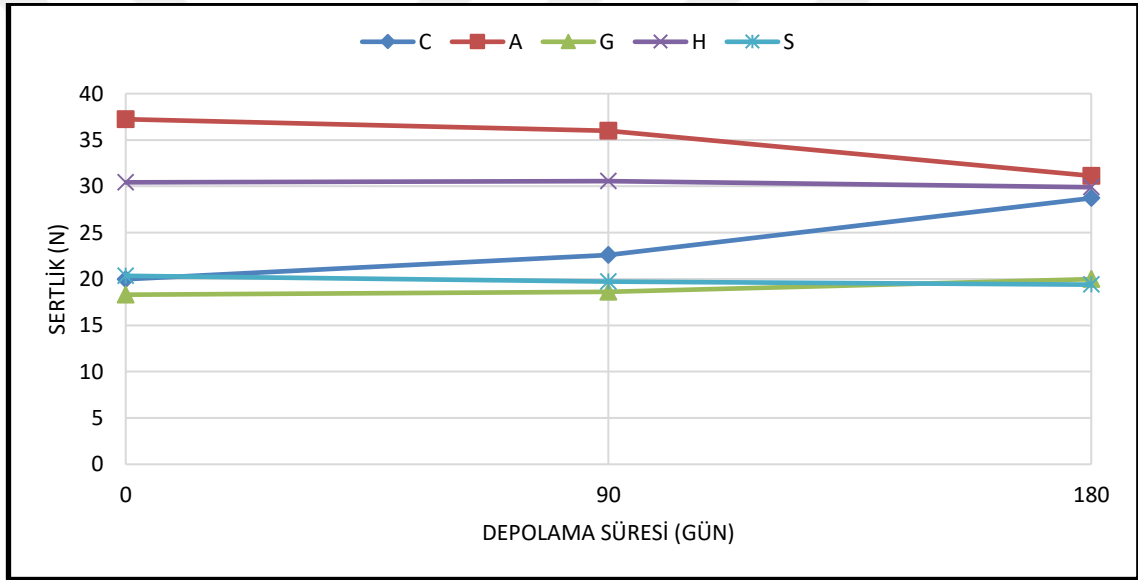
Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
	23,94±5,80 ^c	34,66±5,93 ^a	18,97±2,80 ^d	30,30±3,58 ^b	19,80±3,25 ^d
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	25,06±9,13 ^a	25,48±7,36 ^a	25,83±5,94 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

A örneğinin diğer örneklerin tamamından önemli ölçüde ($P<0,01$) daha sert olduğu, G ve S örneklerinin ise diğer bütün örneklerle göre daha yumuşak olduğu ($P<0,01$) belirlenmiştir. H örneğinin ise C örneğinden önemli ölçüde daha sert olduğu ($P<0,01$) tespit edilmiştir.

Kurutulmuş kayısı, yarı kurutulmuş bir gıda ürünü olup, genellikle doğrudan tüketilmektedir. Bu nedenle, diğer yarı kurutulmuş gıdalarda olduğu gibi kurutulmuş kayısının da yumuşak olması tüketiciler tarafından arzu edilmektedir. Dolayısı ile örneklerin kurutmanın hemen sonrasında ve depolama sırasındaki sertlik değerlerinin ölçümü önem arz etmektedir.

Örneklerin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyon grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında sodyum aljinat ve HPMC ile kaplanarak kurutulan örneklerin diğer örneklerle göre daha sert olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi de muhtemelen bu örneklerin su aktivitesinin diğer örneklerle göre daha düşük olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Kayısı örneklerinin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu

Kaplanarak kurutulmuş kayısıların sertlik değerlerinde depolama ile fazla bir değişim göstermediği tespit edilmiştir. Bunun yanında C örneğinin sertlik derecesinin bir miktar artmasının nedeninin de su aktivitesindeki azalma olduğu düşünülmektedir.

Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.7'ye göre örneklerin yeniden su alma kapasiteleri üzerine depolamanın önemli bir etkisi olmadığı, bunun yanında kaplamaların kurutulmuş kayısıların yeniden su alma kapasiteleri üzerine oldukça önemli ($P<0,01$), depolama ile kaplamanın interaksiyonunun da önemli ($P<0,05$) etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama (K)	4	19,97	4,01**
Depolama süresi (D)	2	0,14	0,03
D x K	8	13,85	2,78*
Hata	56	4,98	

(*), $P < 0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade etmektedir.

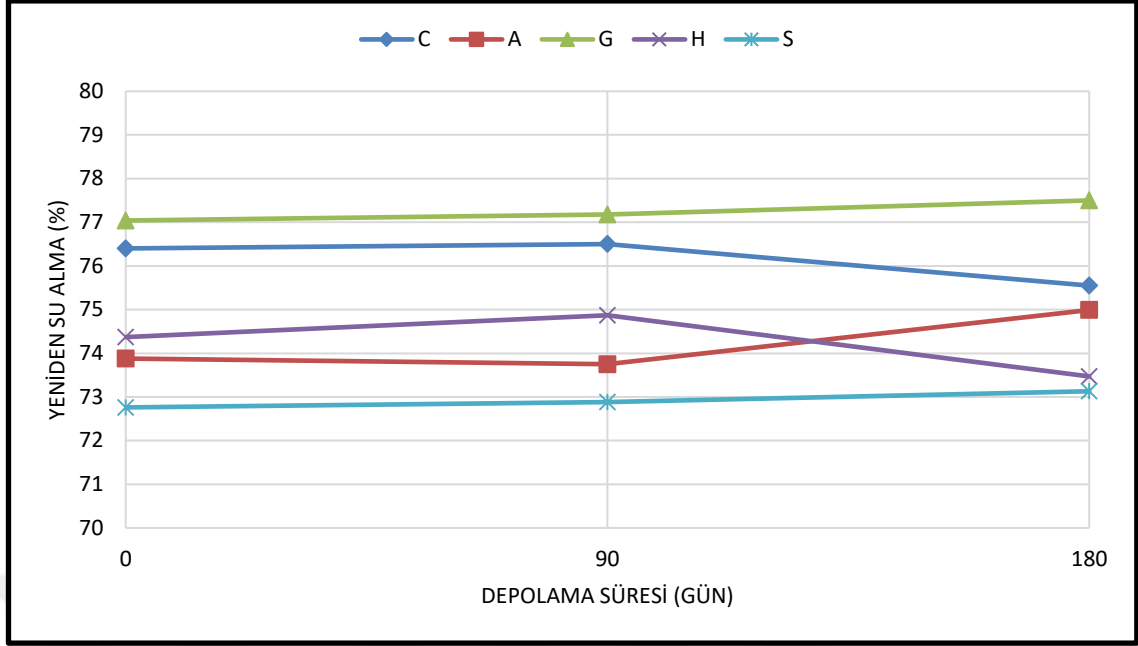
Çizelge 4.8 incelendiğinde C, G ve H örneklerinin yeniden su alma kapasitelerinin S örneklerinin yeniden su alma kapasitelerinden önemli ölçüde ($P < 0,05$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında örneklerin yeniden su alma kapasitelerinde depolama süresince önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	C	A	G	H	S
Kaplama Materyali	76,15±2,19 ^a	74,58±2,29 ^{a,b}	75,81±2,73 ^a	75,01±2,68 ^a	73,21±1,87 ^b
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	74,89±2,61 ^a	75,03±2,63 ^a	74,93±2,44 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Kullanım amacına bağlı olarak bazı kurutulmuş meyve ve sebzelerin kullanılmasından önce yeniden su aldırılması (rehidrasyon) gerekebilmektedir. Kurutulmuş meyvelerin rehidrasyonu, genellikle işleme sırasında bitki dokularında ve hücrelerinde meydana gelen yapısal ve kompozisyon değişikliklerine bağlıdır (Contreras vd. 2012). Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait interaksyonu grafiği Şekil 4.5'te verilmiştir. Şekil 4.5'te de görüleceği gibi A, H ve S örneklerinin yeniden su alma kapasitelerinin C ve G örneklerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Düşük olmasının nedeninin ise aljinat, HPMC ve sodyum kazeinatın saf suda kısmen çözünmesi ve gluten-soya proteininin ise saf suyun pH değerinde çözünmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Kayısı örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu

4.1.3. Kayısların renk değerleri

Meyve ve sebzelerin kurutulması sırasında, pigment kaybı, enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu renk değişiminin kaçınılmaz olduğu bildirilmiştir (Garcia-Martinez vd. 2013). Kurutulmuş kayısı örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde kaplama ve depolamanın örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine önemli ölçüde etkili olduğu, kaplama ile depolamanın interaksiyonunun ise yalnızca a^* değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu görülmektedir ($P < 0,01$).

Çizelge 4.9. Kayısı örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	L^*		a^*		b^*	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	213,35	19,25**	17,65	4,34*	404,58	28,35**
Depolama süresi (D)	2	1493,16	134,72**	72,71	17,88**	2018,13	141,42**
D x K	8	18,15	1,64	18,92	4,65**	15,86	1,11
Hata	70	11,08		4,07		14,27	

(*), $P < 0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.10’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarında tüm kaplanarak kurutulmuş örneklerin kontrol örneğinden daha açık renge (kontrol örneğinin L^* değeri en düşük) sahip olduğu, S örneğinin ise en açık renge sahip olduğu görülmektedir.

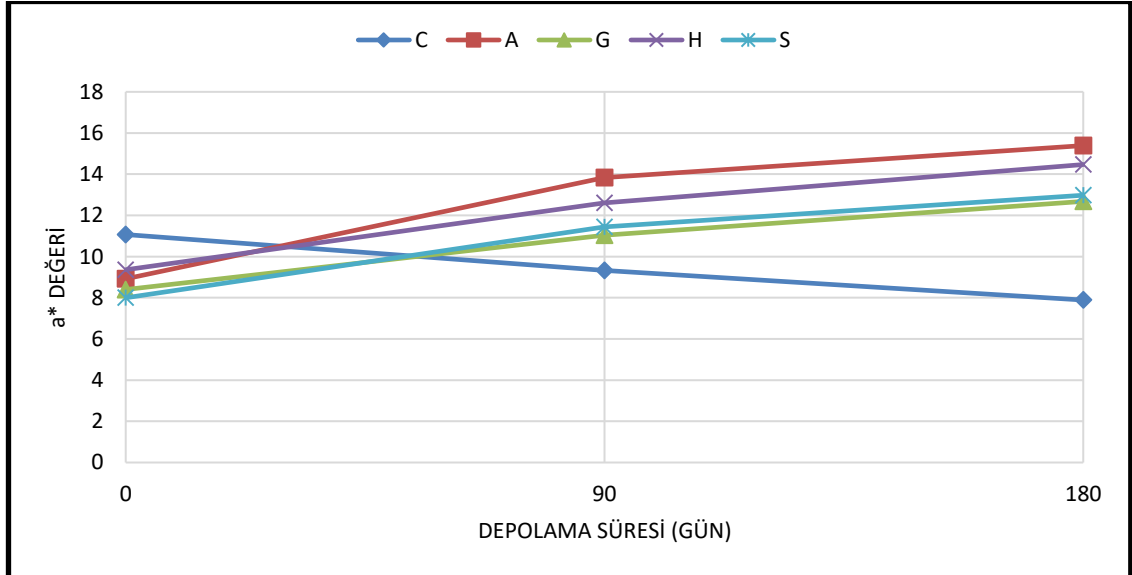
Çizelge 4.10. Kayısı örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		C	A	G	H	S
L^*	Kaplama	30,97±7,21 ^c	37,38±4,52 ^b	37,64±6,88 ^b	37,25±8,44 ^b	40,29±6,46 ^a
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		44,66±4,47 ^a	34,22±5,10 ^b	31,23±4,09 ^c		
a^*	Kaplama	9,38±2,52 ^c	11,91±3,27 ^a	10,42±2,20 ^{b,c}	11,53±2,58 ^{a,b}	10,70±2,55 ^{a,b,c}
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		9,15±2,10 ^c	10,97±2,34 ^b	12,25±2,84 ^a		
b^*	Kaplama	18,87±8,93 ^c	30,40±6,71 ^a	26,32±7,52 ^b	25,47±8,38 ^b	30,44±7,49 ^a
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		35,74±5,61 ^a	22,22±6,86 ^b	20,94±4,29 ^b		

Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.10) C örneğinin bütün örneklerden daha düşük a^* değerine sahip olduğu ($p < 0,05$) belirlenmiştir. Depolama süresince de örneklerin a^* değerinin istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P < 0,01$) artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Kayısı örneklerinin a^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.6'da verilmiştir. Kurutmadan hemen sonra kontrol örneğinin, kaplanmış örneklerle göre daha yüksek a^* değerine sahip olduğu, ancak depolama süresince kaplanmış örneklerin a^* değeri artarken kontrol örneğinin ise a^* değerinin azaldığı görülmektedir. Bu sonuç, kaplanmış örneklerin renklerinin depolama sırasında kırmızı renge yaklaşıırken, kontrol örneğinin ise kırmızı renkten uzaklaştığını göstermektedir.

**Şekil 4.6.** Kayısı örneklerinin a^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Çizelge 4.10'da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre yenilebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan kayısı örneklerinin b^* değerinin kontrol

örneğine göre önemli derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. A ve S örneklerini ise diğer örneklere göre önemli ölçüde daha yüksek b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince örneklerin b* değerinde önemli derecede ($P<0,01$) düşüş olduğu görülmektedir. Ancak 90 ve 180 gün depolama sonrasında elde edilen b* değerleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, örneklerin depolama sırasında sarı renklerini bir miktar kaybettiklerini göstermektedir.

Kurutulmuş kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de ve bu sonuçlara ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi üzerine depolamanın ($P<0,01$), kaplamanın ($P<0,05$) ve kaplama ile depolamanın etkisinin ($P<0,01$) istatistiksel açıdan önemli derecede etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	E.İ.		Kroma		Hue açısı	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	44,79	2,82*	396,65	26,34**	187,51	14,72**
Depolama süresi (D)	2	1283,74	80,75**	1539,83	102,25**	2058,28	161,60**
D x K	8	49,61	3,12**	15,60	1,04	74,98	5,89**
Hata	70	15,90		15,06		12,74	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

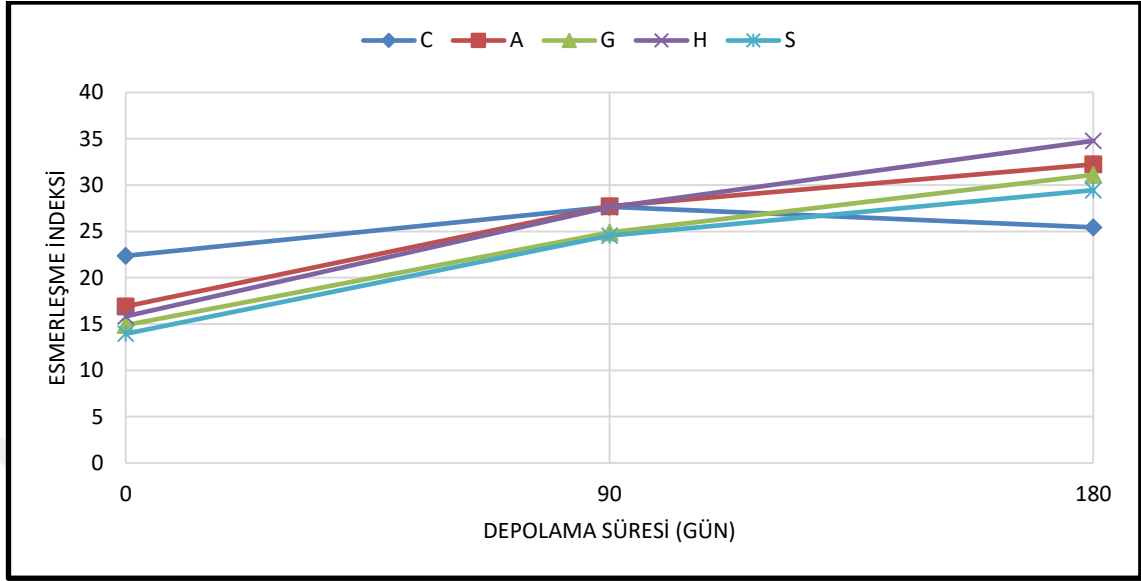
Çizelge 4.12. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)

		C	A	G	H	S
1	Kaplama	24,45±4,26 ^{a,b}	24,99±7,45 ^a	22,68±6,88 ^{a,b}	25,38±8,55 ^a	21,71±7,08 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		16,78±4,50 ^c	25,05±4,24 ^b	29,70±4,75 ^a		
2	Kaplama	21,29±8,74 ^c	32,94±6,01 ^a	28,59±6,65 ^b	28,29±7,53 ^b	32,59±6,37 ^a
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		37,01±5,23 ^a	24,92±6,76 ^b	24,30±4,92 ^b		
3	Kaplama	61,08±8,12 ^c	67,77±7,39 ^a	66,90±8,08 ^a	64,06±8,78 ^b	69,16±8,41 ^a
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		75,23±4,76 ^a	62,40±6,68 ^b	59,74±3,52 ^c		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Esmerleşme indeksi değerlerine ait etkileşim grafiği ise Şekil 4.7’de verilmiştir. Örneklerin esmerleşme indeksi sonuçlarına bakıldığında A ve H örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerinin S örneğinin esmerleşme indeksi değerine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P<0,05$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer örneklerin esmerleşme indeksi değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin depolanması sırasında örneklerin esmerleşmeye devam ettiği ve hem 90 hem de 180 gün depolama sonrasında elde edilen

sonuçlara göre esmerleşme indeksi değerinin istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($p<0,01$) arttığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, kaplayarak kurutmanın kayısılarda kararmayı engellediği sonucuna varılmıştır.



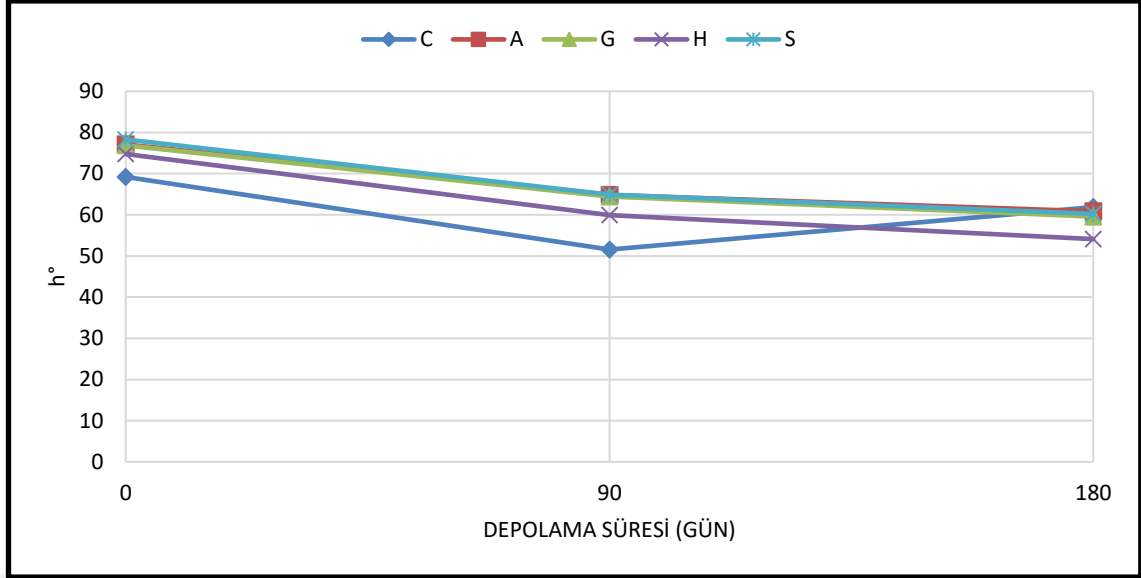
Şekil 4.7. Kayısı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Çizelge 4.11’de verilen kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına bakıldığında, kayısı örneklerinin depolanmasının ve kaplamanın kroma ve hue açısı değerleri üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkisi olduğu, ancak kaplama ile depolamanın interaksyonunun yalnızca hue açısı değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin renk yoğunluğunun bir göstergesi olan kroma değerlerine bakıldığında C örneğinin renk yoğunluğunun, kaplanmış örneklerin tamamından önemli ölçüde ($P<0,05$) daha düşük olduğu, A ve S örneklerinin ise en yüksek renk yoğunluğuna sahip örnekler olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında depolama süresince örneklerin renk yoğunluğu değerlerinin istatistiksel açıdan önemli derecede ($P<0,01$) düştüğü, ancak 90 ve 180 gün depolama sonrasında elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında kontrol örneğinin kaplanarak kurutulmuş örneklerden önemli derecede ($P<0,05$) daha düşük hue açısı değerine sahip olduğu görülmektedir.

Kayısı örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.8’de verilmiştir. Örneklerin hue açısı değerlerinde depolama süresince azalma olduğu, başlangıç ve 90 gün depolama sonrasında kontrol örneğinin diğer örneklerden daha düşük olduğu ancak 180 gün depolama sonrasında H örneğinin en düşük hue açısı değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Kayısı örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Literatürde kayısı renginin esmerleşmesi sonucunda, L^* , b^* , C ve h° değerlerinin azalacağı ve a^* değerinin artacağı bildirilmiştir. Taze hacıhaliloğlu kayısının L^* , b^* , C ve h° değerleri sırasıyla $70,7 \pm 2,4$, $50,0 \pm 2,3$, $49,3 \pm 2,3$ ve $82,7 \pm 3,4$ şeklinde bulunmuş ve bu değerlerin kurutma sonrasında gözle de görülür şekilde azaldığı bildirilmiştir (Karabulut vd. 2007). Bu çalışmada da benzer şekilde, örneklerin L^* , b^* , C ve h° değerleri kurutmanın sonucunda azalmıştır. Bunun ile birlikte kaplanarak kurutulmuş örneklerin L^* , a^* , b^* , C ve h° değerlerindeki azalmanın kontrol örneklerindeki azalmaya göre daha az olduğu, ayrıca kurutmanın hemen sonrasında ve 180 gün depolama sonrasında örneklerin esmerleşme indeksi incelendiğinde kaplanarak kurutulmuş örneklerin kontrol örneğine göre daha az esmerleştiği tespit edilmiştir. Kaplanarak kurutulmuş örneklerin L^* ve b^* değerlerindeki hafif düşüş ve kontrol örneğinin L^* ve b^* değerlerindeki keskin düşüş, depolama sırasında da örneklerin, özellikle de kontrol örneğinin, esmerleşmeye devam ettiğini ve kaplamaların esmerleşmeyi yavaşlattığını göstermektedir.

Yenebilir çözeltilerle kaplamanın kayıların renginin esmerleşmesini azaltmasının nedeni, kayısı ile oksijen arasında bir bariyer oluşturması ve örneklerin oksijene maruziyetini azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurutulmuş kayıların rengindeki esmerleşmenin asıl nedeninin polifenol oksidaz aktivitesi ve Maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Hamzaoglu vd. 2018). Polifenol oksidaz aktivitesi için oksijen gerekli olduğu gibi Maillard reaksiyonlarının da oksijenden etkilendiği kabul edilmektedir. Çünkü reaksiyonun ilk aşamasında, serbest radikaller ve/veya Schiff bazı (Karbon=Azot çift bağı (imin grubu) içeren bileşikler) bileşikler ile reaksiyona girerek elektronik olarak uyarılmış bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır (Labuza vd. 1998).

4.1.4. Kayıların kimyasal özellikleri

Kurutulmuş kayısı örneklerinin antioksidan aktivitesi, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'te, kaplama materyaline ve

depolama süresine göre değişimleri ile bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge 4.13'e göre örneklerin depolanmasının ve kaplamanın örneklerin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etki ettiği belirlenmiştir. Depolama ile kaplamanın interaksiyonunun ise örneklerin karotenoid ve askorbik asit miktarları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu ancak toplam antioksidan miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Kayısı örneklerinin toplam antioksidan miktarı, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Toplam antioksidan mik.			S.D.	Karotenoid		Askorbik asit	
	S.D.	K.O.	F		K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	1417845,69	133,36**	4	42,47	101,99**	77,04	122,40**
D.S.(D)	2	6886285,99	647,72**	2	49,39	118,60**	138,45	219,96**
D x K	8	2130,80	0,20	8	2,24	5,40**	7,45	11,84**
Hata	70	10631,56		14	0,42		0,63	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.14. Kayısı örneklerinin antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Karotenoid (mg/100g KM), 3: Askorbik asit (mg/100g KM))

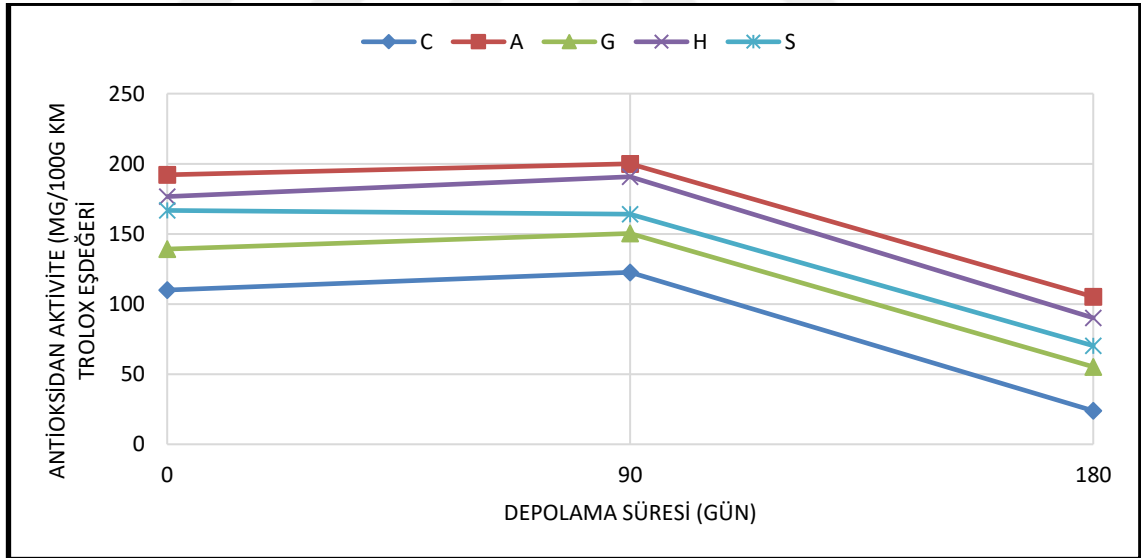
		C	A	G	H	S
		772,40±418,25 ^e	1483,03±432,34 ^a	1006,99±388,07 ^d	1352,76±421,10 ^b	1144,06±411,16 ^c
1	Kaplama					
	Depolama	0 gün 1409,82±286,30 ^a	90 gün 1446,69±273,52 ^a	180 gün 599,03±259,45 ^b		
2	Kaplama	5,63±1,17 ^d	12,55±3,18 ^a	10,43±2,15 ^b	11,05±2,50 ^b	8,56±1,51 ^c
	Depolama	0 gün 10,79±3,06 ^a	90 gün 11,06±3,13 ^a	180 gün 7,08±1,56 ^b		
3	Kaplama	2,85±0,72 ^d	11,85±5,06 ^a	9,47±4,18 ^b	9,75±4,29 ^b	5,79±2,67 ^c
	Depolama	0 gün 10,17±4,57 ^a	90 gün 10,00±4,38 ^a	180 gün 3,65±1,33 ^b		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.14'te verilen sonuçlara bakıldığında hem toplam antioksidan hem karotenoid hem de askorbik asit miktarları bakımından, C örneğinin antioksidan aktivitesinin diğer örneklere göre önemli ölçüde düşük, A örneğinin ise diğer örneklere göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Sonuçlara göre, kaplama materyallerinin tamamının, kayısının kurutulması sırasında kayba uğrayan antioksidan olarak etki eden bileşikler daha iyi koruduğu ve örneklerin kurutulması sırasında bu bileşiklerin daha az kayba uğradığı belirlenmiştir. Örneklerin 90 gün depolanması sonrasında toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarları arasında kurutmadan hemen sonraki değere göre önemli bir değişiklik olmadığı, ancak 180 gün depolama sonrasında örneklerdeki kimyasal bileşiklerin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir ($P<0,05$).

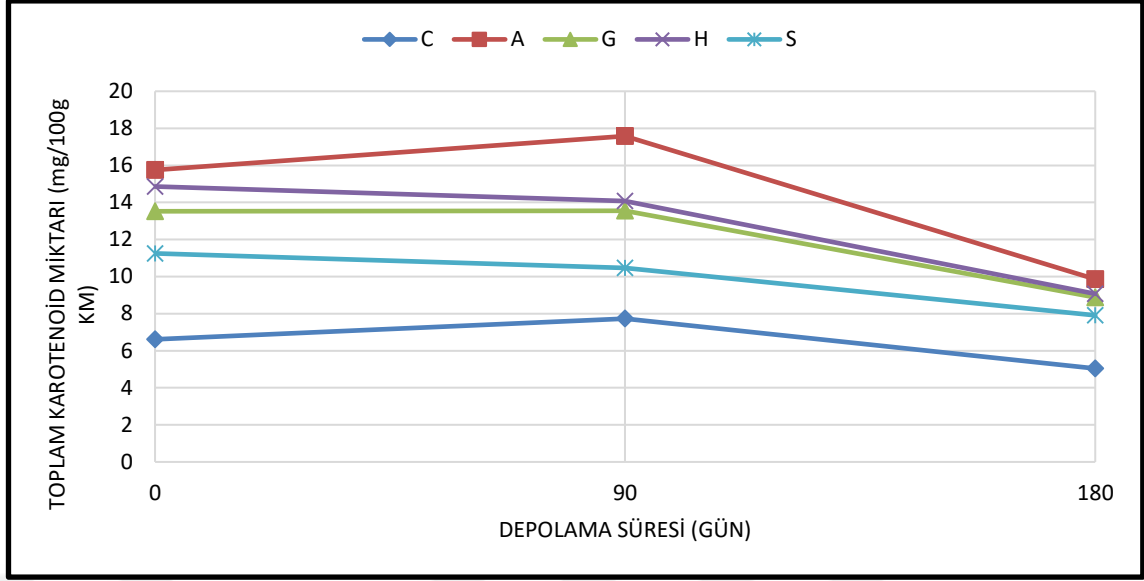
Kayısılarda antioksidan aktivite, karotenoidler, polifenoller ve askorbik asit gibi biyoaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Wani vd., 2017). Yapılan bir çalışmada, 60-80°C'de kurutulan kayısıların antioksidan aktivitesinin azaldığı, 100 °C'de kurutulan kayısılarda ise antioksidan aktivite gösteren Maillard reaksiyon ürünleri nedeniyle daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ihns vd. 2011). Bu tez çalışmasında, tüm örnekler 60°C'de kurutulmuş ve bu nedenle örneklerin antioksidan aktiviteleri azalmıştır.

Kurutulmuş kayısı örneklerinin antioksidan aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.9'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, bütün kaplanarak kurutulan örneklerin antioksidan aktivitelerinin kontrol örneklerine göre önemli derecede ($P<0,05$) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Özellikle A ve H örneklerinin antioksidan aktivitesinin G ve S örneklerine göre önemli ölçüde ($P<0,01$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kaplanmış örneklerin daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması kurutma sırasında kaplama materyali sayesinde örneklerin bileşiminde antioksidan aktivite gösteren, polifenollerin, vitaminlerin ve karotenoidlerin daha iyi korunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama sırasında 90. gün sonunda ambalajların içinde %3 oksijen olduğu ve elde edilen sonuçlarda önemli bir değişiklik olmadığı ancak ambalaj içerisindeki oksijen miktarının depolama süresince artış göstererek 180. gün sonunda yaklaşık %6'ya yükselmesi nedeniyle antioksidan aktivite değerlerinde önemli bir azalma olduğu görülmektedir. 180 gün sonunda da A örneğinin en yüksek, kontrol örneğinin ise en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur.



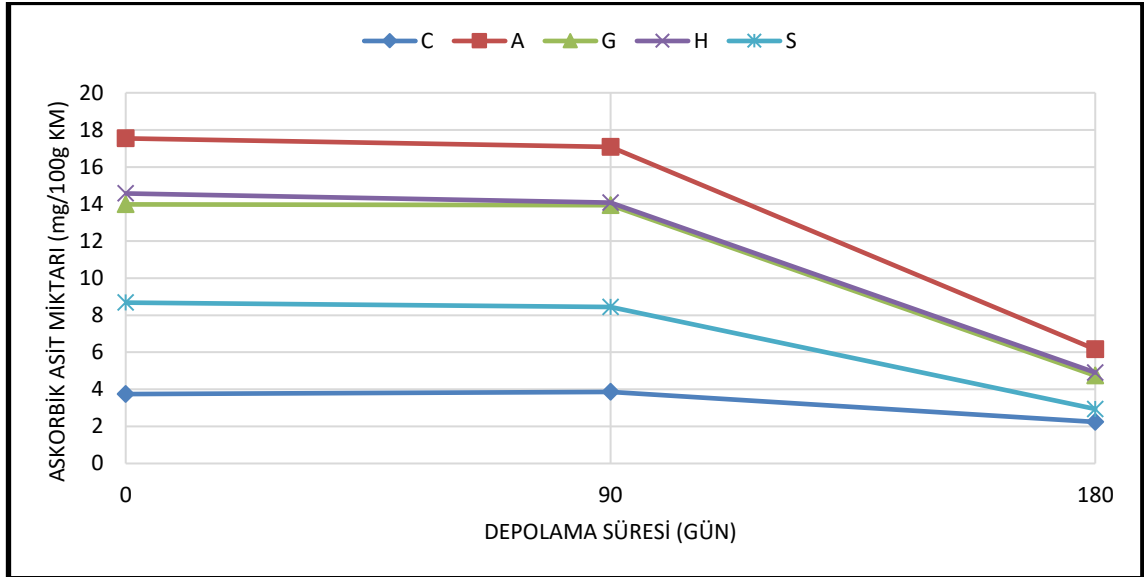
Şekil 4.9. Kayısı örneklerinin antioksidan aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Kurutulmuş kayısı örneklerinin toplam karotenoid miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde kontrol örneğinin hem kurutmanın hemen sonrasında hem de 90 ve 180 gün depolama sonrasında en düşük, sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan örneğin ise en yüksek, toplam karotenoid içeriğine sahip olduğu görülmektedir. 90 günlük depolama süresince örneklerin karotenoid içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığı ancak 180 gün depolama sonrasında önemli bir düşüş olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. Kayısı örneklerinin toplam karotenoid miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Kurutulan kayısı örneklerinin askorbik asit miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekil 4.11 incelendiğinde C örneğinin askorbik asit içeriğinin hem kurutmanın hemen sonrasında hem de 90 ve 180 gün depolama sonrasında diğer örneklere göre en düşük, A örneğinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. 90 gün depolama sonrasında örneklerin askorbik asit içeriklerinde önemli bir değişiklik olmadığı, ancak 180 gün depolama sonrasında örneklerin askorbik asit içeriğinin azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Kayısı örneklerinin askorbik asit miktarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Taze Hacıhaliloğlu kayısısının bileşiminde bulunan toplam karotenoid ve askorbik asit miktarlarının sırasıyla 100g kuru maddede $21,87 \pm 1,99$ mg ve $37,7 \pm 1,7$

mg olduğu bildirilmiştir (Akın vd. 2008). Kurutma sırasında, kaplanmamış (C) örneklerin toplam karotenoid ve askorbik asit içeriğinin, kaplanmış örneklerle göre daha fazla azalmıştır. A, G ve H örneklerinin toplam karotenoid ve askorbik asit içeriğinin, C örneklerine göre sırasıyla yaklaşık 5, 2 ve 4 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bazı araştırmalarda, kayısının bileşiminde bulunan karotenoid ve askorbik asit miktarının kurutma sırasında oksijene maruz kalma süresine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. (Garcia-Martinez vd. 2013, Ihns vd. 2011, Karabulut vd. 2007).

Birçok araştırmada, sodyum aljinat, gluten, soya proteinleri, hidroksipropil metilselüloz ve sodyum kazeinattan üretilen yenabilir filmlerin oksijen geçirgenliğinin çok düşük olduğu kaydedilmiştir (Jost ve Reineld 2017, Türe vd. 2012, Sui vd. 2016, Navarro-Tarazaga vd. 2011, Çolak vd. 2015). Bu çalışmada kullanılan kaplamaların, antioksidan aktivite, toplam karotenoid, askorbik asit içerikleri ve renk üzerindeki koruyucu etkileri muhtemelen, kurutma ve depolama sırasında örneklerin oksijen maruziyetini sınırlandırarak oksidatif reaksiyonları yavaşlatmasından kaynaklanmıştır.

Yukarıda belirtilen literatürlerdeki filmlerin oksijen geçirgenliği incelendiğinde, sodyum aljinattan üretilen filmlerin en düşük oksijen geçirgenliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu da sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan A örneklerinin kurutma sırasında ve depolama süresince, renk, antioksidan aktivite, toplam karotenoid ve askorbik asit içeriklerinin diğer kaplamalara ve kontrol örneğine göre oksijenden daha iyi korunduğunu açıklamaktadır.

4.1.5. Kayıların serbest aroma miktarları ve bileşenleri

Kayısı örneklerinde aroma bileşeni olarak etil alkol, asetaldehit, (E)-2-hekzanal, hekzanal, metil bütanal, diğer hekzanal türevleri, hekzil asetat, pentanon, 2-pentanon, (E)-2-nonenal ve (E,Z)-2,6-nonadienal bileşenlerinin pik alanları belirlenerek aroma profilleri ortaya konulmuştur. Kurutmanın hemen sonrasında ve depolama süresince bu bileşiklere ait sonuçlar Çizelge 4.15'te verilmiştir. Tabloda görülen sonuçlara göre kayısı örneklerindeki ana aroma bileşenlerinin hekzanal türevleri (%70,72 ile %81,92 arasında) ve Hekzil asetat (%11,33 ile %18,46 arasında) olduğu belirlenmiştir. Yenabilir kaplama çözeltileri ile kaplanarak kurutulan örnekleri ile kontrol örnekleri arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Hekzanal türevlerinin C ve A örneğindeki % pik alanı değerlerinin G, H ve S örneklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın kontrol örneğinde kaplama olmaması ve A örneğindeki kaplamanın sodyum aljinat çözeltisinin konsantrasyonunun diğer çözeltilere göre daha düşük olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.15. Kayısı örneklerinin aroma bileşenleri ve % pik alanları

Örnek	Gün	Etıl Alkol	Asetaldehit	(E)-2-Hekzanal	Hekzanal	Metil Bütanal	Diğer Hekzanal Türevleri	Hekzil Asetat	Pentanon	2-Pentanon	(E)-2-Nonenal	(E,Z)-2,6- Nonadienal
C	0	0,24	0,98	1,14	1,00	4,85	70,72	17,95	0,25	0,28	1,29	1,30
	90	0,23	0,98	1,13	1,00	5,20	71,69	16,64	0,23	0,26	1,41	1,21
	180	0,26	0,11	0,13	1,09	5,32	76,25	13,74	0,19	0,20	1,23	1,49
	Öğt.*	0,24	1,04	1,09	0,92	4,48	74,40	15,02	0,21	0,25	1,15	1,21
A	0	0,16	0,84	1,14	0,80	3,06	73,04	18,46	0,22	0,27	1,32	0,68
	90	0,14	0,90	1,08	0,87	2,79	74,28	17,33	0,21	0,25	1,50	0,65
	180	0,16	0,10	0,12	0,91	3,16	78,05	14,97	0,17	0,21	1,31	0,83
	Öğt.	0,28	1,02	1,07	0,90	4,24	73,45	16,33	0,24	0,25	1,12	1,09
G	0	0,21	1,05	0,78	0,63	2,84	79,10	13,30	0,23	0,21	1,04	0,60
	90	0,20	1,05	0,78	0,61	2,50	80,72	12,07	0,22	0,18	1,12	0,55
	180	0,23	0,12	0,09	0,65	2,57	81,92	12,38	0,19	0,14	0,99	0,72
	Öğt.	0,27	1,04	1,11	0,93	4,42	74,45	15,04	0,22	0,25	1,12	1,15
H	0	0,22	0,92	0,79	0,87	2,74	78,32	14,14	0,24	0,21	0,93	0,62
	90	0,21	0,95	0,80	0,93	2,66	79,51	12,87	0,25	0,18	1,04	0,61
	180	0,25	0,11	0,09	1,04	2,72	80,48	13,32	0,21	0,16	0,86	0,78
	Öğt.	0,27	1,03	1,09	0,93	4,35	74,04	15,51	0,23	0,27	1,14	1,15
S	0	0,21	1,05	0,81	0,88	2,61	76,49	15,96	0,23	0,20	0,94	0,60
	90	0,20	1,07	0,82	0,90	2,54	78,25	14,23	0,22	0,18	1,02	0,56
	180	0,23	0,12	0,09	0,97	2,26	81,70	11,33	1,68	0,14	0,78	0,70
	Öğt.	0,26	1,04	1,09	0,93	4,53	74,22	15,08	0,21	0,27	1,14	1,23

*: 180 gün depolama sonrasında öğütülerek tekrar ambalajlanıp 90 gün dengeye gelmesi beklendikten sonra elde edilen sonuçlar

Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.17'de verilmiştir. Kayısı örneklerinin depolanmasının, kaplamanın ve kaplama ile depolamanın interaksyonunun kurutulmuş kayısılarından ambalaj tepe boşluğuna salınan aroma miktarlarının toplam pik alanları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	$3,86 \times 10^{14}$	450,88**
Depolama süresi(D)	2	$1,41 \times 10^{15}$	1647,32**
D x K	8	$3,92 \times 10^{12}$	4,59**
Hata	14	$8,55 \times 10^{11}$	

(*), $P < 0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.17. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama	C	A	G	H	S
Materyali	$8,73 \times 10^7^a$	$7,12 \times 10^7^b$	$6,71 \times 10^7^c$	$7,03 \times 10^7^b$	$7,03 \times 10^7^b$
Depolama	0	90	180		
Süresi (Gün)	$8,35 \times 10^7^a$	$7,60 \times 10^7^b$	$6,03^7^c$		

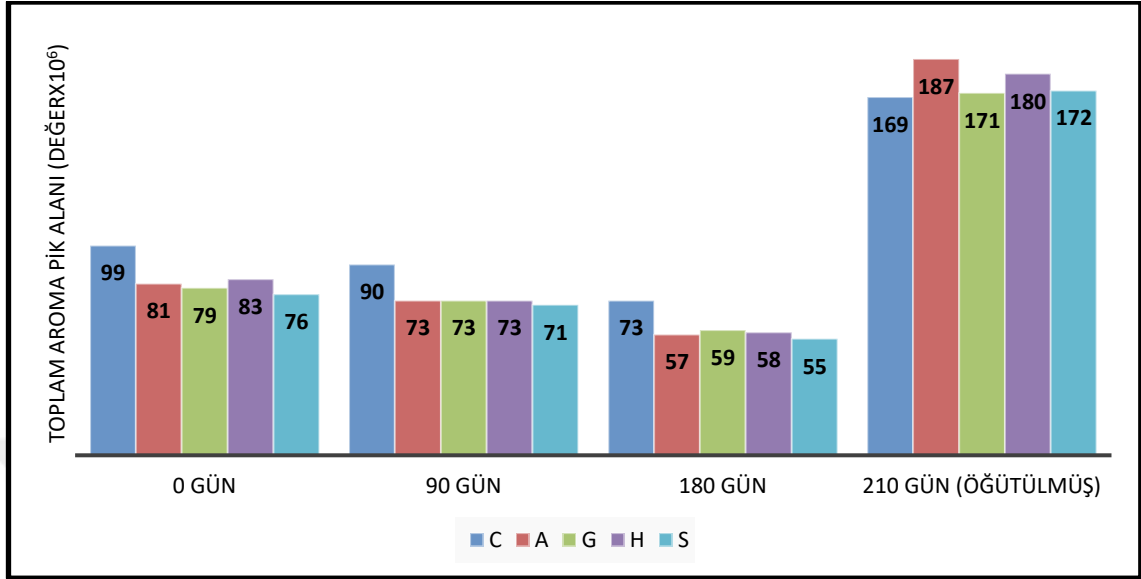
Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.17) kontrol örneğinin toplam aroma pik alanının kaplanmış bütün örneklerden önemli derecede ($P < 0,01$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. G örneğinin toplam aroma pik alanının ise diğer örneklerle göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P < 0,01$) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca örneklerden salınan aroma bileşenlerinin toplam pik alanının depolama süresince önemli seviyede ($P < 0,01$) azaldığı görülmektedir.

Kurutmanın hemen sonrasında ve depolama süresince aroma bileşenlerine ait toplam pik alanı değerlerine bakıldığında kontrol örneğinin, yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan bütün örneklerle göre daha fazla pik alanı verdiği belirlenmiştir. Bunun yanında kurutmanın hemen sonrasında yapılan analize göre en düşük aroma toplam pik alanının S örneğinde olduğu, G örneğinin toplam aroma pik alanının S örneğinden daha fazla olduğu, kontrol örneğinden sonra en yüksek aroma pik alanı değerinin H örneğinde olduğu, A örneğinin ise H örneğinden daha düşük G örneğinden ise daha fazla aroma pik alanı verdiği belirlenmiştir. 90 gün depolanan kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarında yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan bütün örneklerin C örneğinden istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha düşük olduğu, kaplanarak kurutulan örneklerin toplam aroma pik alanı değerleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. 180 gün depolanan örneklerin toplam aroma pik alanı değerlerine bakıldığında yine en yüksek toplam pik alanının kontrol örneğinde olduğu, S örneğinin ise en düşük toplam aroma pik alanı değerine sahip örnek olduğu bulunmuştur.

Parçalanmamış örneklerde C örneğinin toplam pik alanı daha yüksek çıkması nedeniyle, yenebilir kaplama çözeltileri ile kaplanan örneklerin aroma bileşenlerini örneklerin içerisinde hapsediği düşünüldüğünden örnekler öğütüldükten sonra tekrar aroma miktarları tespit edilmiştir. Parçalanmış örneklerde en yüksek aroma pik alanına sahip örneğin A örneği olduğu, C, G ve S örneklerinin ise en düşük aroma pik alanına sahip olduğu belirlenmiştir. H örneğinin ise orta seviyede aroma pik alanı verdiği bulunmuştur (Şekil 4.12). Jost ve Reinelt tarafından 2017 yılında yapılan bir çalışmada,

sodyum aljinatın oksijen ve su buharı geçirgenliklerinin oldukça düşük olduğu bildirilmiştir. Geçirgenlik değerinin düşük olması nedeniyle aroma bileşiklerini de geçirmediği ve literatürdeki veriler ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Kayısı örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi

4.1.6. Kayısların duyuşsal analizleri

Kurutulmuş kayısı örnekleri lezzet, renk ve buruşukluk özellikleri açısından duyuşsal olarak analiz edilmiştir. Renk analizi için piyasada halihazırda bulunan SO₂ uygulanmış olan altın sarısı rengine yakın ve herhangi bir uygulamadan geçmeden kurutulmuş güncurusu kayısılar ile kıyaslayarak puanlama yapmaları istenmiştir. Kurutulmuş kayısı örneklerinin duyuşsal analizlerinde elde edilen lezzet, renk ve buruşukluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Duyuşsal değerlendirme sonuçlarına göre lezzet üzerine depolama süresinin (P<0,01), renk üzerine kaplama materyalinin (P<0,01), buruşukluk üzerine ise hem kaplamanın (P<0,01), hem depolamanın (P<0,01) hem de bunların interaksiyonlarının (P<0,05) önemli etkisi olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Kayısı örneklerinin duyuşsal analizlerinde elde edilen lezzet, renk ve buruşukluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	Lezzet		Renk		Buruşukluk	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	3,82	2,13	46,97	44,41**	30,06	26,44**
Depolama süresi(D)	2	28,69	16,03**	0,53	0,50	24,34	21,40**
D x K	8	3,30	1,84	2,92	2,76	3,36	2,96*
Hata	252	1,79		1,06		1,14	

(*), P<0,05 seviyesinde, (**) ise, P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.19. Kayısı örneklerinin duysal analiz sonucu elde edilen lezzet, renk ve buruşukluk sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk, 3: Buruşukluk)

		C	A	G	H	S
1	Kaplama	0,44±1,54 ^{a,b}	0,72±1,36 ^a	0,02±1,36 ^b	0,30±1,41 ^{a,b}	0,49±1,51 ^{a,b}
	Depolama	0 gün 0,97±1,43 ^a	90 gün 0,34±1,41 ^b	180 gün -0,13±1,29 ^c		
2	Kaplama	-0,86±1,01 ^c	1,07±1,08 ^a	-0,61±0,96 ^c	1,04±1,00 ^a	-0,12±1,21 ^b
	Depolama	0 gün 0,02±1,21 ^a	90 gün 0,17±1,42 ^a	180 gün 0,12±1,35 ^a		
3	Kaplama	0,18±1,07 ^a	-0,05±1,41 ^a	-1,14±1,14 ^b	-1,54±1,10 ^c	-0,84±1,13 ^b
	Depolama	0 gün -1,26±1,27 ^b	90 gün -0,43±1,32 ^a	180 gün -0,35±1,24 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Renk değerlendirmesi için panelistlere piyasadan temin edilmiş olan kükürlenerek kurutulmuş ve gün kurusu örnekler standart olarak sunulmuş ve hangisine daha yakın olduğu konusunda puan vermeleri istenmiştir. Depolama sonuçlarına bakıldığında, depolanan örneklerin lezzetlerinin istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P<0,05$) azaldığı görülmektedir. Kurutmanın hemen sonrasında elde edilen lezzet sonuçlarına göre 90 gün depolandıktan sonra elde edilen lezzet sonuçlarının önemli derecede daha düşük olduğu, 180 gün depolanan örneklerin lezzet sonuçlarının da 90 gün depolanan örneklerin lezzet sonuçlarına göre önemli derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

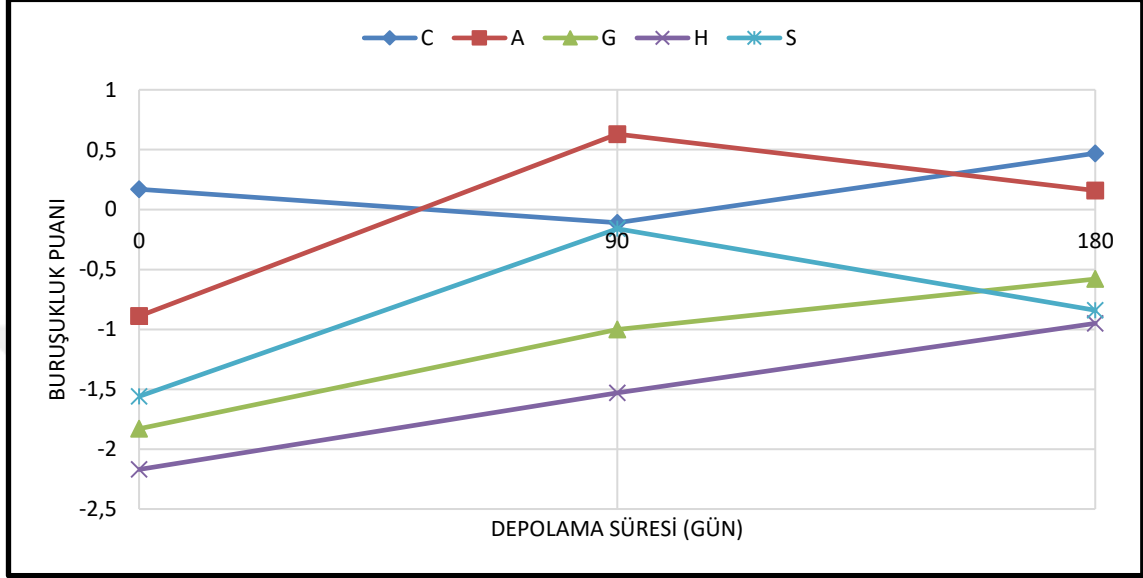
Çizelgede verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında A ve H örneklerinin görsel olarak algılanan renginin C, G ve S örneklerinin rengine göre önemli ölçüde ($P<0,01$) daha açık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca S örneğinin renginin de C ve G örneklerine göre önemli derecede ($P<0,01$) daha açık olduğu belirlenmiştir.

Yine çizelgede verilmiş olan buruşukluk sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre C ve A örneklerinin diğer örneklerle göre önemli ölçüde ($P<0,01$) daha az buruşuk olduğu, H örneğinin ise diğer bütün örneklerle göre önemli derecede ($P<0,01$) daha fazla buruşuk olduğu bulunmuştur. Depolama sırasında örneklerin buruşukluk miktarının istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P<0,01$) azaldığı, ancak 90 ve 180 gün depolama sonrasında elde edilen buruşukluk sonuçları arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Depolama sırasında buruşukluk miktarının azalmasının nedeninin depolama süresince örneklerin kabuk ve iç kısımlarının nem miktarlarının dengeye gelmesi ve buruşukluğa sebep olan dış kabuğun nem içeriğinin artarak yumuşaması olduğu düşünülmektedir.

Örneklerin duysal buruşukluk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın etkisi Şekil 4.13'te verilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında yenilebilir çözümlerle kaplanarak kurutulan örneklerin, kontrol örneğine göre daha buruşuk olduğu

H ve G örneklerinin en çok buruşuk örnekler olduğu A örneğinin ise orta derecede buruşuk olduğu bulunmuştur. 90 gün depolanan örneklerde yapılan analizlerde A örneğinin en az buruşuk G ve S örneklerinin ise en çok buruşuk örnekler olduğu, C ve S örneklerinin ise orta seviyede buruşuk olduğu belirlenmiştir. 180 gün depolama sonrasında ise C ve A örneklerinin en az buruşuk örnekler olduğu, H ve S örneklerinin ise en fazla buruşuk, G örneği ise orta derecede buruşuk örnekler olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.13. Kayısı örneklerinin duyuşal buruşukluk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

4.2. Yenebilir Kaplamaların Kurutulmuş Muzlar Üzerindeki Etkileri

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan ve kontrol örneklerinde bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal analizler yapılarak, kaplamanın kurutmanın hemen sonrasında ve kurutmadan 90 ve 180 gün sonra yenebilir kaplamaların etkisi belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında kontrol örneği olarak kaplanmadan kurutulan muz örnekleri (C), sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan muz örnekleri (A), gluten-soya proteini (3:1) çözeltisi ile kaplanarak kurutulan muz örnekleri (G), hidroksipropil metil selüloz (HPMC) çözeltisi ile kaplanarak kurutulan muz örnekleri (H) ve sodyum kazeinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan muz örnekleri (S) harfleri ile kodlanmıştır.

4.2.1. Muzların kuru madde, su aktivitesi ve sertlik değerleri

Kurutulmuş muz örneklerinin kuru madde miktarlarına ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20’de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Verilen sonuçlara bakıldığında depolama süresinin kurutulmuş muzların hem kuru madde miktarları hem de su aktiviteleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı, ancak kaplamanın kuru madde ve su aktivitesi ve depolama ile kaplama interaksyonunun ise sadece muz örneklerinin kuru madde değerleri üzerine istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P<0,01$) etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. Muz örneklerinin kuru madde miktarları ve su aktivitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	Kuru madde		Su aktivitesi	
		K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	28,54	34,78**	0,00	155,30**
Depolama süresi(D)	2	2,04	2,48	0,00	2,44
DxK	8	5,85	7,13**	0,03	0,30
Hata	70	0,82		0,00	

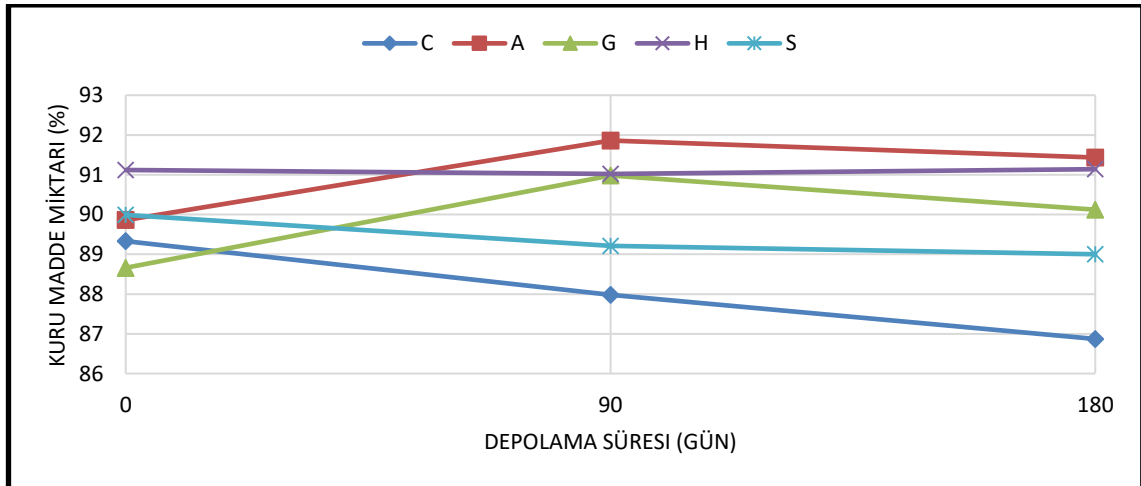
(**), P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.21. Muz örneklerinin kuru madde miktarları (%) ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru Madde, 2: Su aktivitesi)

1.	Kaplama	C	A	G	H	S
		88,06±91,03 ^c	91,03±1,16 ^a	89,92±1,25 ^b	91,09±0,84 ^a	89,40±0,86 ^b
2.	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		89,79±1,20 ^a	90,20±1,50 ^a	89,71±2,01 ^a		
1.	Kaplama	C	A	G	H	S
		0,49±0,01 ^a	0,39±0,01 ^d	0,41±0,01 ^c	0,42±0,01 ^c	0,46±0,02 ^b
2.	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		0,44±0,04 ^a	0,43±0,04 ^{a,b}	0,43±0,04 ^b		

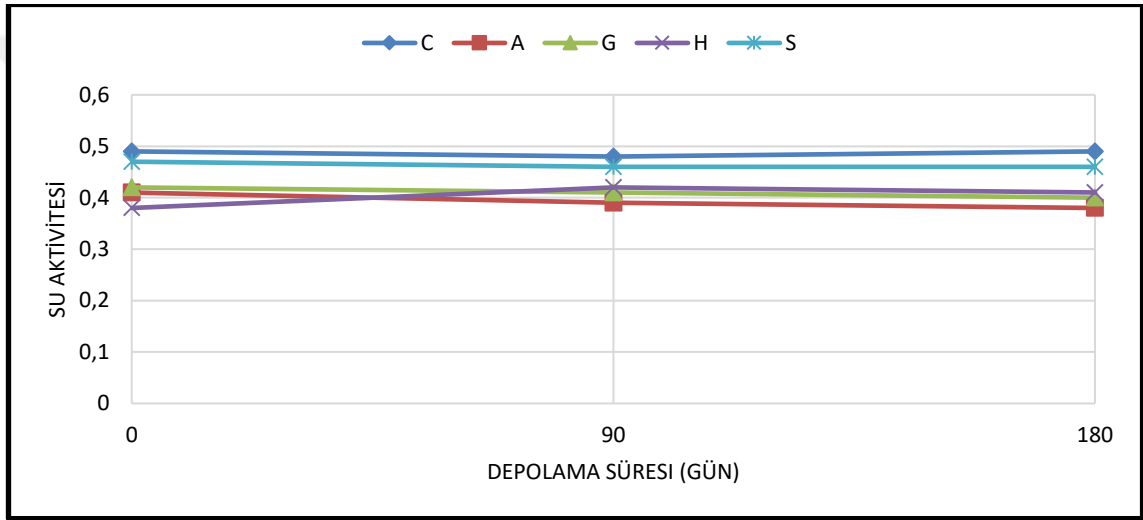
Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir (p <0,01).

Muz örneklerinin kuru madde miktarlarına ait kaplama ile depolamanın etkisi Şekil 4.14'te verilmiştir. Örneklerin kuru madde sonuçlarında kurutmanın hemen sonrasında H örneğinin en yüksek kuru madde miktarına sahip olduğu bulunmuştur (P<0,05). Depolama sırasında kontrol örneğinin kuru madde miktarının düştüğü ve en düşük değere sahip olduğu, 180 gün depolama sonrasında A ve H örneklerinin en yüksek kuru madde miktarına sahip olduğu bulunmuştur.

**Şekil 4.14.** Muz örneklerinin kuru madde miktarlarına ait kaplama ile depolamanın etkisi

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarının verildiği Çizelge 4.21 incelendiğinde kuru madde miktarı en düşük olan C örneğinin en yüksek, kuru madde miktarı en yüksek örneklerden biri olan A örneğinin ise en düşük su aktivitesi değerlerine sahip olduğu görülmektedir ($P<0,05$). Ayrıca S örneğinin su aktivitesinin de G ve H örneklerinden önemli ölçüde ($P<0,05$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolamanın örneklerin ortalama su aktivitesi değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı da Çizelge 4.21’de görülmektedir.

Muz örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.15’te verilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında elde edilen, örneklerin su aktivitesi değerlerine göre C örneğinin en yüksek H örneğinin ise en düşük su aktivitesi değerlerine sahip olduğu ancak hem 90 hem de 180 gün depolama süreci sonrasında C örneğinin en yüksek A örneğinin ise en düşük su aktivitesi değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Muz örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Kaplanarak kurutulan muz örneklerinin, özellikle de A ve H örneklerinin hem kuru madde miktarlarının hem de su aktivitesi değerlerinin daha düşük bulunması, kaplamaların (özellikle de sodyum aljinat ve HPMC ile) kurutma hızını artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.22. Muz örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	435,46	14,62**
Depolama süresi(D)	2	8,93	0,30
D x K	8	163,52	5,49**
Hata	64	29,79	

(**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Kurutulmuş muz örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge

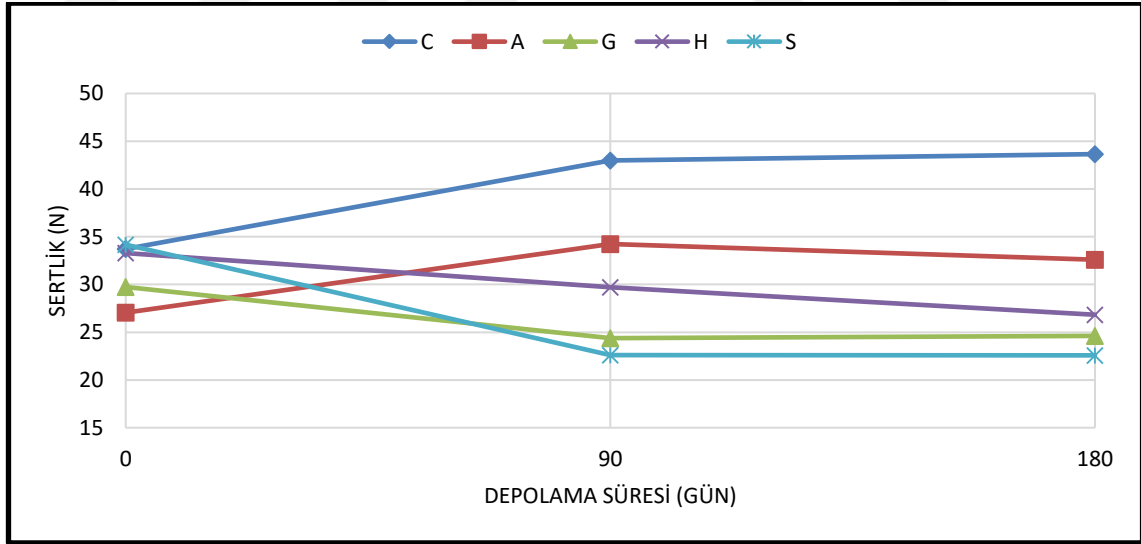
4.23'te verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere, depolama süresinin örneklerin sertlik değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, ancak kaplamanın ve kaplama ile depolamanın interaksyonunun örneklerin sertlik değerleri üzerine önemli ($P<0,01$) etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Muz örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
	39,36±8,10 ^a	30,79±6,85 ^b	26,66±4,66 ^c	30,34±5,45 ^{b,c}	27,36±7,40 ^{b,c}
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	31,59±5,70 ^a	30,78±9,55 ^a	30,05±8,92 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan muz örneklerinin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.16'da verilmiştir. Şekil 4.16'da verilen sertlik değerlerine bakıldığında 0. gün sonuçlarında C, H ve S örneklerinin A ve G örneklerine göre daha sert olduğu bulunmuştur. Kontrol örneğinin ve sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulmuş örneklerin sertlik değerinin depolama süresince arttığı, gluten-soya proteini (3:1), HPMC ve sodyum kazeinat ile kaplanarak kurutulan örneklerin sertlik değerlerinin ise depolama süresi boyunca azaldığı tespit edilmiştir. Örneklerin 90 günlük depolama sonrasında C ve A örneklerinin G, H ve S örneklerine göre daha sert olduğu, 180 gün sonunda ise C örneğinin en sert G, H ve S örneklerinin ise sertliği en düşük örnekler olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Muz örneklerinin sertlik değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

4.2.2. Muzların büzülme oranları ve yeniden su alma kapasiteleri

Muz örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24'te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Muzların kurutulmadan önce kaplanması büzülme oranları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu ancak depolamanın veya depolama ile kaplamanın etkisinin örneklerin büzülme oranları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Muz örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	424,04	54,64**
Depolama süresi(D)	2	17,96	2,31
DxK	8	1,15	0,15
Hata	126	7,76	

(**), $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Muz örneklerinin büzülme oranlarına bakıldığında, büzülme miktarı en az olan örneğin H örneği olduğu, C örneğinin ise en fazla büzülen örnek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca S örneklerinin büzülme oranının A ve G örneklerine göre önemli derecede ($P<0,05$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Muz örneklerinin büzülme oranları üzerine depolama süresinin az bir artışa sebep olsa da istatistiksel açıdan önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Büzülme oranı ile su aktivitesi değerleri birlikte incelendiğinde, en az büzülen H örneğinin su aktivitesi değerinin de düşük olduğu, daha fazla büzülen C, G ve S örneklerinin ise daha yüksek su aktivitesi değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin büzülme miktarlarında önemli bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Büzülme oranı daha düşük olan örneklerin su aktivitesi değerlerinin de düşük olmasının nedeninin, örneklerin kurutma sırasında daha az büzüldüğü için suyun uzaklaşabileceği yüzey alanının daha geniş olması olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.25. Muz örneklerinin büzülme oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama	C	A	G	H	S
Materyali	23,68±3,46 ^a	18,65±0,81 ^c	19,69±0,92 ^c	13,83±4,05 ^d	21,99±2,73 ^b
Depolama	0	90	180		
Süresi (Gün)	19,18±5,52 ^a	19,26±3,52 ^a	20,26±3,63 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Muz örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. Muzların kurutulmadan önce kaplanması yeniden su alma kapasiteleri üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu ancak depolamanın veya depolama ile kaplamanın etkisinin örneklerin yeniden su alma kapasiteleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Literatürde Cavendish cinsi muzların dilimlenerek 80°C'de 3 m/s hava hızında kurutulması sırasında örneklerin CMC ile kaplama kalınlığının artmasıyla büzülme

oranlarının %13,3 e düştüğü bildirilmektedir (Dehsheikh ve Dinani 2019). Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürde verilen sonuçlara benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Muz örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama (K)	4	112,60	8,39**
Depolama süresi (D)	2	37,16	2,77
D x K	8	1,19	0,09
Hata	56	13,42	

(**), P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelgedeki sonuçlara göre A, H ve S örneklerinin C ve G örneklerine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde (P<0,05) daha fazla su aldığı tespit edilmiştir. Bunun yanında örneklerin 90 gün depolanma sonrasında yeniden su alma kapasitelerinde önemli bir değişiklik olmadığı ancak 180 gün depolanma sonrasında, kurutmanın hemen sonrasında elde edilen sonuçlara göre örneklerin yeniden su alma kapasitelerinin önemli ölçüde (P<0,05) azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Muz örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	C	A	G	H	S
Kaplama Materyali	91,99±5,35 ^b	96,37±1,96 ^a	92,36±2,66 ^b	96,39±3,33 ^a	98,20±3,61 ^a
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	96,07±5,82 ^a	95,41±3,14 ^{a,b}	93,71±3,03 ^b		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir (p <0,01).

Yapılan bir çalışmada muzların sıcak hava ile kurutulduktan sonra 40°C’de rehidrasyon kapasiteleri belirlenmiş ve 30 dk süre sonunda örneklerin yeniden su alma miktarlarının yaklaşık %40 olduğu (Krokida ve Marinos-Kouris 2003), farklı bir çalışmada ise Taiwo ve Adeyemi (2009) 10 mm kalınlığında dilimledikleri muz dilimlerini 60°C’lik sıcak havada kurutmuş ve kuruma sonrasında elde edilen örneklerin 30°C’de 30 dk tutulan kurutulmuş dilimlerin rehidrasyon kapasitelerini %50-55 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürdeki bu çalışmalardan çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Muzların renk değerleri

Çizelge 4.28. Muz örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	L*		a*		b*	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	736,45	43,69**	4,40	5,18**	198,11	29,99**
Depolama süresi (D)	2	69,17	4,10*	49,36	58,13**	139,16	21,07**
D x K	8	163,30	9,69**	1,71	2,01	58,43	8,85**
Hata	96	16,86		0,85		6,61	

(*), P<0,05 seviyesinde, (**) ise, P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

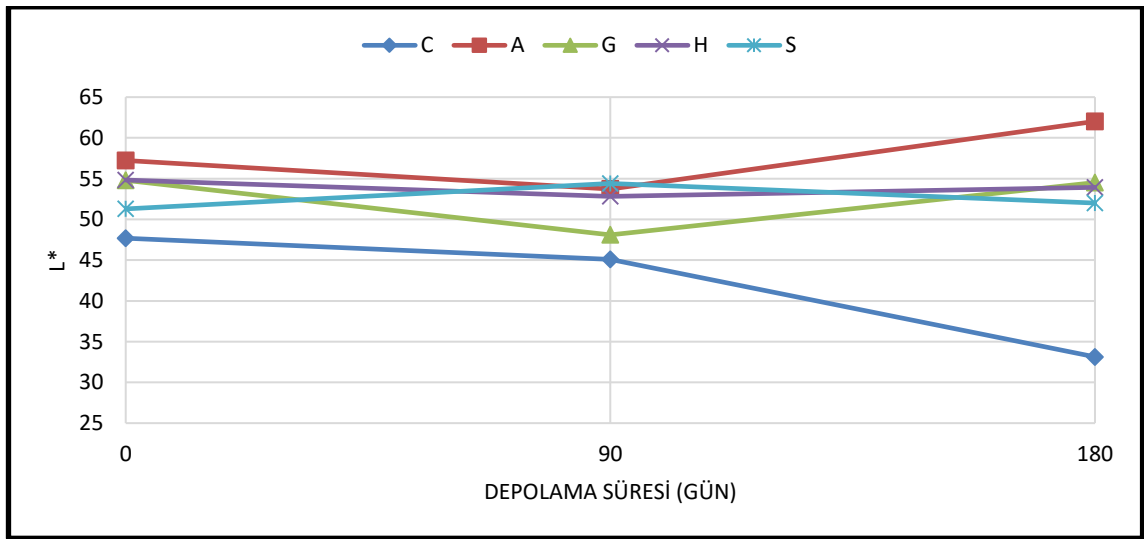
Muz örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.29’da verilmiştir. Çizelgedeki değerler incelendiğinde kaplama ve depolamanın örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinin tamamının istatistiksel açıdan önemli ölçüde etkilendiği, aynı zamanda, kaplama ile depolamanın interaksyonunun da a^* değeri hariç diğer değerler üzerinde önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Muz örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		C	A	G	H	S
L^*	Kaplama	42,69±7,04 ^c	57,61±5,74 ^a	52,76±4,41 ^b	53,98±5,25 ^b	52,41±3,25 ^b
	Depolama	0	90	180		
		53,16±4,82 ^a	50,83±5,43 ^b	51,12±10,69 ^b		
a^*	Kaplama	7,15±1,34 ^a	6,43±1,49 ^b	7,33±1,23 ^a	6,45±5,25 ^b	7,20±1,31 ^a
	Depolama	0	90	180		
		7,39±0,91 ^a	5,46±0,97 ^b	7,67±1,18 ^a		
b^*	Kaplama	24,88±5,64 ^c	32,14±2,60 ^a	30,16±2,82 ^b	29,85±3,51 ^b	30,54±2,69 ^b
	Depolama	0	90	180		
		31,25±2,95 ^a	29,51±2,93 ^b	27,03±5,82 ^c		

Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Örneklerin L^* değerlerine bakıldığında C örneğinin, yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin tamamından daha koyu renkte olduğu, A örneğinin ise diğer örneklerle göre daha açık renkte olduğu ve G, H ve S örneklerinin L^* değerleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Depolama süresince örneklerin, kurutmanın hemen sonra elde edilen sonuçlara göre önemli ölçüde ($P<0,01$) daha düşük L^* değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, örneklerin depolama sırasında esmerleşmeye devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.17. Muz örneklerinin L^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Muz örneklerinin L* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.17'de verilmiştir. Örneklerin L* değerlerine bakıldığında C örneğinin, kaplanmış örneklerle göre daha koyu renkte olduğu, A, G ve H örneklerinin ise en açık renge sahip olduğu, depolama boyunca C örneğinin renginin esmerleşmeye devam ettiği, A örneğinin ise renginin diğer örneklerle göre daha açık olarak kaldığı bulunmuştur.

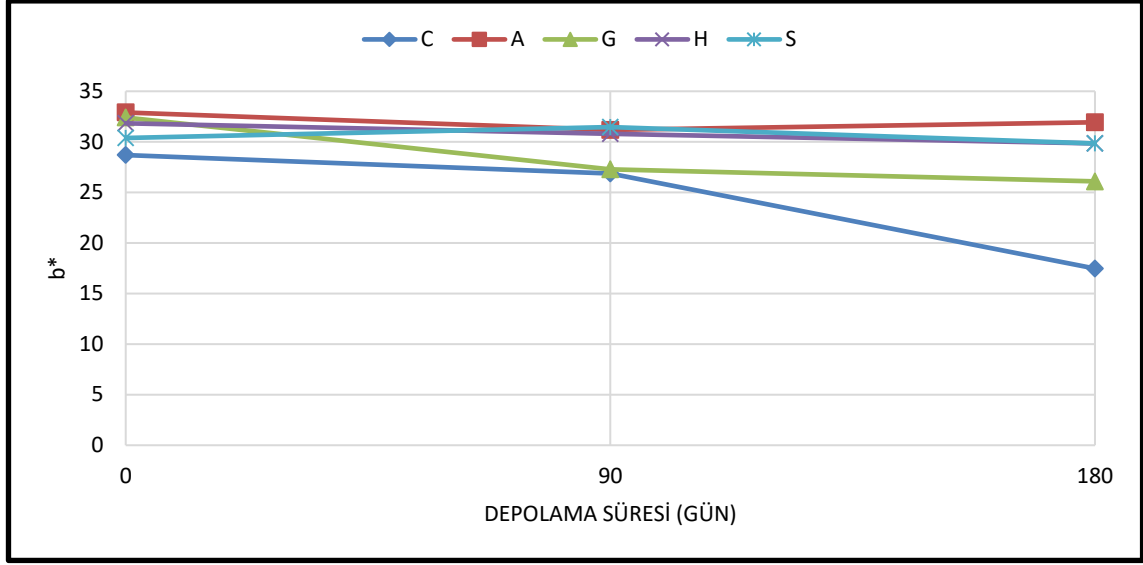
Her ne kadar varyans analizinde ve Duncan çoklu karşılaştırma testinde kaplamanın ve depolamanın a* değeri üzerine etkili olduğu görülse de a* değerlerinin birbirine çok yakın olması ve kırmızı mavi değer arasında değişen a* değerinin muzun renginde pek önemli olmaması a* değerindeki bu farkın, gözle algılanabilecek düzeyde fark oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.28'de verilen muz örneklerinin b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde örneklerin depolanmasının, kaplanmasının ve depolama ile kaplamanın interaksyonunun örneklerin b* değerleri üzerine önemli ölçüde ($P<0,01$) etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29'da verilen b* değerlerine bakıldığında kaplanarak kurutulmuş bütün örneklerin kontrol örneğine göre istatistiksel açıdan önemli derecede ($P<0,01$) daha sarı renkte olduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten A örneğinin diğer örneklerle göre önemli ölçüde ($P<0,05$) daha yüksek b* değerine sahip olduğu bulunmuştur.

Muz örneklerinin b* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.18'de verilmiştir. Örneklerin b* değerleri incelendiğinde kurutmanın hemen sonrasında A, G ve H örneklerinin kontrol örneğine göre daha sarı renkte olduğu tespit edilmiştir. 90 gün depolama sonrasında A, H ve S örneklerinin kontrol ve G örneğine göre daha sarı renkte olduğu, 180 gün depolama sonrasında ise A, H ve S örneklerinin en sarı, G örneğinin ise kontrol örneğine göre daha sarı fakat diğer örneklerden daha az sarı olduğu tespit edilmiştir. Bu renk farkının muz dilimlerinin kuruması sırasında kendine has renginin kaplanmış örneklerde daha iyi korunmasından, G örneğinin daha düşük olmasının da gluten-soya proteini ile hazırlanan kaplama çözeltisinin kendi renginin daha sarı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada Lakatan cinsi muz örneklerinin kızılötesi desteği ile dondurularak kurutulması sonrasında örneklerin L* , a* ve b* değerlerinin sırasıyla 59,4 ile 63,1, 16,6 ile 18,4 ve 23,8 ile 26,8 arasında olduğu belirtilmiştir (Khampakool vd. 2019). Bu çalışmada yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin L* değerlerinin kızılötesi desteği ile dondurularak kurutulmuş örneklerle daha yakın olduğu, örneklerin kurutulması sırasında renginin esmerleşmesinin dondurularak kurutulmaya benzer şekilde önlendiği belirlenmiştir. Ayrıca b* değerlerinin literatürde belirtilen değerlerden daha yüksek olması bu çalışmada elde edilen örneklerin renginin daha sarı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.18. Muz örneklerinin b* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

70°C’de kurutulan muz örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada, Mui vd (2002) tarafından, dilimlenmiş muzların renk değişimleri kurutulmadan önceki L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 52, 8,83, 22,6 olarak tespit edilmiş, kurutma sonrasında ise sırasıyla 41,3, 4,73 ve 14,9 olarak değiştiği belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre kaplanarak kurutulan muz örneklerinin renk değerlerinin kurutulmadan önce elde edilen renk değerlerine daha yakın olduğu, kontrol örneğinin renk değerlerinin ise aynı çalışmadaki kurutma sonrasında elde edilen renk değerlerine daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

Muz örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30’da bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelge 4.30’daki veriler doğrultusunda örneklerin hem esmerleşme indeksi hem kroma hem de hue açısı değerlerinin örneklerin depolanması, kaplanması ve depolama ile kaplamanın interaksyonu ile önemli ölçüde ($P<0,01$) etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	E.İ.		Kroma		Hue açısı	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	84,18	28,58**	174,99	28,55**	123,50	25,25**
Depolama süresi(D)	2	114,74	38,95**	115,84	18,90**	340,54	69,92**
D x K	8	37,12	12,60**	48,22	7,87**	69,02	14,11**
Hata	96	2,95		6,13		4,89	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

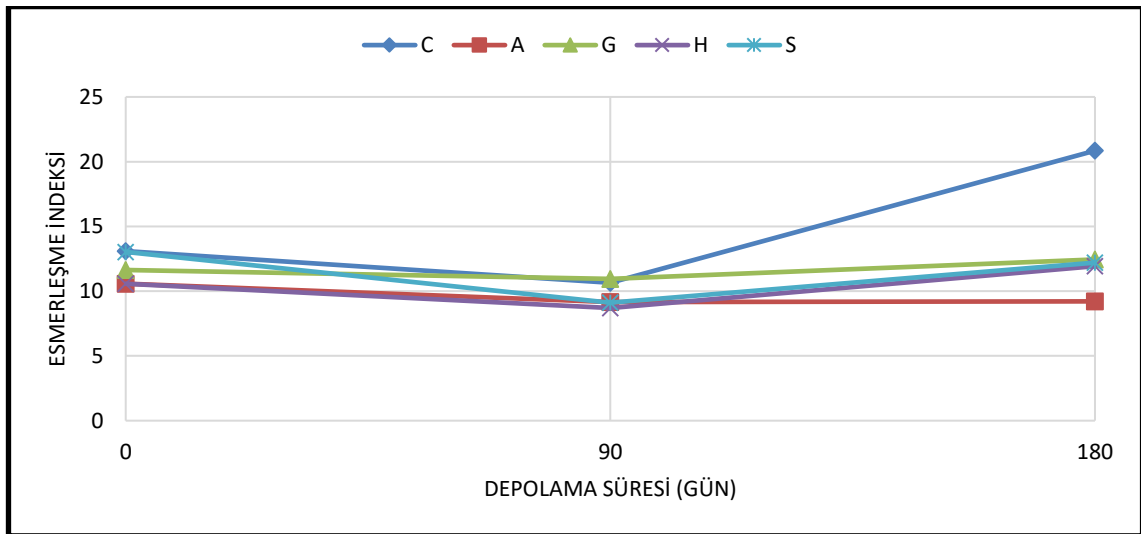
Çizelge 4.31. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)

		C	A	G	H	S
1	Kaplama	14,64±4,34 ^a	9,76±2,32 ^c	11,68±1,45 ^b	10,42±2,30 ^c	11,65±2,12 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		11,78±1,75 ^b	9,71±1,94 ^c	13,33±4,39 ^a		
2	Kaplama	26,02±5,17 ^c	32,82±2,48 ^a	31,05±2,86 ^b	30,59±3,28 ^b	31,40±2,63 ^{a,b}
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		32,13±2,88 ^a	30,04±2,85 ^b	28,21±5,37 ^c		
3	Kaplama	72,93±6,47 ^c	78,58±2,95 ^a	76,34±2,10 ^b	77,54±3,61 ^{a,b}	76,67±2,59 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		76,60±1,95 ^b	79,39±2,20 ^a	73,17±5,74 ^c		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde C örneğinin, yenabilir çözümlerle kaplanarak kurutulan örneklerin tamamından daha esmer renge sahip olduğu, A ve H örneklerinin ise en açık renge sahip örnekler olduğu belirlenmiştir ($P < 0,01$). Örneklerin 180 gün depolanmasının, kurutmanın hemen sonrasında elde edilen sonuçlara göre, örneklerin renginin daha koyu hale gelmesine neden olduğu da tespit edilmiştir.

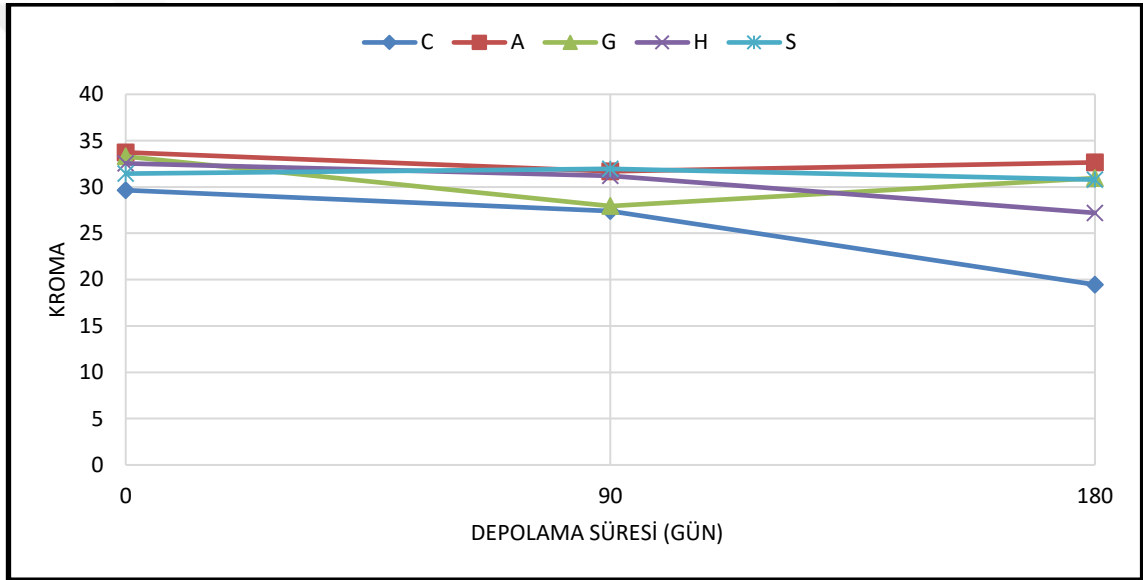
Kahverengi renk saflığı olarak tanımlanan esmerleşme indeksi, şeker içeren gıda ürünlerinde en yaygın esmerleşme göstergelerinden biridir (Buera vd. 1986). Buna göre Şekil 4.19’de verilen muz örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu incelendiğinde kurutmanın hemen sonrasında C ve S örneklerinin renginin A, G ve H örneklerine göre daha esmer olduğu, 180 gün depolama sonrasında ise kontrol örneğinin diğer örneklerle göre daha esmer olduğu, A örneğinin en az esmer renge sahip örnek olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.19. Muz örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

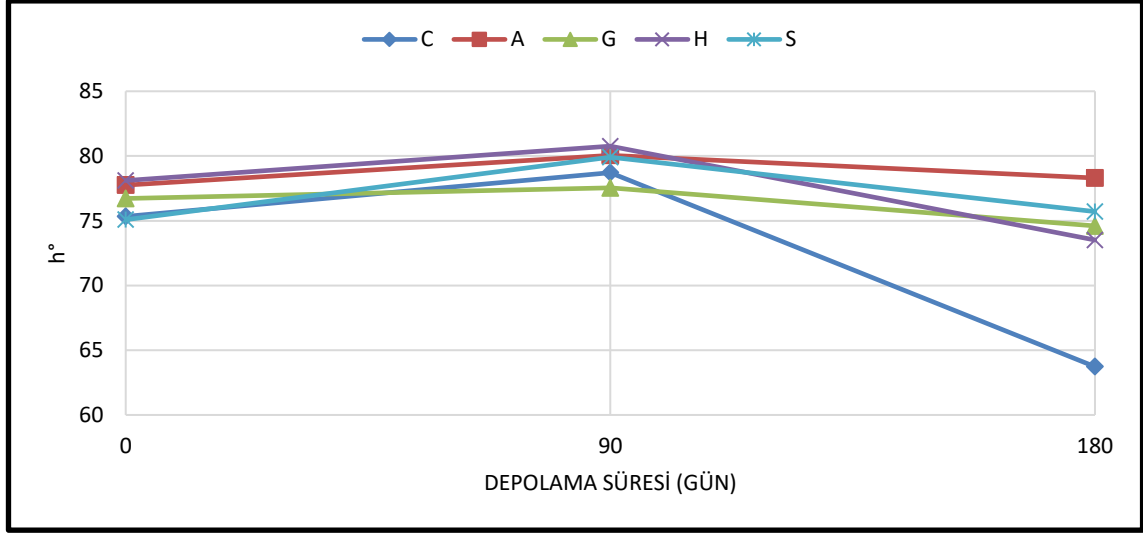
Kurutulmuş muz örneklerinin kroma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulmasının örneklerin kroma değerlerinde önemli derecede artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. C örneğinin en düşük, A ve S örneklerinin ise en yüksek kroma değerlerine sahip oldukları bulunmuştur. Hem 90 hem de 180 gün depolama sonrasında, özellikle kontrol örneğinin kroma değerinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Örneklerin sahip oldukları renk yoğunluğunu ifade eden kroma (C) değerleri üzerine kaplama ve depolamanın interaksyonu Şekil 4.20’de verilmiştir. Verilen değerlere bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında, yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan bütün muz örneklerinin kroma değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu, 90 gün depolama sonrasında A, H ve S örneklerinin kroma değerlerinin C ve G örneklerine göre daha yüksek olduğu, 180 gün depolama sonrasında ise C örneğinin kroma değerinin en düşük, A ve G örneklerinin kroma değerlerinin en yüksek H ve S örneklerinin kroma değerlerinin ise orta seviyede olduğu bulunmuştur ($P<0,01$).



Şekil 4.20. Muz örneklerinin kroma değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Kurutulmuş muz örneklerinin hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları doğrultusunda C örneğinin en düşük, A ve H örneklerinin ise en yüksek hue açısı değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir ($P<0,05$). 90 gün depolama sonunda örneklerin ortalama hue açısı değerinin kurutmanın hemen sonrasındaki değere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu, 180 gün depolama sonrasında elde edilen hue açısı değerinin ise 90 gün depolama sonrasında elde edilen değerlere göre önemli derecede daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.21. Muz örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu

Hue açısı değeri örneklerin renk tekerleğindeki tam rengini gösteren bir değerdir. 60° tam sarı 120° ise tam yeşil rengi ifade etmektedir. Muz örneklerinin hue açısı değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu Şekil 4.21’de verilmiştir. Buna göre kurutmanın hemen sonrasında ve 90 gün depolama sonrasında elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı ancak 180 gün depolama sonucunda C örneğinin hue açısı değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

4.2.4. Muzların kimyasal özellikleri

Muz örneklerinin toplam antioksidan miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.32’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33’te verilmiştir. Çizelge 4.32’de verilen sonuçlara göre örneklerin toplam antioksidan miktarının örneklerin depolanması ve kaplanması ile önemli ölçüde ($P<0,01$) etkilendiği belirlenmiştir. Ancak depolama ile kaplamanın interaksiyonunun örneklerin toplam antioksidan aktiviteleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Muz örneklerinin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Antioksidan miktarı			Karotenoid			Askorbik asit	
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	1485,75	45,07**	4	0,18	146,95**	12,29	120,43**
Depolama süresi (D)	2	3700,36	112,25**	2	0,23	183,62**	5,45	53,44**
D x K	8	65,58	1,99	8	0,02	13,31**	1,48	14,48**
Hata	70	32,96		14	0,00		0,10	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

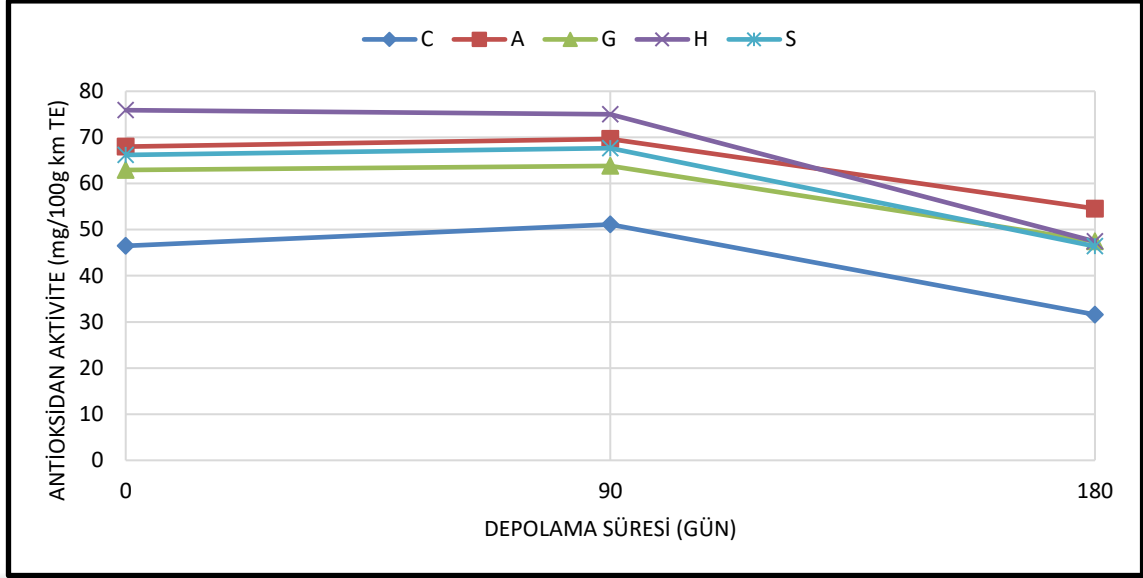
Çizelge 4.33. Muz örneklerinin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Karotenoid (mg/100g KM), 3: Askorbik asit (mg/100g KM))

		C	A	G	H	S
1	Kaplama	43,06±10,16 ^c	64,07±7,91 ^a	58,08±9,27 ^b	66,13±14,48 ^a	60,09±11,93 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		63,90±10,47 ^a	65,46±10,63 ^a	45,49±8,99 ^b		
		C	A	G	H	S
2	Kaplama	0,72±0,08 ^d	0,95±0,14 ^b	0,92±0,14 ^b	1,20±0,26 ^a	0,87±0,09 ^c
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		1,02±0,24 ^a	1,02±0,19 ^a	0,76±0,08 ^b		
		C	A	G	H	S
3	Kaplama	0,46±0,16 ^d	3,98±2,09 ^a	1,41±0,48 ^b	0,93±0,36 ^c	0,72±0,32 ^{c,d}
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		1,91±1,80 ^a	1,95±1,87 ^a	0,65±0,44 ^b		

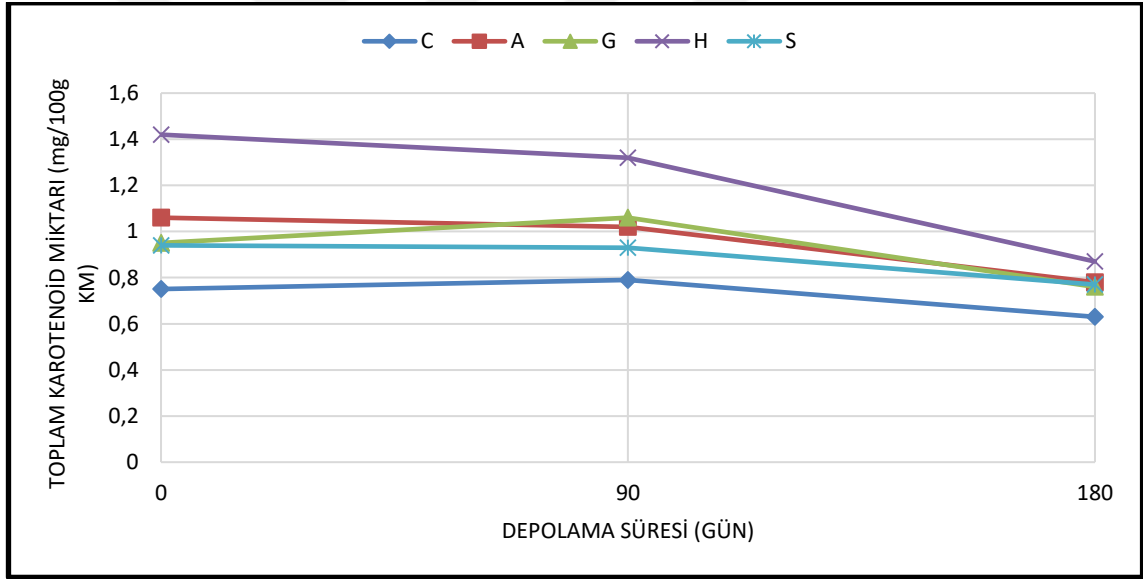
Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Örneklerin kurutulmadan önce yenabilir çözeltilerle kaplanması, kontrol örneklerine kıyasla, toplam antioksidan ve karotenoid miktarlarını önemli ölçüde ($P < 0,05$) artırdığı bulunmuştur. Ayrıca sodyum kazeinat dışındaki bütün kaplamaların örneklerin askorbik asit içeriğini önemli derecede ($P < 0,05$) artırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanında 90 günlük depolama süresinin örneklerin toplam antioksidan, karotenoid ve askorbik asit içerikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, ancak 180 gün depolanan örneklerin bu değerlerinin önemli derecede ($P < 0,05$) azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalmanın nedeninin örneklerin ambalajları içerisinde bulunan oksijen miktarının 90 gün sonunda %3, 180 gün sonunda ise %6'ya ulaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.22'de verilen, örneklerin kimyasal özelliklerine bakıldığında C örneğinin antioksidan aktivitesinin diğer örneklerle göre daha düşük olduğu, H örneğinin antioksidan aktivitesinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 180 gün depolama sonrasında ise A örneğinin antioksidan aktivitesinin en yüksek, C örneğinin antioksidan aktivitesinin ise en düşük olduğu, G, H ve S örneklerinin antioksidan aktivitesinin ise orta seviyede olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.22. Muz örneklerinin toplam antioksidan miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

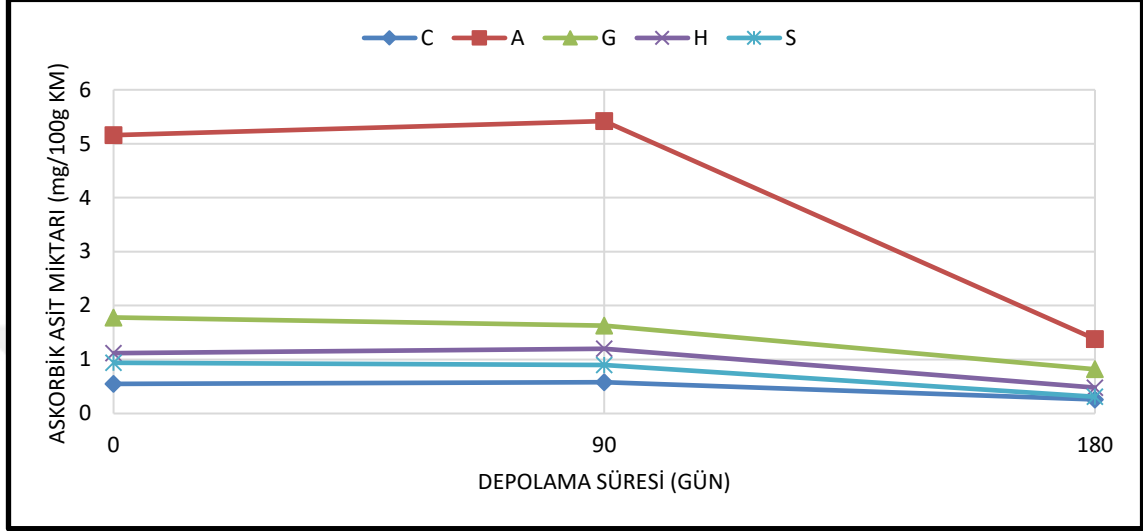


Şekil 4.23. Muz örneklerinin toplam karotenoid miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Muz örneklerinin toplam karotenoid miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.23'te verilmiştir. Şekilde verilen toplam karotenoid miktarlarına bakıldığında C örneğinin toplam karotenoid içeriğinin hem kurutmanın hemen sonrasında hem de depolama sürelerinin sonrasında diğer örneklerle göre daha düşük olduğu, H örneğinin toplam karotenoid içeriğinin ise hem kurutma sonrasında hem de depolama sonrasında diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu, 180 gün depolamanın ise bütün örneklerin toplam karotenoid içeriğinde azalmaya sebep olduğu bulunmuştur.

Şekil 4.24'te verilen muz örneklerinin askorbik asit miktarlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonuna bakıldığında A örneğinin askorbik asit içeriğinin diğer

örneklere göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha fazla olduğu, diğer örneklerin aralarında istatistiksel açıdan önemli ölçüde bir fark olmadığı, depolama sırasında 90 gün sonucunda fazla bir değişiklik olmazken, 180 günün sonunda bütün örneklerin askorbik asit içeriklerinin önemli ölçüde azaldığı, buna rağmen A örneğinin yine en yüksek askorbik asit içeriğine sahip örnek olduğu, C, H ve S örneklerinin ise en düşük askorbik asit içeriğine sahip örnekler olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.24. Muz örneklerinin askorbik asit miktarlarına ait kaplama ile depolamanın etkisi

Kayıp örneklerinin kurutulmadan önce yenebilir çözeltilerle özellikle de sodyum aljinat ve HPMC ile kaplanmasının örneklerin antioksidan aktivitesi, karotenoid ve askorbik asit içeriklerinin korunması konusunda oldukça etkili bir uygulama olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca literatürde meyvelerin depolama süresince askorbik asit kayıplarının, depolama ortam şartlarına (ışık, sıcaklık, oksijen varlığı, vb.) ve örneklerin su aktivitesi değerine bağlı olduğu bildirilmektedir (Uddin vd 2002). Bu tez çalışmasında örneklerin depolanması sırasında ambalaj materyallerinin gaz geçirgenliği sonucunda paket içindeki oksijen miktarının artmasının, örneklerin antioksidan aktivitesini azalttığı, karotenoid ve askorbik asit gibi bileşiklerin de kayıplarına sebep olduğu düşünülmektedir.

4.2.5. Muzların serbest aroma miktarları ve bileşenleri

Kurutulmuş ürünlerin üretimi sırasında aroma bileşenlerinin kaybı en önemli hususlardan birisidir. Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan muz örneklerindeki aroma bileşeni olarak metil bütanal, pentanon, etil asetat, 2-pentanon, hekzanal türevleri, izoamil bütirat ve nonan bileşenleri ve bu bileşenlere ait % pik alanları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.34'te verilmiştir. Muz örneklerinde en fazla bulunan hâkim aroma bileşeninin hekzanal türevleri (%79,03 ile %86,61 arasında), izoamil bütirat (%5,74 ile %9,60 arasında) ve etil asetat (%2,83 ile %6,42 arasında) olduğu belirlenmiştir. Yenebilir kaplamaların ve depolamanın % aroma bileşenleri üzerine önemli etkilerinin olmadığı ancak özellikle % etil asetat miktarlarına bakıldığında kontrol örneğinin % etil asetat miktarının yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerle göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. Muz örneklerine ait aroma bileşenleri ve bu bileşenlere ait % pik alanları

Örnek	Gün	Metil Bütanal	Pentanon	Etil Asetat	2- Pentanon	Hekzanal Türevleri	İzoamil Bütirat	Nonan
C	0	1,31	1,16	6,01	1,13	82,83	7,04	0,52
	90	1,40	1,17	6,01	1,12	82,87	6,90	0,52
	180	1,65	1,27	6,42	1,23	79,65	6,96	2,82
	Öğütülmüş	1,38	1,21	5,60	1,21	84,01	6,02	0,55
A	0	1,69	1,30	3,35	1,17	83,73	8,13	0,62
	90	1,99	1,51	3,85	1,25	82,40	8,29	0,71
	180	2,64	2,03	4,44	1,43	79,03	9,60	0,84
	Öğütülmüş	1,55	1,36	5,15	1,58	84,05	5,75	0,55
G	0	1,56	1,10	3,86	1,37	83,70	7,82	0,59
	90	1,77	1,03	4,04	1,22	84,66	6,64	0,63
	180	1,62	1,08	3,89	1,34	83,86	7,60	0,61
	Öğütülmüş	1,68	1,28	5,72	1,43	82,77	6,56	0,55
H	0	1,25	0,69	3,23	1,03	85,83	7,45	0,52
	90	1,24	0,63	3,22	0,98	86,26	7,21	0,47
	180	1,56	0,65	2,83	1,03	86,61	6,89	0,44
	Öğütülmüş	1,71	1,27	6,00	1,57	82,18	6,61	0,66
S	0	1,22	1,82	4,24	1,74	82,69	7,67	0,62
	90	1,31	1,94	4,63	1,73	82,02	7,78	0,59
	180	1,39	2,13	4,55	1,86	82,20	7,30	0,57
	Öğütülmüş	1,28	1,47	5,11	1,59	84,23	5,74	0,59

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan muz örneklerinin aroma miktarları, örneklerden ambalaj tepe boşluğuna salınan aroma bileşenlerinin verdiği pik alanlarının toplamı alınarak hesaplanmıştır. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35'te bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çizelge 4.35'e göre, muz örneklerinin kurutulmadan önce yenebilir çözeltilerle kaplanmasının, depolanmasının ve kaplama ile depolamanın interaksyonunun, örneklerin toplam aroma pik alanları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama (K)	4	$2,85 \times 10^{14}$	195,66**
Depolama süresi (D)	2	$5,49 \times 10^{14}$	377,05**
DxK	8	$3,23 \times 10^{13}$	22,23**
Hata	14	$1,46 \times 10^{12}$	

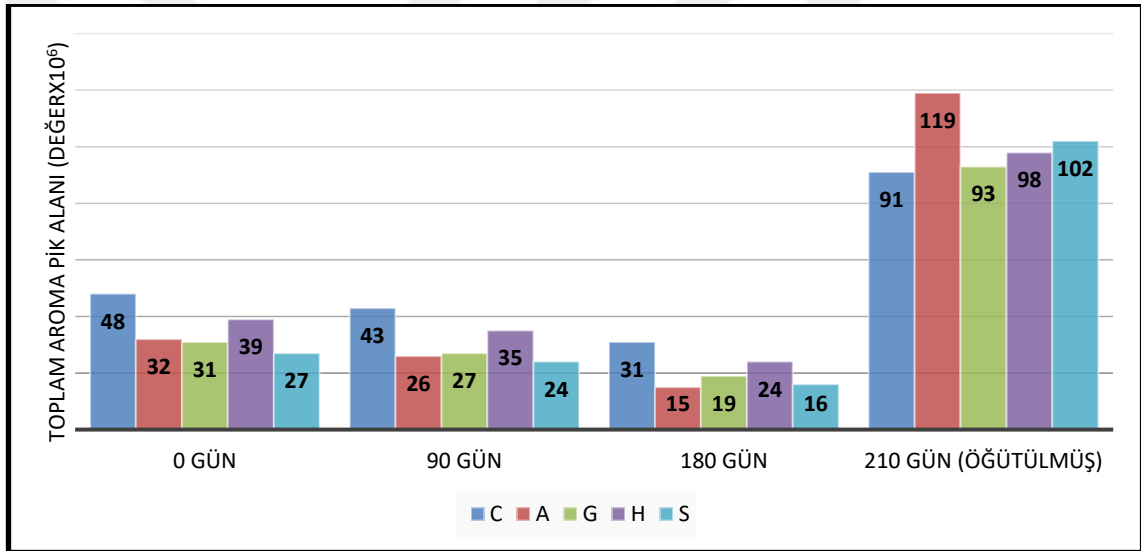
(**), $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.36. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
	4,04 x10 ^{7a}	2,96x10 ^{7b}	2,32 x10 ^{7d}	2,75 x10 ^{7c}	2,43x10 ^{7d}
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	3,54x10 ^{7a}	3,07x10 ^{7b}	2,09x10 ^{7c}		

Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.36’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre C örneğinin toplam aroma pik alanının diğer örneklerle göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu, G örneğinin ise en düşük toplam aroma pik alanı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Depolama boyunca serbest aroma bileşenlerine ait toplam pik alanlarının hem 90 hem de 180 gün depolama sonrasında önemli derecede ($P < 0,01$) azaldığı saptanmıştır.



Şekil 4.25. Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi

Muz örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi Şekil 4.25’te verilmiştir. Buna göre kurutmanın sonrasında yapılan aroma analizine göre kurutulmuş muz örneklerinden elde edilen toplam aroma miktarları karşılaştırıldığında en fazla aroma salınımının kontrol örneğinde olduğu tespit edilmiştir. H örneğinin ambalaj içerisindeki tepe boşluğuna salınan aroma miktarının ise A, G ve S örneklerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer biçimde 90 ve 180 gün depolama sonrasında elde edilen aroma miktarlarında da en yüksek aroma salınımının kontrol örneğinde olduğu, H örneğinin ise kaplanarak kurutulan diğer örneklerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. 90 gün depolama sonrasında en düşük aroma salınımına sahip muz örneğinin S örneği olduğu, 180 gün depolama sonrasında ise en düşük aroma salınımına sahip örneklerin, A ve S örnekleri olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin aroma salınımının düşük olması kaplama materyallerinin aroma bileşenlerini geçirmeyerek örneklerin içerisinde muhafaza etmesinden kaynaklandığı düşünüldüğünden örnekler bir blender ile parçalanarak tekrar paketlenmiş ve dengeye geldikten sonra tekrar aroma analizi yapılmıştır. Örneklerin parçalandıktan sonra yapılan aroma analizlerinde ambalaj tepe boşluğunda en fazla aroma bileşeni tespit edilen örneğin A örneği olduğu, S örneğinin serbest aroma bileşeni miktarının A örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha düşük ancak diğer örneklerden daha yüksek olduğu, H örneğinin aroma miktarının ise aralarında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilen C ve G örneklerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

4.2.6. Muzların duyuusal analizi

Kurutulmuş muz örneklerinin duyuusal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Muz örneklerinin duyuusal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Lezzet		Renk	
Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	28,83	20,57**	90,24	86,73**
Depolama süresi (D)	2	4,77	3,40*	0,12	0,12
D x K	8	5,88	4,20**	2,69	2,61*
Hata	233	1,40		1,03	

(*), $P < 0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Muz örneklerinin kurutulmadan önce yenebilir çözümlerle kaplanmasının hem lezzet hem renk üzerine ($P < 0,01$), depolanmasının yalnızca lezzet üzerine ($P < 0,05$) ve kaplama ile depolamanın etkileşiminin de hem lezzet ($P < 0,01$) hem de renk ($P < 0,05$) değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

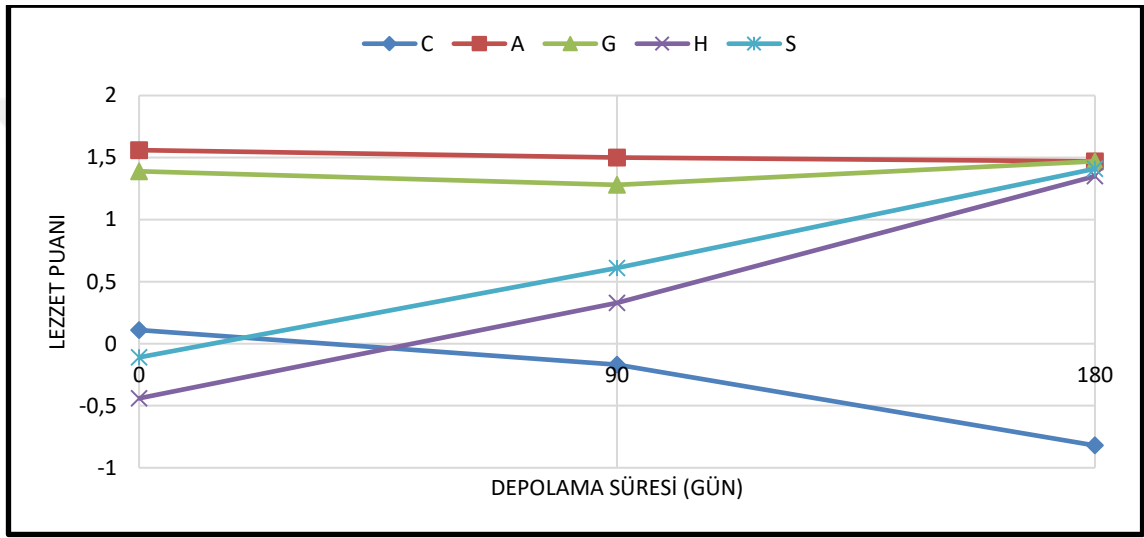
Çizelge 4.38’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde, kaplanan bütün örneklerin kontrol örneğine göre önemli derecede daha lezzetli bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca A ve G örneklerinin diğer örneklerden daha lezzetli olduğu belirlenmiştir. 90 günlük depolama sonrasında elde edilen veriler ile kurutmanın hemen sonrasında gerçekleştirilen duyuusal analizde elde edilen veriler arasında ciddi bir fark olmadığı, ancak 180 gün depolanan örneklerin, kurutmanın hemen sonrasında yapılan duyuusal analiz sonuçlarına göre daha lezzetli bulunduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Çizelgedeki verilere göre, C örneğinin en az beğenilen renge sahip örnek olduğu, A ve H örneklerinin ise en çok beğenilen renge sahip örnekler olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Örneklerin duyuusal renk değerleri üzerine depolamanın önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Fark olmamasının nedeninin panelistlerin örnekleri her analiz zamanında kendi aralarında değerlendirdiklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.38. Muz örneklerinin duysal lezzet ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk)

		C	A	G	H	S
		-0,28±1,31 ^c	1,51±1,03 ^a	1,38±0,97 ^a	0,40±1,51 ^b	0,62±1,46 ^b
1	Kaplama					
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
2	Kaplama	-1,32±1,02 ^d	1,66±1,11 ^a	0,87±1,11 ^b	1,74±0,84 ^a	-0,17±1,05 ^c
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		0,58±1,54 ^a	0,51±1,42 ^a	0,58±1,71 ^a		

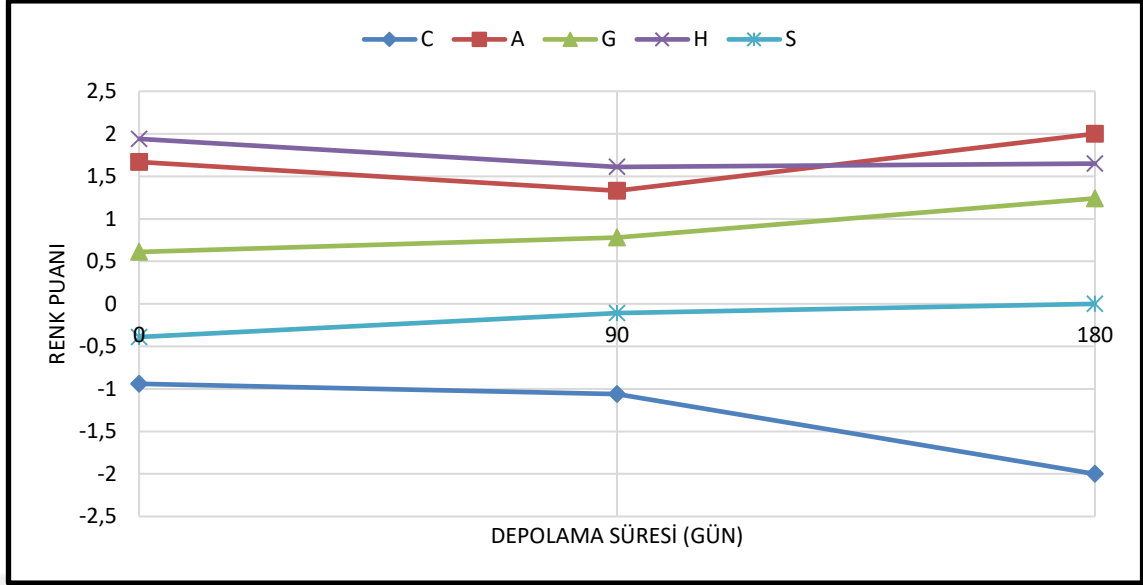
Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).



Şekil 4.26. Muz örneklerinin duysal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Kurutulmuş muz örneklerinin duysal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.26’da verilmiştir. Duysal analiz sonuçlarına bakıldığında, kurutmadan hemen sonra yapılan tadımda A ve G örneklerinin C, H ve S örneklerine göre İstatistiksel açıdan önemli ölçüde daha lezzetli olduğu belirlenmiştir. 90 gün depolandıktan sonra ise yine A ve G örneklerinin C ve S örneklerine göre daha lezzetli olduğu bununla birlikte, S örneği ile G örneğinin lezzetleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. 180 gün depolama sonrasında yapılan duysal analiz sonuçlarına göre de yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulmuş örneklerin kaplanmadan kurutulan kontrol örneğine göre daha lezzetli olduğu tespit edilmiştir.

Kurutulmuş muz örneklerinin duysal renk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu Şekil 4.27’de verilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında ve hem 90 hem de 180 gün depolama sonrasında rengi en az beğenilen örneğin kontrol örneği olduğu bulunmuştur. Rengi en çok beğenilen örneklerin ise A ve H örnekleri olduğu belirlenmiştir. Özellikle sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örneklerin renginin taze meyve rengine daha yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.27. Muz örneklerinin duysal renk sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

4.3. Yenebilir Kaplamaların Kurutulmuş Çileklerin Üzerindeki Etkileri

Kayısı ve muz örneklerinde olduğu gibi çilek örneklerinde de kurutmanın hemen sonrasında, 90 ve 180 gün depolama sonrasında bazı analizler yapılarak yenebilir kaplamaların çileklerin özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

4.3.1. Çileklerin kuru madde, su aktivitesi değerleri ve büzülme miktarları

Kurutulmuş çilek örneklerinin kuru madde miktarlarına ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39'da, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Çizelge 4.39 incelendiğinde depolamanın ve kaplamanın örneklerin hem kuru madde miktarları hem de su aktivitesi değerleri üzerine, depolama ile kaplamanın interaksyonunun ise yalnızca örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine önemli ölçüde ($P < 0,01$) etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.39. Çilek örneklerinin kuru madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	Kuru Madde		Su Aktivitesi	
		K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	16,30	21,54**	0,01	104,62**
Depolama süresi (D)	2	7,04	9,30**	0,00	5,09**
D x K	8	1,06	1,40	0,00	23,25**
Hata	56	0,76		0,00	

(**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.40. Çilek örneklerinin kuru madde miktarlarına ve su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Kuru madde, 2: Su aktivitesi)

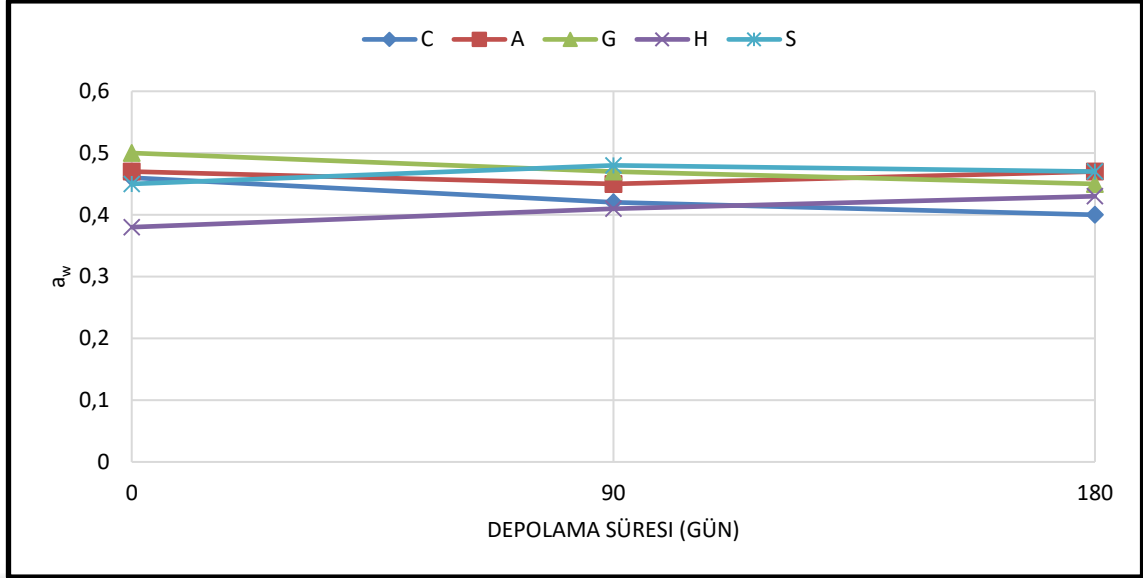
		C	A	G	H	S
1	Kaplama	90,59±1,09 ^b	89,24±1,00 ^c	88,93±1,21 ^c	91,50±0,80 ^a	90,26±0,76 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		89,56±1,43 ^b	90,14±1,26 ^a	90,62±1,16 ^a		
		C	A	G	H	S
2	Kaplama	0,43±0,02 ^c	0,46±0,02 ^b	0,47±0,03 ^a	0,41±0,02 ^d	0,47±0,02 ^{a,b}
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		0,45±0,04 ^a	0,45±0,03 ^b	0,44±0,03 ^b		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.40'taki sonuçlar, H örneğinin en yüksek, A ve G örneklerinin ise en düşük kuru madde miktarına sahip örnekler olduğunu göstermiştir ($P < 0,05$). Örneklerin depolama süresince kuru madde miktarlarında istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P < 0,05$) artış olduğu, ancak 90 ve 180 gün depolama sonrasında elde edilen kuru madde miktarları arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Yine Çizelge 4.39'a göre G ve S örneklerinin en yüksek, H örneğinin ise en düşük su aktivitesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Ayrıca 90 ve 180 gün depolanan örneklerin su aktivitelerinin kurutmadan hemen sonra elde edilen su aktivitesi değerlerine göre önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Çilek örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın etkisi Şekil 4.28'de verilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında elde edilen su aktivitesi sonuçlarına bakıldığında bütün örnekler birlikte kurutulmuş olmasına rağmen G örneğinin su aktivitesi değerinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu, H örneğinin su aktivitesi değerinin ise diğer örneklerden istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. A örneğinin su aktivitesi değerinin ise C ve S örneklerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. 90 gün depolandıktan sonra yapılan su aktivitesi sonuçlarına göre G ve S örneklerinin su aktivitesi değerinin en yüksek, H ve C örneklerinin su aktivitesi değerinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir. A örneğinin su aktivitesi değerinin ise orta seviyede olduğu bulunmuştur. 180 gün depolama sonrasında elde edilen su aktivitesi sonuçlarına göre de A ve S örneklerinin su aktivitesi değerinin diğer örneklere göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. C örneğinin su aktivitesi değerinin ise en düşük değer olduğu, ayrıca G örneğinin su aktivitesi değerinin de H örneğinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.28. Çilek örneklerinin su aktivitesi değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Çilek örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çizelge 4.41 incelendiğinde depolamanın ve depolama ile kaplamanın interaksyonunun örneklerin büzülme oranları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, fakat kaplamanın örneklerin büzülme oranları üzerine önemli derecede ($P < 0,01$) etkili olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.41. Çilek örneklerinin büzülme oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	3250,54	1033,69**
Depolama süresi(D)	2	8,20	2,61
D x K	8	3,24	1,03
Hata	126	3,14	

(**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.42. Çilek örneklerinin % büzülme miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
	70,37±1,44 ^a	62,60±1,49 ^c	64,99±1,77 ^b	43,53±2,19 ^d	65,77±2,06 ^b
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	61,08±9,64 ^b	61,39±9,34 ^{a,b}	61,88±9,72 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.42’de verilenlere göre, en çok büzülen çilek örneğinin C örneği olduğu, en az büzülen örneğin ise H örneği olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Örneklerin 90 gün depolanmasının büzülme oranları üzerine önemli bir etkisi olmazken, 180 gün depolanması örneklerin büzülme oranlarını önemli ölçüde ($P < 0,01$) artırmıştır.

Su aktivitesi ve büzülme miktarları birlikte incelendiğinde büzülme miktarının daha düşük olduğu tespit edilen H örneğinin su aktivitesi değerinin de daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna göre hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan örneklerin daha az büzülmesi sonucu örneklerin kuruması sırasında yüzey alanının daha geniş kaldığı ve ürün içerisindeki suyun daha iyi uzaklaştığı düşünülmektedir.

4.3.2. Çileklerin yeniden su alma kapasiteleri ve sertlik değerleri

Kurutulmuş çilek örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43'te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.44'te verilmiştir. Çizelge 4.43 incelendiğinde depolamanın ve depolama ile kaplamanın interaksiyonunun örneklerin yeniden su alma kapasiteleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, fakat kaplamanın örneklerin yeniden su alma kapasiteleri üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Çilek örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	39,70	36,50**
Depolama süresi(D)	2	1,42	1,30
D x K	8	0,62	0,57
Hata	56	1,09	

(**), $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.44. Çilek örneklerinin yeniden su alma kapasitelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	C	A	G	H	S
Kaplama Materyali	65,55±1,31 ^c	67,95±0,99 ^b	69,03±0,73 ^a	69,16±0,92 ^a	69,60±1,03 ^a
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	68,53±1,67 ^a	68,14±1,95 ^a	68,11±1,70 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Kurutulan örneklerin yaş ürünlerin yerine kullanılabilirliğinin en önemli göstergelerinden biri kurutulan örneklerin yeniden su alma kapasiteleridir. Örneklerin kurutulması sırasında hücre yapısının bozulmasının, yeniden su alma kapasitelerinin düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Al-Khuseibi vd 2005). Çizelge 4.44'teki sonuçlar, kaplanarak kurutulan örneklerin, kontrol örneğine göre önemli derecede ($P<0,01$) daha yüksek yeniden su alma kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca G, H ve S örneklerinin yeniden su alma kapasitelerinin A örneğine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$). Ayrıca çizelgedeki veriler, depolama süresinin örneklerin yeniden su alma kapasiteleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada, birden fazla ön işlemle kombine olarak uygulanan konveksiyonel çilek kurutma çalışmasında, farklı kurutmalardan elde edilen örneklerin yeniden su alma kapasitelerinin %61,8-71,6 arasında değiştiği bildirilmiştir (Gamboa-Santos vd. 2014). Yapılan başka bir çalışmada ise Megias-Perez vd. (2014) dondurularak kurutulan çilek örneklerinden elde ettikleri yeniden su alma kapasitelerinin

%59,7-72,4 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların da literatürdeki verilen aralıklarda olduğu bulunmuştur.

Kurutulmuş çilek örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45'te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Çizelge 4.45 incelendiğinde depolamanın ve depolama ile kaplamanın interaksiyonunun örneklerin sertlikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, fakat kaplamanın örneklerin sertlikleri üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.45. Çilek örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	89,41	17,00**
Depolama süresi(D)	2	1,04	0,20
D x K	8	6,32	1,20
Hata	70	5,26	

(**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.46. Çilek örneklerinin sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (N)

	C	A	G	H	S
Kaplama Materyali	15,24±2,12 ^a	9,94±2,50 ^b	10,63±2,51 ^b	11,47±2,33 ^b	9,86±1,90 ^b
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	11,60±2,62 ^a	11,23±3,11 ^a	11,45±3,32 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çilek örneklerinin sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarının verildiği Çizelge 4.46 incelendiğinde kontrol örneğinin kaplanarak kurutulan örneklerle göre daha sert olduğu, kaplanan örneklerin ise sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Depolama ile örneklerin sertlik değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada 3mm kalınlıkta dilimlenerek güneşte kurutulan çilek dilimlerinin sertlik değerlerinin 19 ile 26 N arasında olduğu belirtilmiştir (El-Beltagy vd. 2007). Bu çalışmada elde edilen sertlik değerlerinin daha düşük olduğu yani örneklerin daha yumuşak olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.3. Çileklerin renk değerleri

Kurutulmuş çilek örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47'de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.48'de verilmiştir. Örneklerin kaplanması ve kaplama ile depolamanın interaksiyonunun örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine, depolanmasının ise L^* ve b^* değerleri üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.47. Çilek örneklerinin CIELAB renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	L*		a*		b*	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	374,63	21,52**	277,46	21,89**	1965,62	73,85**
Depolama süresi(D)	2	163,18	9,38**	30,24	2,39	1678,15	63,05**
D x K	8	51,07	2,93**	58,72	4,63**	127,49	4,79**
Hata	98	17,41		12,67		26,62	

(*), $P < 0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P < 0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çilek örneklerinin L* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde kaplandıktan sonra kurutulan örneklerin tamamının kontrol örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha açık renge sahip olduğu tespit edilmiştir. H örneğinin ise en açık renge sahip örnek olduğu bulunmuştur. 90 gün depolanan örneklerde, kurutmanın hemen sonrasında yapılan analizlere göre önemli bir fark olmadığı ancak 180 gün depolanan örneklerin renklerinin önemli ölçüde koyulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca örneklerin a* değerlerine göre C örneğinin a* değerinin kaplanarak kurutulan örneklere göre önemli derecede ($P < 0,01$) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin b* değerlerine bakıldığında kaplanarak kurutulan örneklerin tamamının b* değerinin kontrol örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde ($P < 0,01$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca G, H ve S örneklerinin A örneğine göre önemli derecede ($P < 0,01$) daha yüksek b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. 90 ve 180 gün depolanan örneklerin b* değerlerinin kurutmanın hemen sonrasında elde edilen b* değerlerine göre önemli ölçüde ($P < 0,01$) daha yüksek olduğu, bunun yanında 90 gün depolama sonrasında elde edilen b* değerlerinin, 180 gün depolama sonucu elde edilen b* değerlerine göre önemli seviyede ($P < 0,01$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

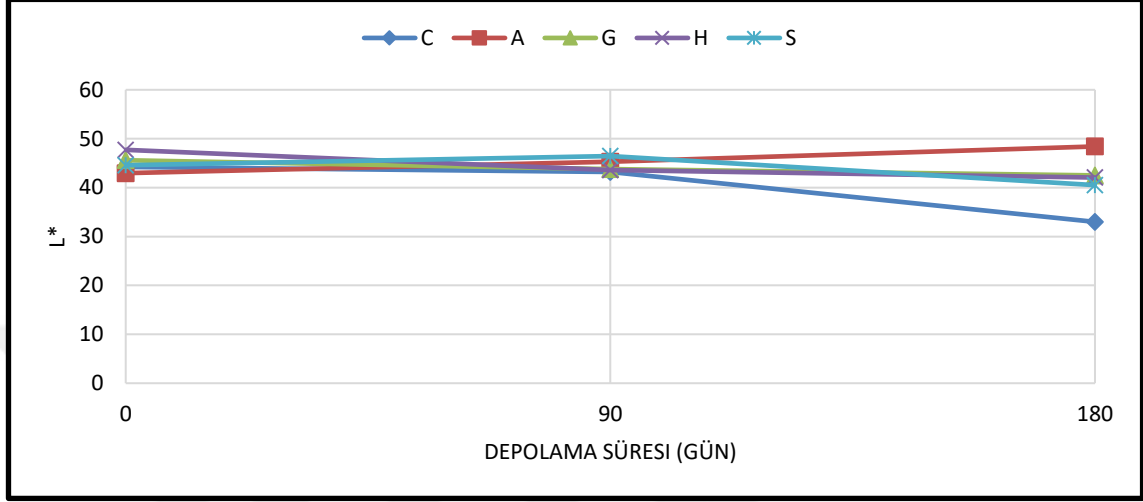
Çizelge 4.48. Çilek örneklerinin L*, a* ve b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		C	A	G	H	S
L*	Kaplama	38,13±6,34 ^d	41,93±4,35 ^c	44,06±4,20 ^{b,c}	48,87±3,85 ^a	44,91±5,14 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		45,12±5,32 ^a	44,33±6,64 ^a	41,29±5,23 ^b		
a*	Kaplama	29,32±5,12 ^c	38,02±2,77 ^a	36,18±3,58 ^{a,b}	36,87±2,79 ^{a,b}	34,96±4,87 ^b
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		34,28±5,44 ^b	36,00±5,32 ^a	34,93±3,90 ^{a,b}		
b*	Kaplama	34,46±7,00 ^c	47,50±6,29 ^b	53,82±6,68 ^a	56,15±9,11 ^a	55,39±9,80 ^a
	Depolama	0 gün	90 gün	180 gün		
		42,29±5,68 ^c	54,87±12,44 ^a	51,23±10,61 ^b		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

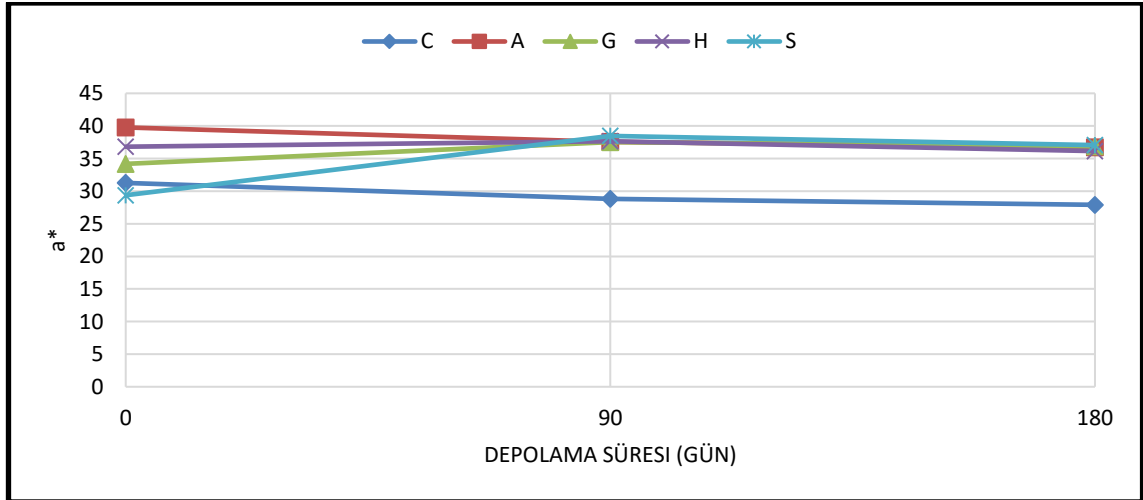
Kurutulmuş çilek örneklerine ait L* değerlerine ait kaplama ile depolamanın etkisi Şekil 4.29'da verilmiştir. Örneklerin renginin açıklık koyuluk değeri olan L* değerleri incelendiğinde kurutmanın hemen sonrasında ve 90 gün depolama sonrasında gerçekleştirilen analiz sonuçları arasında istatistiksel açıdan önemli ölçüde bir fark tespit edilmemiştir. 180 gün depolama sonrasında ise C örneğinin L* değerinin

azaldığı ve A örneğinin L^* değerinin arttığı görülmektedir. A örneğinin renginin diğer örneklerle göre önemli derecede daha açık olduğu, C örneğinin ise diğer bütün örneklerle göre daha koyu renkte olduğu bulunmuştur. Bunun yanında G örneğinin renginin de S örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha açık olduğu, H örneğinin L^* değerinde ise hem G örneği ile hem de S örneği ile istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.



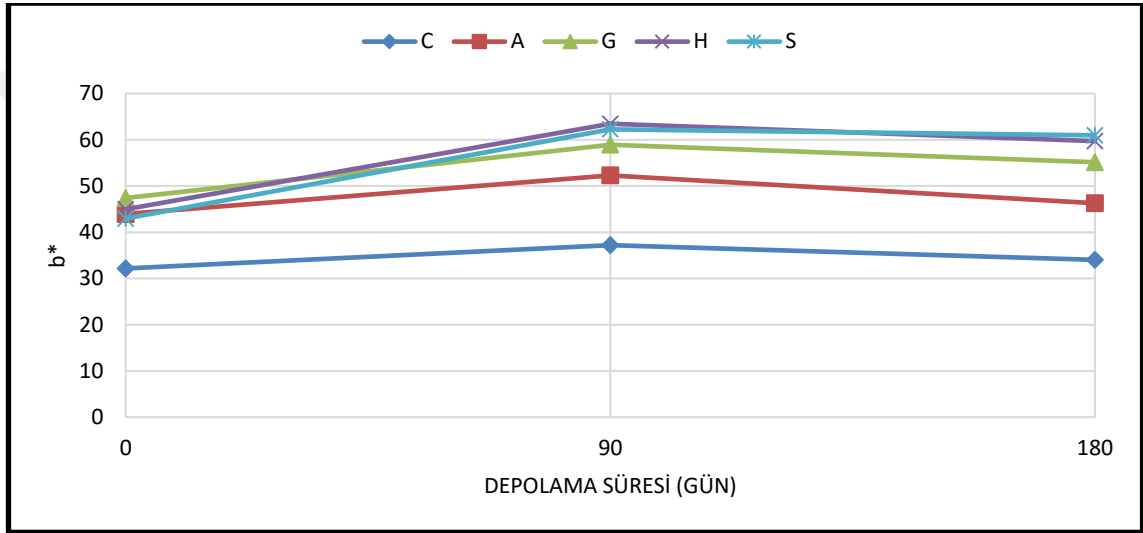
Şekil 4.29. Çilek örneklerinin L^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu

Şekil 4.30'da verilen ve örneklerin renginin kırmızılığının göstergesi olan a^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonuna bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında yapılan analizlerde A ve H örneklerinin diğer bütün örneklerle göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha kırmızı, C ve S örneklerinin ise kırmızılık değerinin diğer örneklerle göre önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında hem 90 hem de 180 gün depolandıktan sonra yapılan analizlerde yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin a^* değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli derecede bir fark olmadığı ve bu örneklerin C örneğinden önemli derecede daha yüksek a^* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.30. Çilek örneklerinin a^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksiyonu

Şekil 4.31’de verilen örneklerin b^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonuna bakıldığında da yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin, C örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha sarı renkte olduğu, ancak G örneğinin diğer bütün örnekler göre daha sarı renge sahip olduğu görülmüştür. Depolama sırasında b^* değerlerinde bir artışın meydana geldiği ve 90 gün depolanan örneklerde C örneğinin en düşük, G, H ve S örneklerinin ise en yüksek b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. A örneğinin de C örneğine göre daha sarı renkte olduğu ve aynı zamanda A örneği ile G örneğinin b^* değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. 180 gün depolanan örneklerin ise b^* değerlerinin 90 gün depolamaya göre bir miktar düştüğü görülmektedir. Ayrıca yine benzer biçimde C örneğinin en düşük, H ve S örneklerinin ise en yüksek b^* değerine sahip olduğu, G örneğinin ise A örneğine göre önemli ölçüde daha yüksek b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Çilek örneklerinin b^* değerlerine ait kaplama ile depolamanın interaksyonu

Xu vd (2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada dondurarak ve 60°C’de sıcak havada kurutulan çileklerin L^* , a^* ve b^* ve renk değişim değerleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre sıcak havada kurutulan çileklerin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 13,07, 22,84 ve 17,47 olarak tespit edilirken, dondurularak kurutulan örneklerde bu değerler sırasıyla 38,98, 31,29 ve 17,51 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, sıcak havada kurutulan örneklerden daha yüksek olduğu ancak dondurularak kurutulan örneklerin renk değerlerine daha yakın olduğu belirlenmiştir.

Kurutulmuş çilek örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.49’da bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.50’de verilmiştir. Esmerleşme indeksi sonuçlarına bakıldığında örneklerin kaplanması esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerleri üzerine önemli ölçüde ($P<0,01$) etkili olduğu, depolamanın da esmerleşme indeksi ($P<0,05$), kroma ve hue açısı değerleri üzerine önemli ölçüde ($P<0,01$), ancak kaplama ile depolamanın interaksyonunun örneklerin yalnızca kroma değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.49. Çilek örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	E.İ.		Kroma		Hue açısı	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama(K)	4	288,55	5,84**	1931,77	70,86**	300,39	27,00**
Depolama süresi(D)	2	228,13	4,62*	1306,13	47,91**	300,87	27,04**
D x K	8	85,59	1,73	175,90	6,45**	17,15	1,54
Hata	98	49,37		27,26		11,13	

(*), P<0,05 seviyesinde, (**) ise, P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.50'deki sonuçlar, A örneğinin diğer bütün örneklerle göre daha yüksek esmerleşme indeksi değerine sahip olduğu, diğer örneklerin esmerleşme indeksi değerleri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca 90 gün depolanan örneklerin esmerleşme indeksi değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı, ancak 180 gün depolanan örneklerin esmerleşme indeksi değerlerin önemli derecede artış olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.50. Çilek örneklerinin esmerleşme indeksi, kroma ve hue açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Esmerleşme indeksi, 2: Kroma, 3: Hue açısı)

		C	A	G	H	S
		0 gün	90 gün	180 gün		
1	Kaplama	52,27±9,42 ^b	59,28±6,69 ^a	54,50±7,62 ^b	50,40±5,92 ^b	51,87±6,87 ^b
	Depolama	51,09±9,42 ^b	54,09±8,52 ^{a,b}	55,81±4,25 ^a		
2	Kaplama	45,37±8,01 ^c	61,01±5,14 ^b	64,99±6,17 ^a	67,40±7,68 ^a	65,57±10,52 ^a
	Depolama	54,62±6,40 ^c	65,84±12,47 ^a	62,14±10,51 ^b		
3	Kaplama	49,50±4,17 ^b	51,10±4,23 ^b	55,93±3,92 ^a	56,29±4,87 ^a	57,54±2,77 ^a
	Depolama	50,95±4,89 ^b	56,10±4,88 ^a	55,16±4,00 ^a		

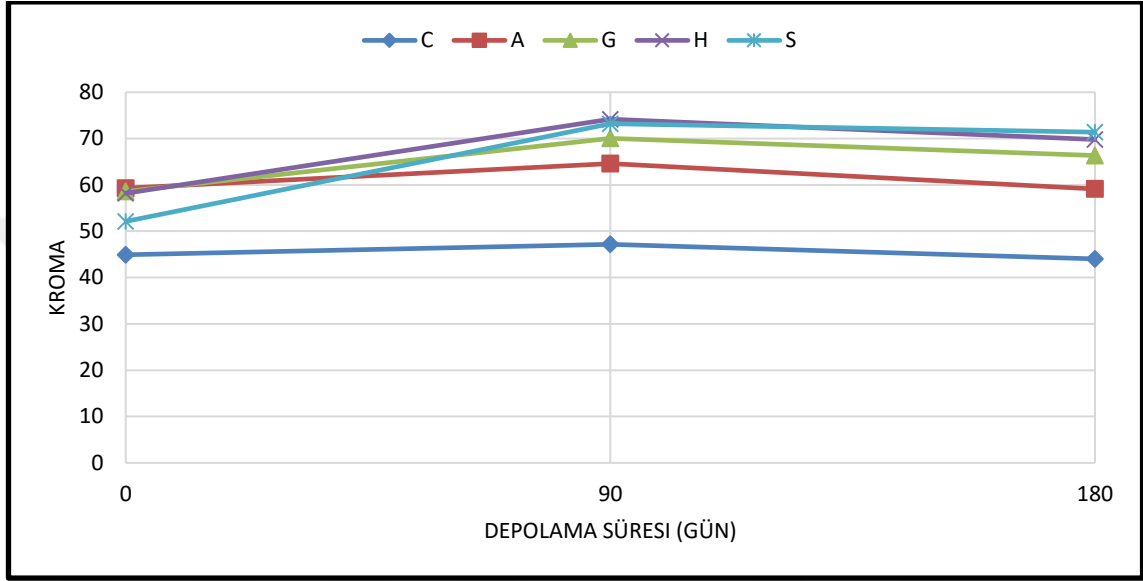
Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05).

Çizelge 4.50'de verilen kurutulmuş çilek örneklerinin kroma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde kaplanmış örneklerin tamamının kontrol örneğine göre daha yüksek kroma değerine sahip olduğu görülmüştür (P<0,01). Ayrıca G, H ve S örneklerinin A örneğine göre önemli derecede (P<0,01) daha yüksek kroma değerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Örneklerin hue açısı değerlerinin 0° olması tam kırmızı rengi, 60° olması ise tam sarı rengi ifade etmektedir. Çilek örneklerinin hue açısı değerlerine bakıldığında, kontrol ve A örneklerinin renginin daha kırmızı olduğu, G, H ve S örneklerinin ise daha açık renkte olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.32'de verilen Çilek örneklerinin kroma değerlerine ait kaplama ve depolamanın etkisi sonuçlarına bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında, 90 ve 180 gün depolama sonrasında yapılan analizlerde, kontrol örneğinin renk yoğunluğu

değerinin, yenabilir filmlerle kaplanarak kurutulmuş örneklerin renk yoğunluğuna göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında, A, G ve H örneklerinin renk yoğunluğu değerlerinin ise S örneğine göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 90 gün depolama sonrasında ise G, H ve S örneklerinin renk yoğunluğunun daha yüksek olduğu ve A ve G örneklerinin renk yoğunlukları arasında istatistiksel açıdan önemli ölçüde fark olmadığı tespit edilmiştir. 180 gün depolama sonrasında da H ve S örneklerinin en yüksek renk yoğunluğu değerine sahip olduğu, G örneğinin ise A örneğine göre daha yüksek renk yoğunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.32. Çilek örneklerinin kroma değerlerine ait kaplama ve depolamanın etkisi

4.3.4. Çileklerin kimyasal özellikleri

Çilek örneklerinin toplam antioksidan, askorbik asit ve antosiyanin içeriklerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.52’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre kaplamanın ve depolamanın hem antioksidan hem askorbik asit hem de antosiyanin içerikleri üzerine önemli ($p < 0,01$) etkileri olduğu, kaplama ve depolamanın etkilerinin ise yalnızca askorbik asit içerikleri üzerine önemli ($p < 0,01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.51. Çilek örneklerinin toplam antioksidan, askorbik asit ve antosiyanin içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

VK	Antioksidan			Antosiyanin		Askorbik asit	
	S.D.	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Kaplama	4	603171,36	18,03**	494,60	30,60**	17402,83	85,05**
Depolama	2	8007564,30	239,38**	16717,34	1034,30**	442441,43	2162,35**
D x K	8	45951,83	1,37	49,53	3,06	1120,59	5,48**
Hata	42	33451,94		16,16		204,61	

(**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelgede verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre H örneğinin toplam antioksidan, askorbik asit ve antosiyanin içeriklerinin en yüksek değerlere sahip olduğu, kontrol örneklerinin ise özellikle askorbik asit ve antosiyanin içerikleri bakımından en düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca A örneğinin antosiyanin içeriğinin de H örneği ile aralarında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Depolama ile toplam antioksidan, askorbik asit ve antosiyanin içeriklerinin tamamının önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir.

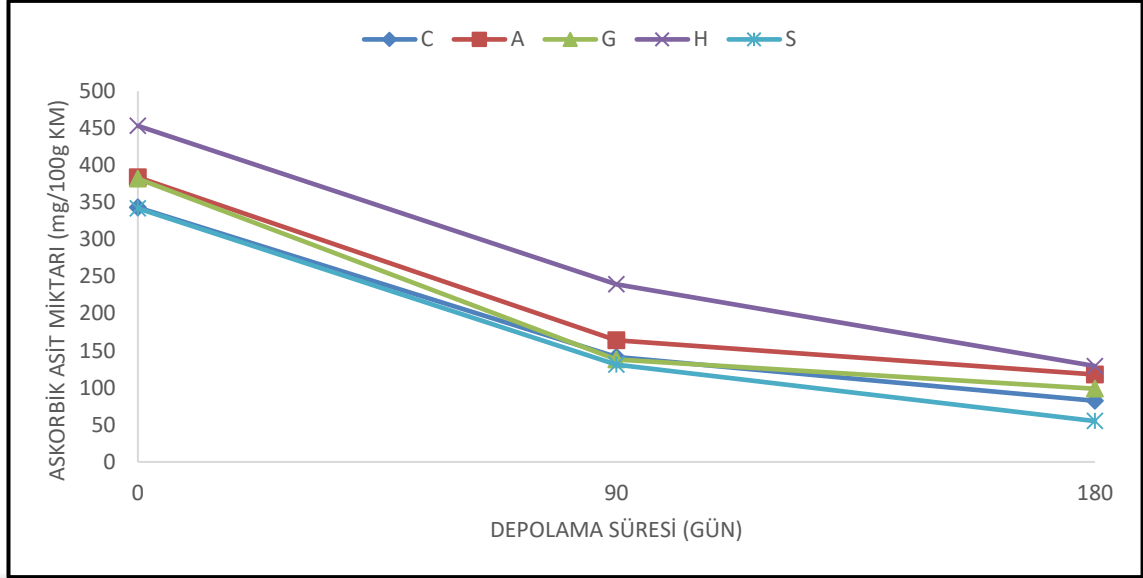
Çizelge 4.52. Çilek örneklerinin kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Toplam antioksidan (mg/100g KM TE), 2: Antosiyanin (mg/100g KM)), 3: Askorbik asit (mg/100g KM))

	C	A	G	H	S
1 Kaplama	1567,22±475,33 ^{c,d}	1761,47±595,32 ^b	1438,41±599,43 ^d	2023,19±665,43 ^a	1605,46±497,05 ^c
1 Depolama	0 gün 2387,36±349,28 ^a	90 gün 1480,63±213,52 ^b	180 gün 1169,47±244,75 ^c		
	C	A	G	H	S
2 Kaplama	26,86±23,05 ^c	39,98±26,65 ^a	33,24±28,19 ^b	39,53±22,09 ^a	26,98±24,92 ^c
2 Depolama	0 gün 66,58±7,84 ^a	90 gün 19,16±8,42 ^b	180 gün 14,22±5,74 ^c		
	C	A	G	H	S
3 Kaplama	189,00±116,84 ^d	222,00±121,94 ^b	206,23±131,37 ^c	274,10±142,30 ^a	176,03±126,94 ^e
3 Depolama	0 gün 380,92±45,18 ^a	90 gün 162,83±42,36 ^b	180 gün 96,67±28,49 ^c		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Şekil 4.33'te verilen askorbik asit miktarlarına bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında H örneğinin en yüksek, A ve G örneklerinin orta seviyede C ve S örneklerinin ise en düşük miktarda askorbik asit içerdiği tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite ve antosiyanin içeriği sonuçlarına benzer şekilde askorbik asit miktarında da depolama süresince ciddi azalmalar olduğu tespit edilmiştir. 90 gün depolama sonrasında H örneğinin en fazla A örneğinin orta seviyede, C, G ve S örneklerinin ise en düşük miktarda askorbik asit içerdiği belirlenmiştir. 180 gün depolama sonrasında A ve H örneklerinin en fazla S örneğinin ise en düşük askorbik asit içeriğine sahip örnekler olduğu belirlenmiştir. G örneğinin askorbik asit içeriğinin de C örneğine göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada 70°C'de 1 m/s hava hızında kurutulan, ikiye kesilmiş çilek örneklerinin askorbik asit içeriklerinin 94,9±1,9 ile 185,1±3,5 mg/100 g KM arasında olduğu belirtilmiştir (Wojdylo vd 2009). Bu çalışmada kontrol örneğine ait askorbik asit içeriğinin az da olsa daha yüksek bulunmasının sebebi sıcaklığın daha düşük hava hızının da daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.33. Çilek örneklerinin askorbik asit miktarlarına ait kaplama ve depolamanın interaksyonu

Kurutulmuş çilekler üzerine yapılan bir araştırmada sıcak havada ve dondurularak kurutulmuş çilek örneklerinin askorbik asit içeriklerinin sırasıyla 0-432,9 mg/100 g KM ve 22,1-561,0 mg/100 g KM aralığında olduğu belirtilmiştir. (Magias-Perez vd 2014). Bu tez çalışmasında elde edilen askorbik asit miktarı değerlerinin de bu literatürde belirtilen aralıkta olduğu belirlenmiştir.

4.3.5. Çileklerin serbest aroma miktarları ve bileşenleri

Çilek örneklerindeki karakteristik aroma bileşenlerine ait % pik alanları Çizelge 4.53'te verilmiştir. Çilek örneklerinin aroma bileşenlerine ait % pik alanları incelendiğinde hâkim olan aroma bileşenlerinin 2,2,4,6,6-pentametil-heptan (%28,25 ile %36,07 arasında), 2,2-dimetil-hekan (%53,48 ile %61,75 arasında) ve n-hekzanal (%5,40 ile %8,77 arasında) olduğu belirlenmiştir. Yenebilir kaplamaların % aroma pik alanlarına etkisine bakıldığında özellikle H örneğinin 2,2,4,6,6-pentametil-Heptan içeriğinin (ortalama %34,62), kontrol örneğinin 2,2,4,6,6-pentametil-Heptan içeriğine (ortalama %29,79) göre daha yüksek olduğu, ancak diğer bileşiklerin % pik alanları arasında ciddi bir farklılık görülmediği saptanmıştır.

Çizelge 4.53. Çilek örneklerine ait aroma bileşenleri ve bu bileşenlere ait % pik alanları

Örnek	Gün	2-Pentanon	2,2,4,6,6-pentametil-Heptan	2,2-dimetil-Dekan	n-Hekzanal	2,5,9-trimetil-Dekan	Nanon	Dekanal	4-Hekzanol	2,2,11,11-tetrametil-Dodekan
C	0	0,02	28,25	61,70	7,69	1,81	0,12	0,14	0,12	0,13
	90	0,03	29,23	60,93	7,47	1,85	0,12	0,13	0,12	0,13
	180	0,03	31,89	58,49	7,11	1,99	0,12	0,13	0,12	0,12
	Öğütülmüş	0,02	33,32	56,74	7,65	1,73	0,13	0,12	0,15	0,14
A	0	0,03	29,07	59,90	8,55	1,92	0,12	0,13	0,14	0,14
	90	0,03	30,19	59,65	7,60	2,05	0,11	0,12	0,14	0,12
	180	0,03	30,20	60,25	7,21	1,90	0,10	0,10	0,11	0,09
	Öğütülmüş	0,03	35,82	53,48	8,37	1,72	0,13	0,11	0,18	0,16
G	0	0,02	31,21	59,83	6,44	2,02	0,11	0,10	0,13	0,14
	90	0,02	31,36	60,89	5,40	1,91	0,10	0,09	0,11	0,11
	180	0,03	31,64	60,04	6,09	1,83	0,09	0,08	0,10	0,09
	Öğütülmüş	0,02	31,68	57,18	8,77	1,74	0,15	0,11	0,17	0,17
H	0	0,03	31,48	58,56	7,77	1,66	0,15	0,09	0,13	0,13
	90	0,03	31,33	59,57	7,23	1,43	0,14	0,08	0,11	0,11
	180	0,03	31,83	58,78	7,65	1,34	0,12	0,08	0,09	0,08
	Öğütülmüş	0,02	34,44	55,27	8,23	1,46	0,16	0,10	0,14	0,18
S	0	0,03	36,07	53,62	8,34	1,45	0,15	0,12	0,11	0,11
	90	0,03	34,79	55,05	8,46	1,25	0,14	0,11	0,08	0,08
	180	0,03	33,02	57,84	7,70	1,06	0,10	0,12	0,07	0,06
	Öğütülmüş	0,02	35,19	55,15	7,50	1,56	0,15	0,13	0,15	0,15

Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.54’te, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.55’te verilmiştir. Çizelge 4.54’e göre, çilek örneklerinin kaplamanın, depolamanın ve kaplama ile depolamanın interaksyonunun, örneklerin toplam aroma pik alanları üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.54. Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.O.	F değeri
Kaplama(K)	4	$5,88 \times 10^{15}$	3075,52**
Depolama süresi(D)	2	$1,31 \times 10^{16}$	6873,10**
DxK	8	$2,19 \times 10^{14}$	114,59**
Hata	14	$1,91 \times 10^{12}$	

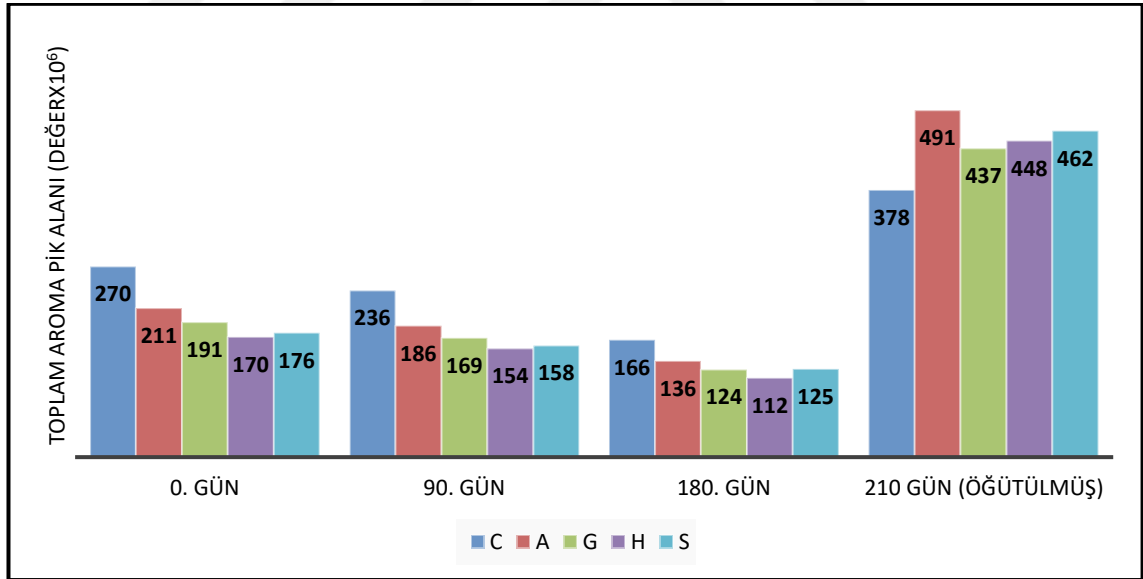
(**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.55. Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kaplama Materyali	C	A	G	H	S
	$2,24 \times 10^{8a}$	$1,78 \times 10^{8b}$	$1,61 \times 10^{8c}$	$1,45 \times 10^{8e}$	$1,53 \times 10^{8d}$
Depolama Süresi (Gün)	0	90	180		
	$2,03 \times 10^{8a}$	$1,81 \times 10^{8b}$	$1,32 \times 10^{8c}$		

Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.55'te verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre C örneğinin en yüksek, S örneğinin ise en düşük aroma pik alanına sahip olduğu görülmektedir ($P < 0,05$). Depolama süresince örneklerin toplam aroma pik alanlarının önemli ölçüde ($P < 0,05$) azaldığı görülmektedir.

**Şekil 4.34.** Çilek örneklerinin toplam aroma pik alanlarının depolama süresince ve öğütüldükten sonraki değişimi

Şekil 4.34'te verilen çilek örneklerinin aroma miktarlarına bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında ve depolama sonucunda en fazla aroma pik alanına sahip örneğin C örneği, en düşük toplam aroma pik alanı değerine sahip olan örneğin ise H örneği olduğu tespit edilmiştir. Depolama sırasında toplam aroma pik alanı değerlerinde önemli düşüşler olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinin toplam aroma pik alanı

değerinin kaplanmış örneklerden daha yüksek çıkması sonucunda kaplama materyallerinin aroma bileşiklerini geçirmediği ve ürünün içinde hapsedtiği düşünülmüş ve 180 gün depolandıktan sonra örnekler parçalanıp dengeye gelmesi için 28 gün beklenerek tekrar aroma analizi yapılmıştır. Beklendiği gibi parçalanan örneklerden elde edilen toplam aroma pik alanı değerlerine bakıldığında yenebilir çözeltilerle kaplanan örneklerin tamamının kontrol örneğine göre daha fazla miktarda aroma bileşeni içerdikleri tespit edilmiştir. En yüksek toplam aroma pik alanı değerine sahip örneğin ise A örneği olduğu belirlenmiştir.

4.3.6. Çileklerin duyuusal analizi

Kurutulmuş çilek örneklerinin duyuusal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.56'da, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.57'de verilmiştir. Çilek örneklerini kurutulmadan önce yenebilir çözeltilerle kaplamanın, örneklerin hem lezzet hem renk üzerine önemli derecede ($P<0,01$) etkili olduğu, kaplama ile depolamanın interaksyonunun ise yalnızca örneklerin lezzet değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Depolamanın, örneklerin lezzet ve renk değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı da tespit edilmiştir.

Çizelge 4.56. Çilek örneklerinin duyuusal lezzet ve renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	Lezzet		Renk	
		K.O.	F	K.O.	F
Kaplama (K)	4	45,82	32,39**	83,79	60,89**
Depolama süresi (D)	2	1,27	0,90	0,71	0,52
D x K	8	7,86	5,56**	2,57	1,87
Hata	238	1,41		1,37	

(*), $P<0,05$ seviyesinde, (**) ise, $P<0,01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

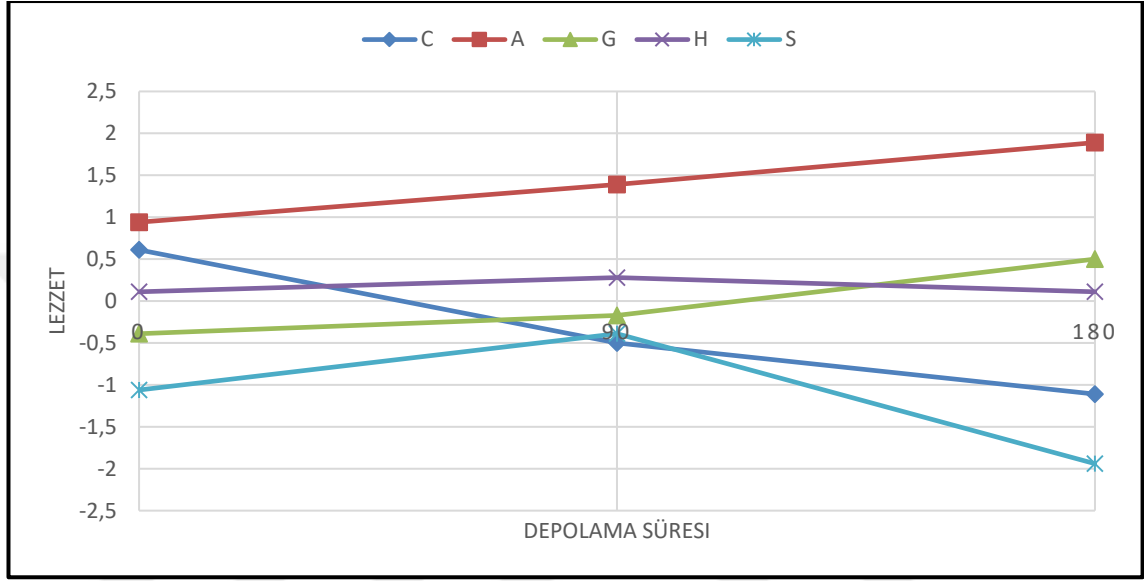
Çizelge 4.57'de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre A örneğinin lezzet ve görsel algılanan renk açısından en beğenilen örnek olduğu, lezzet açısından en az beğenilen örneğin S, renk açısından en az beğenilen örneğin ise C örneği olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.57. Çilek örneklerinin duyuusal lezzet ve renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (1: Lezzet, 2: Renk)

		C	A	G	H	S
		-0,33±1,41 ^c	1,41±1,24 ^a	-0,02±1,28 ^{b,c}	0,17±1,04 ^b	-1,13±1,45 ^d
1	Kaplama					
	Depolama	0	90	180		
		0,04±1,56 ^a	0,12±1,36 ^a	-0,11±1,65 ^a		
		C	A	G	H	S
		-1,22±1,13 ^d	2,06±1,02 ^a	-0,20±1,17 ^c	0,87±1,25 ^b	-0,19±1,34 ^c
2	Kaplama					
	Depolama	0	90	180		
		0,36±1,67 ^a	0,18±1,63 ^a	0,26±1,58 ^a		

Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler, örneklerin Duncan çoklu karşılaştırma testine göre birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,01$).

Çilek örneklerinin duysal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın etkisini Şekil 4.35'te verilmiştir. Grafikteki sonuçlara bakıldığında kurutmanın hemen sonrasında yapılan analizlerde C, A ve H örneklerinin en beğenilen lezzete sahip örnekler olduğu, 90 ve 180 gün depolama sonrasında A örneğinin en beğenilen lezzete sahip örnek olduğu tespit edilmiştir. 180 gün depolama sonrasında en az beğenilen örneğin S örneği olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin de çilek örneklerinin pH değerinin düşük olması nedeniyle kaplama sırasında sodyum kazeinat proteinlerinin yapısının değişmesi olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.35. Çilek örneklerinin duysal lezzet sonuçlarına ait kaplama ile depolamanın etkisi

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında kayısı muz ve çilekleri kurutulmadan önce sodyum aljinat, gluten-soya proteini, hidroksipropil metil selüloz veya sodyum kazeinat bazlı çözeltiler ile kaplamanın meyvelerin kurutulması ve kurutulmuş meyvelerin depolama sırasında meydana gelen özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Kurutulmadan önce kayısılar 2'ye kesilip çekirdekleri çıkarılmış, muzların kabukları soyulmuş ve çileklerin yeşil yaprakları kopararak dilimlenmiş ve ahşap şişlere dizilmiş ve hazırlanan çözeltilere daldırılıp daha sonra zemine temas etmeyecek şekilde önce 40 °C'de yüzeylerinde film oluşması beklenmiş daha sonra 60°C'de 2,5 m/s hava hızında kurutma kurutulmuştur. Kurutulan örnekler %100 azot gazı altında paketlenerek, kurutmanın hemen sonrasında, 90 ve 180 gün depolama süresi sonunda analizler yapılmıştır. Örneklerin paketlerinde ambalaj malzemelerinin gaz geçirgenlikleri nedeniyle 90 gün sonunda %3, 180 gün sonunda ise yaklaşık %6 oksijen olduğu tespit edilmiştir.

Kurutulmuş kayısı örneklerine dair sonuçlar

Kayısı örnekleri yaklaşık 0,6 su aktivitesine kadar kurutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre bütün yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan kayısı örneklerinde kaplanmamış olan kontrol örneklerine göre kuruma sırasındaki büzülme miktarı istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha az gerçekleşmiştir. Hem kurutmadan hemen sonra hem de 90 ve 180 gün depolanan örneklerde, özellikle hidroksipropil metilselüloz çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örneklerin bütün örneklerden daha az büzüldüğü saptanmıştır. Bunun da yenabilir çözeltiler ile kaplanarak kurutulan örneklerin şekillerini daha iyi korudukları ve kuruma sırasında doğal kayısıya daha yakın boyutlarda kurutulmuş kayısı üretimine olanak sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kurutulmuş kayısı örneklerinin sertlik değerlerine bakıldığında gluten-soya proteini ve sodyum kazeinat çözeltileri ile kaplanarak kurutulan kayısıların diğer kayısı örneklerine göre daha yumuşak olduğu bulunmuştur. Tüketicilerin kurutulmuş kayısı tercihlerini yumuşak olmasına göre değerlendirebilecekleri ve bu sayede kontrol örneğine göre daha yumuşak olan ürünleri tercih edebilecekleri düşünülmektedir.

Piyasada halihazırda satılmakta olan, kükürt uygulanmadan kurutulan kayısı örneklerindeki en önemli fark örneklerin renginin oldukça koyu olmasıdır. Kaplanarak kurutulan kayısı örneklerinin özellikle de sodyum kazeinat ve sodyum aljinat ile kaplamanın hem kurutmadan hemen sonra hem de 90 ve 180 gün depolama sonrasında kontrol örneklerine göre önemli ölçüde daha açık renkte olduğu tespit edilmiştir. Yenabilir kaplamaların kuruma sırasında kayısı örnekleri ile oksijen arasında kısmen de olsa bir bariyer görevi yaparak örneklerin esmerleşmesini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Hue açısı değerlerinden de bu sonuçları destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Kurutmanın hemen sonrasında ve depolama sonrasında elde edilen sonuçlara göre yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin kontrol örneğine göre daha açık sarı renge yakın hue açısı değeri elde edilmiştir.

Ayrıca yenabilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan bütün örneklerin kontrol örneğine göre daha yüksek antioksidan aktivitesi gösterdiği, daha fazla karotenoid ve askorbik asit içerdiği bulunmuştur. Depolamaların sonrasında da bütün örneklerin kimyasal değerlerinde bir miktar düşme belirlense de kaplanarak kurutulan örneklerin tamamında özellikle de sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örneklerin

kontrol örneğine göre daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği, daha fazla karotenoid ve askorbik asit içerdiği tespit edilmiştir. Renk değerleri ve biyoaktif bileşenlerin daha iyi korunması nedeniyle, kayısıların sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulmasının, kükürt uygulanarak kurutulmasına alternatif olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kayısı örneklerinde yapılan aroma analizlerinde, kayısı örneklerindeki hâkim aroma bileşenlerinin hekzanal türevleri (%70'in üzerinde) ve Hekzil asetat (%11'in üzerinde) olduğu tespit edilmiştir. Kurutma sonrasında, 90 ve 180 gün depolama sonrasında örneklerin ambalajlarının tepe boşluğunda tespit edilen aroma miktarları kontrol örneğinde yenebilir çözeltilerle kaplanan örneklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında yenebilir kaplamaların örneklerin yüzeyini kaplayarak kurutma sırasında ve depolama süresince örneklerin bileşiminde yer alan aroma bileşenlerini geçirmeyerek örneklerin içerisinde hapsettiği düşünülmüştür. Bu nedenle, 180 gün depolandıktan sonra bütün örnekler öğütülerek tekrar ambalajlanmış ve bu ambalajların tepe boşluğundaki serbest aroma bileşikleri tespit edilmiştir. Parçalandıktan sonra sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz çözeltileri ile kaplanarak kurutulan örneklerin toplam aroma bileşiklerinin miktarının kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Yapılan duyu analizi sonuçlarına göre, kaplamanın kurutulmuş örneklerin lezzeti üzerine herhangi bir olumlu ya da olumsuz etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak depolama süresine bağlı olarak örneklerin lezzet beğenilirliği düşmüştür. Depolama sonrasında sodyum aljinat çözeltisi ile kaplanarak kurutulan örneğin diğer örneklere göre daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Duyusal renk sonuçlarına göre de hem kurutmadan hemen sonra hem de depolama sonrasında sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan örneklerin renkleri daha fazla beğenilmiştir.

Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında kayısı örneklerinin kaplanması, özellikle de sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulmasının, kurutma işleminin daha kısa sürede yapılması, daha açık renkte ve biyokimyasal bileşikler ve aroma bileşenlerinin daha yüksek olduğu ürünler üretilmesi için uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

Kurutulmuş muz örneklerine dair sonuçlar

Muz örneklerinden kuru madde miktarı yüksek olan sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan örneklerin su aktivitesi değerlerinin diğer örneklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kaplanarak kurutulan muz örneklerinin sertlik değerlerinin kontrol örneğine göre daha düşük olduğu, başka bir deyişle kaplamaların muz örneklerinin daha yumuşak olmasını sağladığı sonucuna varılmıştır. Depolama süresinin örneklerin sertlik değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kaplanarak kurutulan kayısıların, kontrol örneğine göre daha az büzüldüğü ve özellikle hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan muz örneklerinin büzülme değerlerinin diğer örneklere göre daha az olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kaplanarak kurutulan örneklerin yeniden su alma kapasitelerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan muz örneklerinin renginin kontrol örneğine göre daha açık sarı renkte olduğu yani L* ve b* değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince kontrol örneğinin renginin esmerleşmeye devam

ettiği, kaplanmış örneklerin ise renklerinde açıklık koyuluk yönünden ciddi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde esmerleşme indeksi değeri en fazla artan örneğin kontrol örneği olduğu, bunun yanında kaplanarak kurutulan örneklerin tamamının, özellikle de sodyum aljinat ile kaplanan örneğin, kontrol örneğine göre daha az esmerleştiği belirlenmiştir.

Kontrol örneklerinin antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid ve askorbik asit miktarlarının kurutmanın hemen sonrasında ve depolama süresince kaplanarak kurutulan örneklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanan örneklerin antioksidan aktivitesi, toplam karotenoid ve askorbik asit miktarlarının en yüksek değerler olduğu belirlenmiştir.

Muz örneklerindeki hâkim aroma bileşeninin hekzanal türevleri (%79'un üzerinde), izoamil bütirat (%5'in üzerinde) ve etil asetat (%2'nin üzerinde) olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneklerinin paket içindeki serbest aroma miktarlarının hem kurutmadan hemen sonra hem de 90 ve 180 gün depolama sonrasında, yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan örneklerin aroma miktarlarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak örnekler 180 gün depolandıktan sonra parçalanarak tekrar ambalajlanmış ve 30 gün dengeye gelmesi beklendikten sonra tekrar aroma analizi gerçekleştirilmiştir. Tekrar yapılan aroma analizlerinde kaplanarak kurutulan muz örneklerinin kontrol örneğine göre daha yüksek toplam aroma pik alanı değerine sahip olduğu, özellikle de sodyum aljinat ile kaplamanın toplam aroma pik alanlarını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir.

Muz örneklerinin kurutulduktan hemen sonra yapılan duyuusal analizlerinde kaplanarak kurutulan örneklerin özellikle de sodyum aljinat ve gluten-soya proteini ile kaplanarak kurutulan örneklerin, kontrol örneğinden daha lezzetli olduğu tespit edilmiştir. 180 gün depolama sonrasında örneklerin lezzet açısından beğenilme durumlarının arttığı tespit edilmiştir. Renk açısından değerlendirme sonuçlarına göre, kaplanarak kurutulan bütün örneklerin, özellikle de sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanan örneklerin, kontrol örneğine göre daha açık renkte olduğu, Ayrıca sodyum aljinat, gluten-soya proteini ve hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan örneklerin, kontrol örneğine göre daha fazla beğenilen renge sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Depolama ile örneklerin görsel olarak algılanan renk değerlerinde önemli derecede bir artış olmadığı tespit edilmiştir.

Muz örneklerinin fiziksel kimyasal ve duyuusal analizleri sonucunda daha başarılı olan kaplama materyallerinin sodyum aljinat ve hidroksipropil metil selüloz olduğu belirlenmiştir.

Kurutulmuş çilek örneklerine dair sonuçlar

Hidroksipropil metil selüloz çözeltisiyle kaplanarak kurutulan çilek örneklerinin büzülme miktarının, kayısı ve muz örneklerinde de olduğu gibi diğer örneklerle göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha az büzüldüğü bu nedenle daha diğer örneklerle göre daha düşük su aktivitesi değerine ve daha yüksek kuru madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yenebilir çözeltilerle kaplanarak kurutulan bütün örneklerin yeniden su alma kapasitelerinin kontrol örneğinin yeniden su alma kapasitelerinden hem kurutmanın

hemen sonrasında hem de 90 ve 180 gün depolama sonrasında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yine kaplanarak kurutulan örneklerin kontrol örneğine göre kurutmadan hemen sonra ve depolama sonrasında daha yumuşak olduğu tespit edilmiştir.

Kaplanarak kurutulan örneklerin renginin kontrol örneğine göre daha açık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince örneklerin esmerleşmeye devam ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca kaplanan bütün çilek örneklerinin kontrol örneğine göre kırmızı hem renk değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Hidroksipropil metil selüloz ile kaplanarak kurutulan örneklerin diğer örneklerle göre daha yüksek antioksidan aktivitesine ve askorbik asit miktarına sahip olduğu bulunmuştur. Bunun yanında yine hidroksipropil metil selüloz ve sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan örneklerin diğer örneklerle göre daha yüksek miktarda antosiyanin içerdikleri sonucuna varılmıştır. Depolama sırasında örneklerin antioksidan aktivitesi, askorbik asit ve antosiyanin miktarlarında önemli bir azalma olduğu da belirlenmiştir. Çilek örneklerinin antioksidan aktivitesi, askorbik asit ve antosiyanin miktarlarını korumada en başarısız olan kaplama materyalinin ise sodyum kazeinat olduğu belirlenmiştir.

Çilek örneklerinde hakim olan aroma bileşenlerinin 2,2,4,6,6-pentametil-heptan (%28'in üzerinde), 2,2-dimetil-dekan (%53'ün üzerinde) ve n-hekzanal (%5'in üzerinde) olduğu belirlenmiştir. Kayısı ve muz örneklerinde olduğu gibi kontrol örneklerinin toplam aroma miktarlarının kaplanmış örneklerden daha fazla olduğu, öğütülmüş örneklerde ise kaplanmış bütün örneklerin toplam aroma miktarlarının kontrol örneğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan duyuşal değerlendirmelerde sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan çilek örneklerinin diğer örneklerle göre daha lezzetli olduğu, kontrol örneğinin ise lezzet açısından en az beğenilen örnek olduğu belirlenmiştir. Sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan çilek örneklerinin görsel olarak algılanan renk değerinin, kurutmanın hemen sonrasında ve depolama süresi boyunca diğer örneklerle göre daha açık olduğu, gluten-soya proteini kaplı örneklerin ise en koyu renge sahip olduğu belirlenmiştir.

Bütün analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde daha açık ve daha kırmızı renkte, daha yüksek biyokimyasal bileşik içeren, daha fazla aroma bileşiğı içeren ve duyuşal olarak en çok beğenilen örneklerin sodyum aljinat ile kaplanarak kurutulan örnekler olduğu belirlenmiştir.

Bütün bu sonuçlar birlikte düşünüldüğünde meyveleri kurutmadan önce yenebilir çözeltiler ile kaplamanın, örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini geliştirmek ve korumak için etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Özellikle sodyum aljinat bazlı çözeltinin kullanılmasının örneklerin rengini ve biyokimyasal bileşiklerini korumada ve duyuşal özelliklerinin daha iyi olmasını sağladığı ve meyvelerin kurutulmadan önce kaplanması için en uygun bileşik olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında 1 kg kurutulmuş meyve üretmek için yaklaşık olarak 4,50₺ tutarında sodyum aljinat kullanılacağı ve daha kaliteli kuru ürünlerin üretilmesine olanak sağlayacağı da beklenmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adak, N., Heybeli, N., and Ertekin, C. 2017. Infrared drying of strawberry. *Food Chemistry*, 219: 109-116.
- Aday, M.S. and Caner, C. 2014. Individual and combined effects of ultrasound, ozone and chlorine dioxide on strawberry storage life. *LWT- Food Science and Technology*, 57: 344-351.
- Adisa, V.A., Okey, E.N. 1987. Carbohydrate and protein composition of banana pulp and peel as influenced by ripening and mold contamination. *Food Chemistry*, 25: 85-91.
- Akin, B. E., Karabulut, I., and Topcu. A. 2008. Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*, 107(2), 939-948.
- Al-Khuseibi, M. K., Sablani, S. S. and Perera, C. O. 2005. Comparison of water blanching and high hydrostatic pressure effects on drying kinetics and quality of potato. *Drying Technology*, 23(12): 2449-2461.
- Altındağ, M., Türkyılmaz, M., & Özkan, M. 2018. Changes in polyphenol profile of dried apricots containing SO₂ at various concentrations during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98: 2530-2539. doi:10.1002/jsfa.8740
- Anonim 1: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Gliserin> [Son Erişim Tarihi: 10.04.2019]
- Anonim 2: <http://www.malatyatb.org.tr/kalite-ve-akreditasyon/raporlar>. [Son Erişim Tarihi: 10.04.2019].
- Arvanitoyannis, I. S., and A. Mavromatis. 2009. Banana Cultivars, Cultivation Practices, and Physicochemical Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 49 (2): 113-135.
- Babiker, E.E., Eltoum Y.A.I. 2014. Effect of edible surface coatings followed by dehydration on some quality attributes and antioxidants content of raw and blanched tomato slices. *Food Science and Biotechnology*, 23(1): 231.
- Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R.D., Mattheis, J.P. and Baldwin, E.A. 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). *Postharvest Biology and Technology*, 28 (2): 259-268.
- Bai, X., Zhang, H., and Ren, S. (2013). Antioxidant activity and HPLC analysis of polyphenol-enriched extracts from industrial apple pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93(10),2502-2506.
- Buera, M.P., Lozano, R.D. and Petriella. C. 1986. Definition of colour in the non enzymatic browning process. *Die Farbe*, 32/33, 318-322.
- Çağrı-Mehmetoğlu, A. 2010. Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Özelliklerini Etkileyen Faktörler. *Akademik Gıda*, 8 (5): 37-43.
- Campbell, O. E., and Padilla-Zakour, O. I. 2013. Phenolic and carotenoid composition of canned peaches (*Prunus persica*) and apricots (*Prunus armeniaca*) as affected by variety and peeling, *Food Research International*, 54(1), 448-455.

- Cemeroğlu, B.S. 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Cilt. Nobel Akademik Yayıncılık, 636 s.
- Colak, B.Y., Gouanve, F., Degraeve, P., Espuche, E., & Prochazka, F. (2015). Study of the influences of film processing conditions and glycerol amount on the water sorption and gas barrier properties of novel sodium caseinate films. *Journal of Membrane Science*, 478, 1-11.
- Contreras, C., Martín-Esparza, M.E. and Martínez-Navarrete, N. 2012. Influence of drying method on the rehydration properties of apricot and apple. *Journal of Food Process Engineering*, 35, 178–190.
- Creighton D.W., and Worwa B., 2009. Coated dried fruit and methods. US 8999413 B2(Patent).
- De Bruijn, J. and Bórquez, R. 2014. Quality retention in strawberries dried by emerging dehydration methods. *Food Research International*, 63: 42-48.
- Demirel, D. and Turhan, M. 2003. Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices. *Journal of Food Engineering*, 59, 1-11.
- Dincer, I., and Zamfirescu., C. (2016). *Drying Phenomena: Theory and Applications*. Wiley. 512 s.
- Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., & Boras, M. (2007). The Content of Polyphenols and Carotenoids in Three Apricot Cultivars Depending on Stage of Maturity and Geographical Region. *Food Chemistry*. 102, 966–975.
- Duan, J., Wu, R., Strik, B.C. and Zhao, Y. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59 (1): 71-79.
- El-Beltagy, A., Gamea, G. R. and Essa, A. A. 2007. Solar drying characteristics of strawberry. *Journal of Food Engineering*, 78(2): 456-464.
- Elmacı, Y. and Altuğ, T. 2002. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(6), 632-635.
- Fernandes, F. A. N., Rodrigues, S., Gaspareto, O. C. P. and Oliveira, E. L. 2006. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. *Food Research International*, 39: 492–498.
- Gamboa-Santos, J., Montilla, A., Soria, A. C., Cárcel, J. A., Garcia-Pérez, J. V. and Villamiel, M. 2014. Impact of power ultrasound on chemical and physicochemical quality indicators of strawberries dried by convection. *Food chemistry*, 161, 40-46.
- Garcia C.C., Caetano L.C., Silva K.D., Mauro M.A., 2014. Influence of Edible Coating on the Drying and Quality of Papaya (*Carica papaya*). *Food and Bioprocess Technology*. 7(10):2828-2839.
- Garcia-Martinez, E., Igual, M., Martin-Esparza, M.E., and Martinez-Navarrete, N. 2013. Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment. *Food Bioprocess Technology*, 6, 3247–3255.

- Gennadios, A. and Weller, C. L. 1990. Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. *Food Technology*, 44 (10): 63-69.
- Gennadios, A., Hanna, M. A. and Kurth, L. B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*. 30 (4): 337-350.
- Gennadios, A., Weller, C. L. 1991. Edible film and coatings from soymilk and soyprotein. *Cereal Foods World*, 36 (1): 46-47.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J., Quiles, J., Mezzetti, B. & Battino, M. 2012. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28, 9–19.
- Hamzaoglu, F., Türkylmaz, M. & Özkan, M., 2018. Effect of SO₂ on sugars, indicators of maillard reaction and browning in dried apricots during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98, 4988-4999.
- Han, J.H. 2014. Edible Films and Coatings: A Review. In Han, J.H. (Ed.) *Innovations in Food Packaging* (Second Edition). Elsevier Academic Press. CA, USA. pp. 213-255.
- Hay, W. T. Fanta, G. F. Peterson, S. C. Thomas, A.J. Utt, K. D. Walsh, K. A. Boddu, V. M. Selling, G.W. 2018. Improved hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) films through incorporation of amylose-sodium palmitate inclusion complexes. *Carbohydrate Polymers*, 188, 76-84.
- Hong, S. I. and Krochta, J. M. 2006. Oxygen Barrier Performance of Whey-protein Coated Plastic Films as Affected by Temperature, Relative Humidity, Base Film and Protein Type. *Journal of Food Engineering*. 77, 739-745.
- Ibrahim, S. M., and El Salmawi, K. M. 2013). Preparation and Properties of Carboxymethyl Cellulose (CMC)/Sodium alginate (SA) Blends Induced by Gamma Irradiation. *Journal of polymers and the environment*, 21, 520-527.
- 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.
- Jost , V., and Reinelt, M. 2018. Effect of Ca²⁺ induced crosslinking on the mechanical and barrier properties of cast alginate films. *Journal of Applied Polymer Science*. Doi: 10.1002/App.45754
- Junqueira-Gonçalves, M.P., Alarcón, E. and NIRANJAN, K. 2014. Post-consumer Recycled PET Packaging for Fresh Berries: A Comparative Study between Incorporating an Antifungal Agent Superficially and into the Main Body of the Packaging. *Food Bioprocess and Technology*, 7: 2610-2617.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., & Ozturk, B. 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and β-carotene content of apricot (*Prunus armenica* L.). *LWT - Food Science and Technology*. 40(5), 753-758.
- Kayısoğlu, S. and Ertekin, C. 2011. Vacuum drying kinetics of Barbunya bean. *Philippine Agricultural Scientist*, 94: 285-291.

- Kester, J.J. and Fennema, O.R. 1986. Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, 40 (12): 47-59.
- Khampakool, A., Soisungwan, S. and Park, S.H. 2019. Potential application of infrared assisted freeze drying (IRAFD) for banana snacks: Drying kinetics, energy consumption, and texture. *LWT - Food Science and Technology*, 99, 355-363
- Khan, M.I.H., Wellard, R.M., Nagy, S.A., Joardder, M.U.H., and Karim, M.A. 2016. Investigation of bound and free water in plant-based food material using NMR T2 relaxometry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 252–261.
- Klangmuang, P. and Sothornvit, R. 2016. Barrier properties, mechanical properties and antimicrobial activity of hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite films incorporated with Thai essential oils, *Food Hydrocolloids*, 61, 609-616.
- Koç, B., Eren, I. and Ertekin, F. K. 2008. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: The effect of drying method. *Food Engineering*, 85: 340–349.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M. 1994. Edible coatings and films to improve food quality, CRC Press, Boca Raton, pp 1-7, 25-101, 189-330.
- Krokida, M. K. and Marinos-Kouris, D. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 57(1), 1-7.
- Labuza, T. P., Monnier, V., & Baynes, J. (1998). Maillard Reactions in Chemistry, *Food and Health Technology & Engineering*, Woodhead Publishing. 458 s.
- Lago-Vanzela, E.S., do Nascimento, P., Fontes, E.A.F., Mauro, M.A., and Kimura, M. 2013. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. *LWT - Food Science and Technology*, 50:420–425.
- Lewicki, P. P. and Jakubczyk, E. 2004. Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples. *Journal of Food Engineering*, 64: 307-314.
- Lin, D. and Zhao, Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6 (3): 60-75.
- Maritza, M. A., Sabah, M., Anaberta, M. C., Montejano, J. G. and Allaf, K. 2012. Comparative study of various drying processes at physical and chemical properties of strawberries (*Fragaria var camarosa*). *Procedia Engineering*, 42: 267-282.
- Maté, J.I., and Krochta, J.M. 1996. Comparison of oxygen and water vapor permeability of whey protein isolate and β -lactoglobulin edible films. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 3001-3004.
- Mate, J.I., Frankel, E.N., Krochta, J.M., 1996. Whey protein isolate edible coatings: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(7):1736-1740.
- Megías-Pérez, R., Gamboa-Santos, J., Soria, A. C., Villamiel, M. and Montilla, A. 2014. Survey of quality indicators in commercial dehydrated fruits. *Food Chemistry*, 150: 41-48.

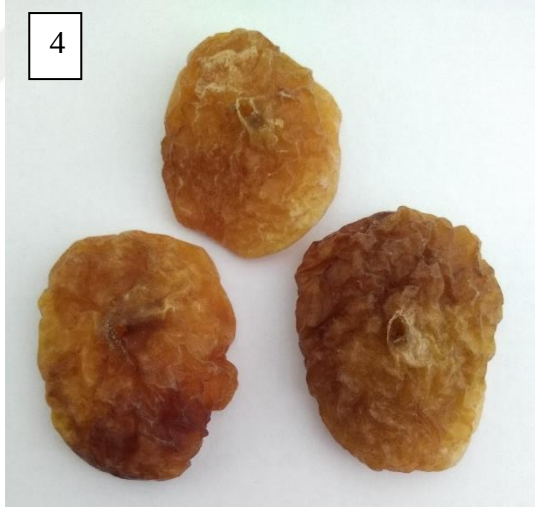
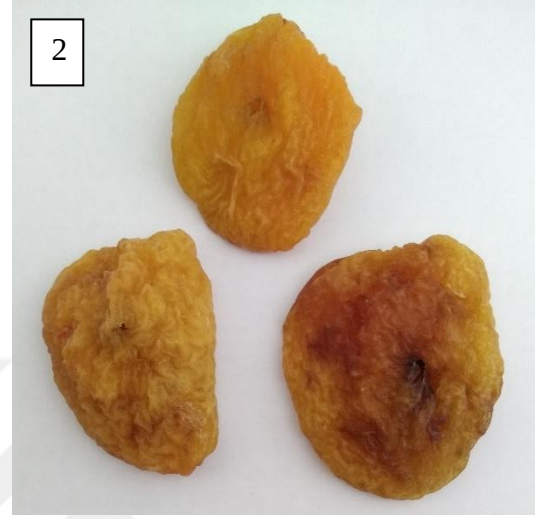
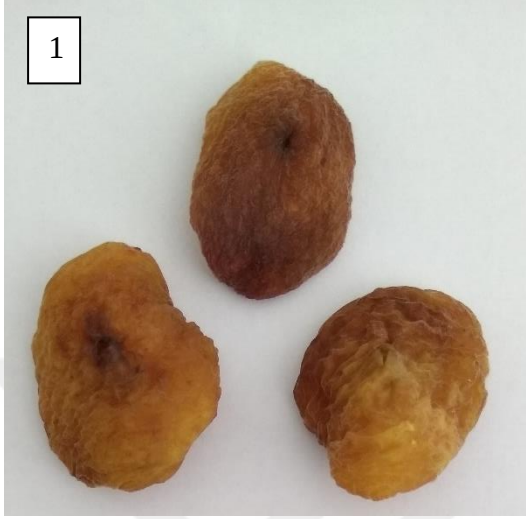
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*. Baco Raton: CRC Press.
- Melendez-Martinez, A.J., Vicario, I.M., and Heredia, F.J. 2004 Nutritional importance of carotenoid pigments. *Archivos latinoamericanos de nutricion*. 54:149–154.
- Mercado, V. H., Góngora-Nieto, M. M. and Barbosa-Cavonas, G. V. 2001. Advances in dehydration of foods. *Journal of Food Engineering*, 49: 288.
- Miller, K. S. and Krochta, J. M. 1997. Oxygen and Aroma Barrier Properties of Edible Films: a Review. *Trends in Food Science and Technology*, 8 (7), 228-237.
- Miranda, J. R., and Marco, B. R., 2005. Edible film-coated dried fruit and production method thereof. US 20050214414 A1(Patent).
- Molina, L. D., Frascareli, E. C., and Mauro, M. A., 2016. Effect of an edible pectin coating and blanching pretreatments on the air-drying kinetics of pumpkin (*Cucurbita moschata*). *Food and Bioprocess Technology*. 9(5):859-871.
- Mongpraneet, S., Abe, T. and Tsurusaki, T. 2002. Accelerated drying of welsh onion by far infrared radiation under vacuum condition. *Journal of Food Engineering*, 55(2): 147-156.
- Mui, W. W., Durance, T. D. and Scaman, C. H. 2002. Flavor and texture of banana chips dried by combinations of hot air, vacuum, and microwave processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 1883-1889.
- Nadery Dehsheikh, F., & Taghian Dinani, S. 2018. Coating pretreatment of banana slices using carboxymethyl cellulose in an ultrasonic system before convective drying. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 401– 413.
- Navarro-Tarazaga, M. L., Massa, A., & Pérez-Gago, M. B. (2011). Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (Cv. Angeleno), *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2328–2334.
- Oliveira, I.M., Fernandes, F.A.N., Rodrigues, S., Sousa, P.H.M., Maia, G.A. and Figueiredo, R.W. 2006. Modeling and optimization of osmotic dehydration of banana followed by air drying. *Journal of Food Process Engineering*. 29, 400–413.
- Ortiz, C. M. Salgado, P. R. Dufresne, A. Mauri, A. N. 2018. Microfibrillated cellulose addition improved the physicochemical and bioactive properties of biodegradable films based on soy protein and clove essential oil. *Food Hydrocolloids*, 79, 416-427.
- Padam, B.S., Tin, H.S., Chye, F.Y., and Abdullah, M.I. 2014. Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of Food Science and Technology*. 51 (12): 3527–3545.
- Panyawong, S., and Devahastin, S. 2007. Determination of deformation of a food product undergoing different drying methods and conditions via evolution of a shape factor. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 151–161.
- Park, H.J., Chinnan, M.S. and Shewfelt, R.L. 1994. Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal of Food Science*, 59 (3): 568-570.

- Salur-Can, A., Turkyilmaz, M., & Ozkan, M. (2017) Effects of sulfur dioxide concentration on organic acids and beta-carotene in dried apricots during storage, *Food Chem.*, 221, 412-421.
- Silva, K. S., Garcia, C. C., Amado, L.R., et al. 2015. Effects of Edible Coatings on Convective Drying and Characteristics of the Dried Pineapple. *Food And Bioprocess Technology*, 8(7):1465-1475.
- Sui, C., Zhang, W., Ye, F., Liu, X. & Yu, G. (2016), Preparation, physical, and mechanical properties of soy protein isolate/guar gum composite films prepared by solution casting. *J. Appl. Polym. Sci.*, 133, 43382, doi: 10.1002/app.43382
- Sulaiman, S.F., Yusoff, N.A.M., Eldeen, I.M., Seow, E.M., Sajak, A.A.B., Supriatno, and Ooi, K.L. 2011. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa sp.*) *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 1-10.
- Taiwo K.A., Adeyemi O. 2009. Influence of blanching on the drying and rehydration of banana slices. *African Journal of Food Science*, 3: 307–315.
- Talens, P. Pérez-Masía, R. Fabra, M.J. Vargas, M. Chiralt, A. 2012. Application of edible coatings to partially dehydrated pineapple for use in fruit–cereal products, *Journal of Food Engineering*, 112, 1–2, 86-93.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A.F. 2006. Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film Ve Kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 41-50.
- Thakur, R., Saberi, B., Pristijono, P., Stathopoulos, C.E., Golding, J.B., Scarlett, C.J., Bowyer, M., Vuonget Q. V. 2017. Use of response surface methodology (RSM) to optimize pea starch–chitosan novel edible film formulation. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (8), 2270-2278.
- Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M.A. and Lacroix, M. 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal of Food Science*, 66 (4): 512-516.
- Türe, H., Blomfeldt, T.O.J., Gällstedt, M., & Hedenqvist M. S. (2012). Properties of Wheat-Gluten/Montmorillonite Nanocomposite Films Obtained by a Solvent-Free Extrusion Process. *Journal of Polymers and the Environment*, 20: 1038.
- Türkyılmaz, M., Özkan, M., and Güzel, N. 2014. Loss of Sulfur Dioxide and Changes in Some Chemical Properties of Malatya Apricots (*Prunus armeniaca L.*) During Sulfuring and Drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94, 2488–2496.
- Uddin, M. S., Hawlader, M. N. A., Ding, L. and Mujumdar, A. S. 2002. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. *Journal of Food Engineering*, 51(1): 21-26.
- Uslu, M.K. 2001. Protein bazlı yenilebilir filmler ile bazı meyvelerin kaplanması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96 s.
- Vachon, C., D'aprano, G., Lacroix, M. and Letendre, M. (2003). Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria spp.* on storage-keeping quality. *Journal of Food Science*, 68: 608-612.

- Wani, S.M., Jan, N., Wani, T.A., Ahmad, M., Masoodi, F.A., & Gani, A. 2017. Optimization of antioxidant activity and total polyphenols of dried apricot fruit extracts (*Prunus armeniaca* L.) using response surface methodology, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 119-126.
- Wittaya, T. 2012. Protein-based edible films: characteristics and improvement of properties. *Intech Open Access Publisher*. DOI: 10.5772/48167.
- Wojdyło, A., Figiel, A., and Oszmianski, J. 2009. Effect of drying methods with application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1337–1343.
- Xu, Y., Zhang, M., Mujumdar, A. S., Duan, X. and Jin-Cai, S. 2006. A two-stage vacuum freeze and convective air-drying method for strawberries. *Drying Technology*, 24(8): 1019-1023.
- Yang, L., and Paulson, A. T. 2000. Mechanical and water vapor properties of edible gellan films. *Food Research International*, 33, 563-570.
- Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M. 2008. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (7): 1287-1293.

7. EKLER

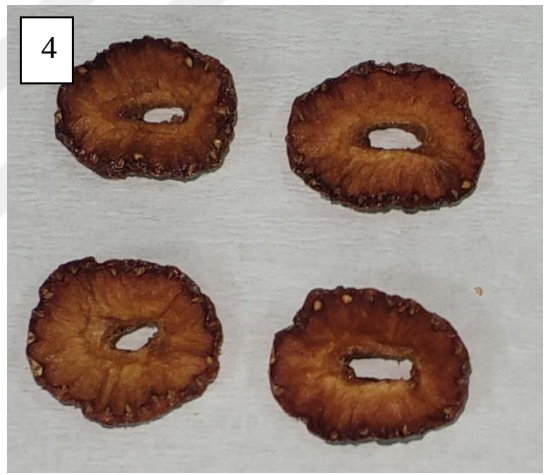
EK 1. Kayısıların kurutmadan sonraki görüntüleri (1: Kontrol, 2: Sodyum Aljinat kaplanmış, 3: Gluten-Soya Proteini kaplanmış, 4: Hidroksipropil metil selüloz kaplanmış, 5: Sodyum Kazeinat kaplanmış)



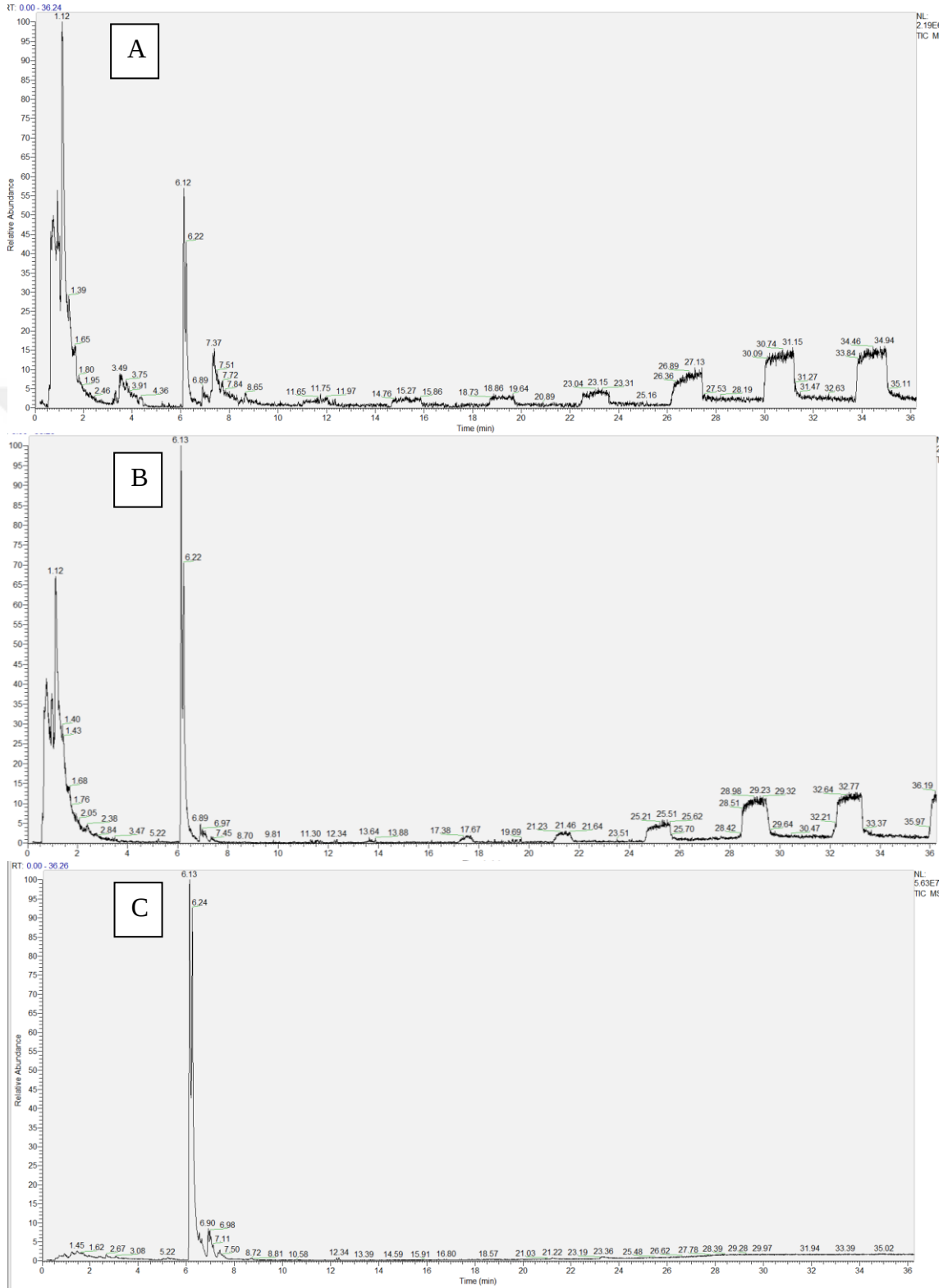
EK 2. Muzların kurutmadan sonraki görüntüleri (1: Kontrol, 2: Sodyum Aljinat kaplanmış, 3: Gluten-Soya Proteini kaplanmış, 4: Hidroksipropil metil selüloz kaplanmış, 5: Sodyum Kazeinat kaplanmış)



EK 3. Çileklerin kurutmadan sonraki görüntüleri (1: Kontrol, 2: Sodyum Aljinat ile kaplanmış, 3: Gluten-Soya Proteini kaplanmış, 4: Hidroksipropil metil selüloz kaplanmış, 5: Sodyum Kazeinat kaplanmış)



EK 4. Kayısı, muz ve çilek örneklerinin aroma analizlerinde elde edilen örnek kromatogramlar (A: Kayısı, B: Muz C: Çilek)



LEZZET DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:..... Tarih:...../...../.....

Size sunulan 5 adet kayısı örneğinin kodlarına dikkat ediniz.

Örnekleri soldan sağa doğru lezzet açısından değerlendiriniz. Örnekler arası 30 s kadar bekleyiniz ve su içiniz.

Değerlendirmede -3, +3 arasında değişen aşağıda verilmiş skalayı kullanınız.

Örnek Kodu				
308	619	527	739	841

LEZZET

Çok Kötü
Orta
Çok İyi

RENK VE BURUŞUKLUK DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:..... Tarih:...../...../.....

Size sunulan 5 adet kayısı örneğinin kodlarına dikkat ediniz.

Örnekleri soldan sağa doğru renk ve buruşukluk açısından değerlendiriniz.

Değerlendirmede -3, +3 arası aşağıda verilmiş skalalar kullanılacaktır.

RENK				
351	469	870	189	694

Renk için: -3 çok koyu, +3 altın sarısı

BURUŞUKLUK				
351	469	870	189	694

Buruşukluk: -3 çok buruşuk, +3 çok az buruşuk

RENK DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:..... Tarih:...../...../.....

Size sunulan 5 adet kayısı örneğinin kodlarına dikkat ediniz.

Örnekleri soldan sağa doğru renk ve buruşukluk açısından değerlendiriniz.

Değerlendirmede -3, +3 arası aşağıda verilmiş skalalar kullanılacaktır.

RENK				
351	469	870	189	694

Renk için: -3 çok koyu, +3 altın sarısı

BURUŞUKLUK				
351	469	870	189	694

Buruşukluk: -3 çok buruşuk, +3 çok az buruşuk

ÖZGEÇMİŞ

AHMET AYGÜN

aygun@akdeniz.edu.tr



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2013- 2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2010-2013	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2005-2010	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Öğretim Görevlisi Ocak 2014 – Devam Ediyor	Akdeniz Üniversitesi Finike Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Antalya
Müdür Yardımcısı Aralık 2016 – Devam Ediyor	Akdeniz Üniversitesi Finike Meslek Yüksekokulu, Antalya

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Aygün A., Uslu M.K., Polat S. , "Effects of Starch Sources and Supplementary Materials on Starch Based Foam Trays", *Journal Of Polymers and The Environment*, vol.25, pp.1163-1174, 2017.

2- Polat S., Uslu M.K., Aygün A., Certel M., "The Effects Of The Addition Of Corn Husk Fibre, Kaolin And Beeswax On Cross-Linked Corn Starch Foam", *Journal of Food Engineering*, vol.116, pp.267-276, 2013.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Aygün A., Uslu M.K., "Gıdaların Ambalajlanmasında Yeni Eğilimler: Nanoparçacık İçeren Ambalaj Malzemeleri ", International Food, Agriculture and Gastronomy Congress, ANTALYA, TÜRKİYE, - , pp.61.

2- Uslu M.K., Aygün A., Küçüközet A.O. , "Effects of edible coatings before drying on some properties of dried banana", XIIIth International Conference of Food Physicists, ANTALYA, TÜRKİYE, 23-25 Ekim 2018, pp.111.

3- Küçüközet A.O., Uslu M.K., Aygün A., "Oleoresin İçeren Yenilebilir Filmlerin Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi", Türkiye 12. Gıda Kongresi, EDİRNE, TÜRKİYE, 5-7 Ekim 2016, ss.77.

4- Uslu M.K., Küçüközet A.O., Aygün A., "Yenilebilir Filmle Sarılarak Pişirilen Piliç Eti Üzerine Filmin Etkisinin Belirlenmesi", Türkiye 12. Gıda Kongresi, EDİRNE, TÜRKİYE, 5-7 Ekim 2016, ss.60.

5- Aygün T., Topuz O.K., Aygün A., "Su ürünleri kaynaklı fosfolipidler: Özellikleri, kaynakları ve uygulama alanları", 18. Su Ürünleri Sempozyumu 2015, İZMİR, TÜRKİYE, 1-4 Eylül 2015, cilt.1, no.1, ss.451.

6- Topuz O.K., Aygün T., Aygün A., "Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtasının besinsel özellikleri ", 18. Su Ürünleri Sempozyumu 2015, İZMİR, TÜRKİYE, 1-4 Eylül 2015, cilt.1, no.1, ss.451.

7- Aygün A., Uslu M.K., Polat S., "Effects Of Starch Type On some Properties Of Baked Foam Trays", International Food Congress Novel Approaches in Food Industry NAFI 2014, AYDIN, TÜRKİYE, 26-29 Mayıs 2014, pp.121.

8- Aygün A., Uslu M.K., Polat S., "The Effects Of Various Supplementary Materials On the Properties of Starch Based Foam Plates", International Food Congress Novel Approaches in Food Industry NAFI 2014, AYDIN, TÜRKİYE, 26-29 Mayıs 2014, pp.122.

9- Aygün A., Uslu M.K., "Viscosities And Morphological Properties Of The Modified Corn Starches", International Food Congress Novel Approaches in Food Industry, TÜRKİYE, 24-26 Mayıs 2011, pp.647.

10- Uslu M.K., Polat S. , Aygün A., "Properties Of Baked Foams Obtained From Native And Cross-Linked Corn Starches", . International Food Congress Novel Approaches in Food Industry, TÜRKİYE, 24-26 Mayıs 2011, pp.687.

11- Uslu M.K., Polat S. , Aygün A., "Effects Of Corn Fiber, Clay And Beeswax On The Some Properties Of Corn Starch Based Foam Trays ", International Food Congress Novel Approaches in Food Industry, TÜRKİYE, 24-26 Mayıs 2011, pp.688.

