



## FARKLI AMBALAJ MATERYALLERİ ve VAKUM/MODİFİYE ATMOSFER AMBALAJLAMANIN DİLİMLENMİŞ HATAY PEYNİRİNİN KALİTESİ VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

**Bengisu Toplu<sup>1</sup>, Hatice Sıçramaz<sup>2</sup>, Zehra Ayhan<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

Geliş/Received: 07.03.2023; Kabul/ Accepted: 24.04.2022; Online baskı/ Published online: 10.05.2023

Toplu, B., Sıçramaz, H., Ayhan, Z. (2023). Farklı ambalaj materyalleri ve vakum/modifiye atmosfer ambalajlamanın dilimlenmiş Hatay peynirinin kalitesi ve raf ömrüne etkisi. GIDA (2023) 48 (3) 587-601 doi: 10.15237/gida. GD23032

Toplu, B., Sıçramaz, H., Ayhan, Z. (2023). The effects of different packaging materials and vacuum/modified atmosphere packaging methods on the quality and shelf life of sliced Hatay cheese. GIDA (2023) 48 (3) 587-601 doi: 10.15237/gida.GD23032

### ÖZ

Bu çalışmada ambalajsız olarak satışa sunulan ve yöresel bir peynir çeşidi olan Hatay peynirinde uygun ambalaj malzemesi ve teknolojilerinin kullanımı ile daha kaliteli ve uzun raf ömrüne sahip bir ürün elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle dilimlenmiş peynir örnekleri modifiye atmosfer (%50 CO<sub>2</sub> ve %50 N<sub>2</sub>), hava (%21 O<sub>2</sub> ve %79 N<sub>2</sub>) ve vakum altında üç farklı geçirgenlikte ambalaj malzemeleri (Koekstrude PA/PE, OPET/OPA/OPP ve PP/PA/EVOH/PE) ile ambalajlanmış ve 4°C'de 60 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince tepe boşluğu gaz oranları (%O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>), fizikokimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Depolama süresince ambalajlı uygulamalarda ürün beyazlığı ve tekstür daha iyi korunmuş, duyu nitelikler kabul edilebilir bulunmuştur. Tüm uygulamaların titrasyon asitliği ve TBARS değerleri artmış ve pH değerleri azalmıştır. Ancak depolama boyunca en iyi sonuçlar gaz geçirgenliği en düşük olan PP/PA/EVOH/PE'de vakum uygulamasında ve yüksek karbondioksitli MAP uygulamalarında alınmıştır. Sonuç olarak, ambalajsız üründe raf ömrü 5 gün, ambalajlı peynirlerde raf ömrü 60 gün olarak önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ambalaj materyali, Hatay peyniri, modifiye atmosfer paketleme (MAP), fizikokimyasal özellikler ve raf ömrü

## THE EFFECTS OF DIFFERENT PACKAGING MATERIALS AND VACUUM/MODIFIED ATMOSPHERE PACKING METHODS ON THE QUALITY AND SHELF LIFE OF SLICED HATAY CHEESE

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine quality and shelf life for a regional unpackaged Hatay cheese by the use of appropriate packaging materials and technologies. The sliced cheese was packaged under a modified atmosphere (50% CO<sub>2</sub> and 50% N<sub>2</sub>), air (21% O<sub>2</sub> and 79% N<sub>2</sub>) and vacuum using three different packaging materials with different permeabilities (Coextruded PA/PE, OPET/OPA/OPP and PP/PA/EVOH/PE) and stored at 4°C for 60 days. Headspace gas concentration (O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> %), physicochemical and sensory analysis were performed during storage. Whiteness and texture of

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: zehraayhan@sakarya.edu.tr

☎: +90 (264) 295 3858

☎: +90 (264) 295 5601

Bengisu Toplu; ORCID no: 0009-0009-3578-833X

Hatice Sıçramaz; ORCID no: 0000-0002-5943-9566

Zehra Ayhan; ORCID no: 0000-0001-9114-4445

packaged cheese were preserved better than unpackaged product, and were sensorially acceptable during entire storage. Titratable acidity and TBARS increased and pH decreased at all applications during storage. However, the best results were obtained for PP/PA/EVOH/PE with the lowest gas permeability under vacuum and high carbon dioxide-MAP applications. The shelf life of unpackaged and packaged product was 5 days and 60 days, respectively.

**Keywords:** Packaging material, Hatay cheese, modified atmosphere packaging, physicochemical properties and shelf life

## GİRİŞ

Hatay peyniri, starter kültür eklenmeden süte yalnızca rennet enzimi ilavesi ile üretilen, Hatay ilinin geleneksel bir peynir çeşididir. Coğrafi olarak henüz işaretlenmediği için üretim yöntemi işletmeden işletmeye değişebilmektedir. Genellikle yalnız inek sütünden üretilirken, dönemsel olarak koyun ve keçi sütleri de karıştırılabilmektedir (Çayır ve Güzeler, 2020). Üretiminde, az yağlı pastörize süte enzim ilave edilerek pıhtılaşma sağlanmakta ve peynir suyu yeterince süzildikten sonra tuzlanarak taze halde tüketime sunulmaktadır. Ürünün standart üretim prosesi bulunmadığı gibi, ambalajlama yönteminin ve ambalaj materyalinin ürüne etkileri üzerine de herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Ambalaj, gıdayı hava, nem, koku, mikroorganizmalar gibi ürün kalitesini düşüren dış etkilere karşı korumaktadır. Mikrobiyal ve olası kimyasal bulaşılara karşı hijyen sağladığı gibi ürünün duyu kalitesini korumakta, üründen aroma kaybı gerçekleşmesini önlemektedir. Aynı zamanda ürünün depolanmasını ve taşınabilirliğini sağlamaktadır. Bu amaçlarla kullanılan ambalaj filminin, gıdanın özelliklerine uygun olarak seçilmesi önemlidir. Gıdanın kalite özelliklerinin korunmasında ambalaj içi gaz karışımı da önemlidir. Ambalaj filminin ısı yapıştırılması öncesinde, ambalaj içinde bulunan hava atmosferi negatif basınçla uzaklaştırılarak vakum ambalajlama yapılabilmektedir. Modifiye atmosfer ambalajlama (MAP) yönteminde ise, gıdayı çevreleyen tepe boşluğunda bulunan hava atmosferi, oksijen oranı düşürülerek, azot ve/veya karbondioksit oranı yüksek olan farklı bir gaz karışımı ile değiştirilir. Peynirin ambalajlanmasında uygulanan oksijensiz MAP ile oksidasyona bağlı reaksiyonlar önlenmiş olur; anaerobik mikroorganizma gelişimi ve lipoliz reaksiyonları yavaşlar, ürünün raf ömrü artar (Ayhan, 2022). Peynirlerde MAP uygulamasının

daha yumuşak ve beğenilen tekstür sağladığı da belirtilmiştir (Jafarzadeh vd., 2021). MAP uygulaması doğru şekilde yapılmadığı takdirde istenmeyen sonuçlara da yol açabilir. Bu nedenle, ambalajlama işleminde kullanılan gaz karışımı ve oranlarının doğru ayarlanması için bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır (Lee vd., 2008).

Ambalaj içi gaz karışımının yanı sıra, ambalajlamada kullanılan materyalin gaz geçirgenliği (oksijen ve karbondioksit) ve diğer mukavemet özellikleri, gıdanın raf ömrünü belirlemede önemlidir. Ambalaj materyali seçimi, ambalajlanacak ürünün özelliklerine, depolama ve taşıma koşullarına, ambalajlama yöntemine ve tüketicinin gereksinimlerine bağlı olarak belirlenir. Uzun raf ömrü istenilen ürünlerde özellikle geçirgenliği düşürmek amacıyla laminasyon teknikleriyle üretilen çok katmanlı ambalajlar tercih edilmektedir. Polietilen-poliamid malzemeler (PA/PE), gıdaların oksijen, nem ve aroma kaybını önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Etilenvinil alkol (EVOH) ya da polivinilden klorür (PVDC) içeren bariyerli filmler, oksidasyona ve neme duyarlı ürünlerin ambalajlanmasında yüksek koruyuculuk gösteren çok katmanlı ambalaj malzemeleridir. EVOH'un oksijen bariyeri özelliğine karşılık, neme hassas olması nedeniyle gıdaya direk temas etmesi uygun olmayıp, başka materyaller arasında lamine edilmektedir (Ayhan, 2022). Polietilen tereftalat / poliamid / polipropilen laminasyonundan oluşan OPET/OPA/OPP filmleri de yine gıda ambalajlamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bileşimindeki OPET, yüksek mekanik dayanımı ve düşük su buharı geçirgenliği nedeniyle kullanılırken, OPA yüksek bariyer özellikleri ve termal dayanımı nedeniyle kullanılır. OPP ise esnekliği ve sızdırmazlık özellikleri nedeniyle tercih edilir (Morris, 2016).

Doğru ambalajlama, gıdanın kalitesinin korunmasına, tazeliğinin ve raf ömrünün uzatılmasına ve tüketicilere güvenli bir şekilde sunulmasına yardımcı olur. Hatay peynirinin düşük asitlikte bir taze peynir olması, olgunlaşmış peynirlere kıyasla kısa raf ömrüne sahip olması ve açıkta satılması nedeniyle uygun şekilde ambalajlanması ürün kalitesini korumada ve raf ömrünü arttırmada çok önemlidir.

Bu çalışma kapsamında, Hatay peyniri üç farklı ambalaj materyaliyle üç farklı gaz karışımında ambalajlanarak 4°C'de 60 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince ürünlerin kalitesi fizikokimyasal ve duyu analizlerle incelenmiş ve raf ömrü tespit edilmiştir. Geleneksel gıdaların kendine özgü özelliklerinin korunarak raf ömrünün uzatılması daha fazla tanınmasına, kültürel mirasın devamlılığına ve ekonomik gelişime katkı sağlayacaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Hatay Peyniri Üretimi

Ambalajlamada kullanılacak olan peynir, günlük olarak üretilmiştir. Çiğ süt, 70°C'de 20 dk pastörize edildikten sonra 35°C'ye soğutulmuştur. Süte 1:10000 oranında kalsiyum klorür (Caso-Fcc Flakes, Belçika) eklenmiş ve mayalanma 60 dk'da

tamamlanacak şekilde 1:16000 kuvvetindeki mayadan (Maysa Mysecoren 200, Türkiye) ilave edilmiştir. Ardından pıhtı kırılmış ve peynirin fazla suyu, baskı plakaları yardımıyla uzaklaştırılmıştır. 1,5 saat baskıda kalan pıhtı 2 cm<sup>3</sup> boyutunda dilimlenmiş ve 20°C'deki 12°Bomelik salamura suyunda 2 saat bekletilmiştir. Ambalajlama öncesi 16 saat 4°C'de 10°Bomelik salamurada bekletildikten sonra salamura suyu uzaklaştırılmıştır.

### Peynirin Ambalajlanması

Üretilen dilimli Hatay peyniri, 3 farklı malzemede ve 3 farklı atmosferde ambalajlanmıştır. Ambalajlanan ürünlerin ambalaj materyali ve ambalaj içi gaz karışımlarına ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Çok katmanlı PA/PE torba ambalajı (M1) ve OPET/OPA/OPP filmleri (M2) Apack Ambalaj Makine San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul)'den, EVOH bariyerli PP/PA/EVOH/PE film (M3) ise Süperfilm A.Ş. (Gaziantep)'den temin edilmiştir. Film halinde temin edilen ambalajlar da 15x25 cm boyutunda kesilerek torbalar oluşturmak üzere ısı yapıştırıcıyla yapıştırılmıştır. Hazırlanan torba ambalajlar %96'lık etanolla (v/v) dezenfekte edildikten sonra aseptik koşullarda 35°C'de 2 saat kurumaya bırakılmıştır.

Çizelge 1. Hatay peynirine uygulanan ambalaj malzemeleri ve teknik özellikleri

Table 1. Technical properties of packaging materials applied to Hatay cheese

Ambalaj materyali kodu <i>Packaging material code</i>	Ambalaj materyali <i>Packaging material</i>	Ambalaj materyali özellikleri <i>Properties of packaging material</i>		
		Kalınlık <i>Thickness</i> (µm)	OTR* (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·gün)	CO <sub>2</sub> TR* (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·gün)
M1	PA/PE	95	50.0	180.0
M2	OPET/OPA/OPP	88	22.7	95.6
M3	PP/PA/EVOH/PE	115	2.0	-

Ambalaj atmosferi kodu <i>Packaging atmosphere code</i>	Gaz oranları (%) <i>Gas ratios (%)</i>		
	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
ATM	79	21	0
MAP	50	0	50
VAK	0	0	0

ATM: hava atmosferi, MAP: modifiye atmosfer paketleme, VAK: vakum

\* OTR: Oksijen geçiş hızı, CO<sub>2</sub>TR: Karbondioksit geçiş hızı

ATM: *air atmosphere*, MAP: *modified atmosphere packaging*, VAK: *vacuum*

\* OTR: *Oxygen transmission rate*, CO<sub>2</sub>TR: *Carbon dioxide transmission rate*

Suyu süzülen dilimlenmiş peynirler daha önceden hazırlanan ve dezenfekte edilen torba ambalajlara 200 g olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ürün içeren torba ambalajlar, tek odalı ambalajlama makinesine (Reepack, RV 300, Almanya) kombine edilen üçlü gaz mikseri (KM60-3, Witt, Almanya) yardımıyla ambalaj içi gaz karışımı ayarlanarak kapatılmıştır. Üç farklı gaz ortamından hava atmosferiyle ambalajlananlar ATM, modifiye atmosfer ile ambalajlananlar MAP, vakum ambalajlananlar VAK olarak adlandırılmış ve uygulanan bu gaz bileşimleri Çizelge 1’de verilmiştir. Ambalajsız peynirler ise kontrol grubu olarak depolama süresince analiz edilmiştir. Üretimler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Depolamanın 0., 5., 10., 20., 30., 45. ve 60. günlerinde peynirler fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri açısından analiz edilmiştir. Analiz günlerinde ayrıca ambalaj içi gaz kompozisyonu, tepe boşluğu gaz analiziyle belirlenmiştir. Analizler en az iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

#### **Tepe Boşluğu Gaz Analizi**

Gaz karışımı içeren ambalajların tepe boşluğundaki %O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> (v/v) oranları, ambalaj açılmadan önce torba ambalaj yüzeyine yapıştırılan septumdan bir iğne ile gaz analizörü (Witt-Oxybaby, Gasetechnik, Germany) kullanılarak belirlenmiştir. Vakum ambalajlarda tepe boşluğu bulunmadığı için gaz analizi yapılmamıştır.

#### **Fizikokimyasal Analizler**

##### **Renk (Beyazlık indeksi)**

Dilimlenmiş peynir örneklerinin rengi Minolta (CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile CIE L\*a\*b\* ölçeği kullanılarak ölçülmüştür. Alet illumina C’ye ayarlanmış ve standart beyaz yansıtıcı levha kullanılarak kalibre edilmiştir. Ortalama L\*, a\* ve b\* değerleri, Judd ve Wyszecki (1975) tarafından önerilen aşağıdaki formüle yerleştirilerek beyazlık indeksi (WI) hesaplanmıştır.

$$\text{Beyazlık indeksi (WI)} = 100 - [(100-L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

##### **Tekstür (Sertlik ve Elastikiyet)**

Peynirlerde tekstür profil analizi TA-XT Plus (Stable Micro System, İngiltere) doku analizörü ile

gerçekleştirilmiştir. 2x2 cm boyutlarında dilimlenmiş ürünlerin sertlik ve elastikiyet özellikleri, Gunasekaran ve Ak (2002) tarafından önerildiği şekilde, 5 cm çapındaki silindirik prob ve 30 kg yük hücresi kullanılarak 2 mm/s test hızında 16 mm uzaklığında baskı uygulanarak test edilmiştir.

##### **pH ve Titrasyon Asitliği**

10 g peynir örneği aynı oranda suda homojenize edilerek pH değeri ölçülmüştür (WTW-315, Weilheim, Almanya). Titrasyon asitliği analizi, AOAC (2000)’e göre yapılmış, sonuçlar laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

##### **Lipid Oksidasyonu**

Depolama süresince lipid oksidasyonu tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) analizi ile belirlenmiştir. King (1962)’de belirtilen TBARS yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. 10 g peynir örneği, 25 mL distile suda homojenize edildikten sonra su banyosunda 30°C’ye ısıtılmıştır. Üzerine 1 mL TCA (1 g / 1 mL) ve 2 mL %95’lik etanol (v/v) eklenmiştir. 30°C’lik su banyosunda 5 dk bekletildikten sonra filtre kağıdından (Whatman No. 4) süzölmüştür. Filtrat, saf su ile 50 ml’ye tamamlanmış ve 4 ml’si deney tüpüne alınmıştır. Üzerine 1 mL %1,4’lük TBA çözeltisi (%95’lik etanolde hazırlanmış) eklendikten sonra tüpler vorteksenerek 60°C’de 1 saat inkübe edilmiştir. 532 nm’de kör çözeltiye karşı absorbans (UV-160A, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ölçümü yapılmıştır. Şahit olarak %2 TCA (w/v) ve %4 etanol (v/v) içeren çözelti kullanılmıştır. Standart malonaldehit (MDA) kalibrasyon eğrisi için 1,1,3,3-tetraetoksipropan (TEP) kullanılmıştır. 532 nm’de okunan absorbans değerleri, ekstraksiyon katsayısı ile çarpılarak TBARS değerleri (mg MDA / kg örnek) elde edilmiştir. Ekstraksiyon katsayısının hesaplanmasında filtrat yerine şahit (% 2 TCA + % 4 etanol) kullanılmıştır (Pikul vd., 1989).

##### **Duyusal Analizler**

Dilimlenmiş peynir örneklerinin depolama süresince duyuşal değerlendirilmesi 12 kişilik deneyimli panelist grubu ile yapılmıştır. Oda sıcaklığında renk, tat, tekstür ve genel beğeni 9’luk skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Puanlama;

1=çok kötü (sarı renkte, ransid tatta, yumuşak yapıda), 5=kabul edilebilir, 9=çok iyi (beyaz renkte, beğenilen tat ve tekstürde) olacak şekilde duyusal değerlendirme formunda belirtilmiştir. Ürünün genel kabul edilebilirliği 9 noktalı hedonik ölçekte değerlendirilmiş ve 1=hiç beğenmedim, 9=çok beğendim olarak puanlanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

İki tekrarlı üretimin ikişer tekrarlı analiz sonuçlarıyla elde edilen deneysel veriler, 3-yönlü ANOVA ve Duncan çoklu kıyaslama testleri ile %95 güven aralığında SAS (ver.8.02, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Deneysel faktörler (ambalaj filmi, ambalaj içi gaz kompozisyonu ve depolama

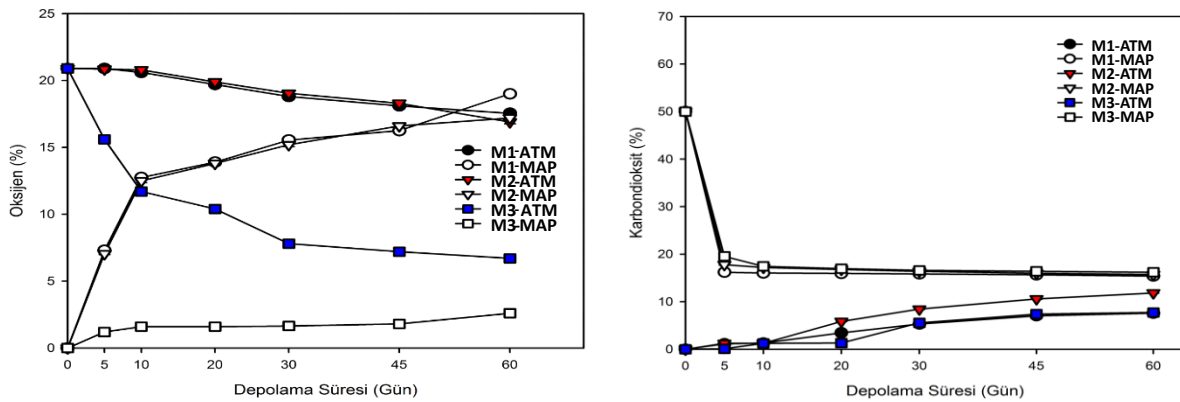
süresi) ile bunların etkileşimlerinin fizikokimyasal ve duyusal kalite parametreleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada üretilen peynirin kuru madde, protein, yağ ve tuz oranları sırasıyla %42.6, %15.2, %17.0 ve %7.3 olarak ölçülmüş ve peynir Çizelge 1’de verildiği şekilde 9 farklı grupta ambalajlanmıştır.

### Tepe Boşluğu Gaz Oranları

Peynir ambalajlarının tepe boşluğundaki %O<sub>2</sub> ve %CO<sub>2</sub> gaz oranlarının 60 günlük depolama süresince değişimi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Farklı ambalaj materyali ve atmosferde ambalajlanan peynir dilimlerinde depolama sürecinde ambalaj tepe boşluğunda ölçülen oksijen ve karbondioksit oranları (%) (M1: Koekstrude PA/PE, M2: OPET/OPA/PPP, M3: PP/PA/EVOH/PE, ATM: %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub>, MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub>)  
Figure 1. Oxygen and carbon dioxide ratios (%) measured in the packaging headspace during the storage period of sliced cheese packed in different packaging materials and atmospheres

Tüm malzemelerin hava (ATM) uygulamaları %20.9 O<sub>2</sub> ve %0.0 CO<sub>2</sub> gaz bileşimi ile başlamıştır. Depolama boyunca oksijen oranı tüm uygulamalarda azalan bir eğilim göstermiştir. Depolama sonunda ambalajların tepe boşluğundaki oksijen oranları M1’de %17.6, M2’de %16.9 ve M3’te %6.7 olarak tespit edilmiştir. M3’ün oksijen geçiş hızının (OTR) çok düşük olduğu ve ambalaj malzemesinden dış atmosfere gaz geçişinin ihmal edilecek düzeylerde olduğu düşünüldüğünde, ambalaj içindeki oksijenin ürün tarafından kullanıldığı ve bu

nedenle oksijen oranının depolama boyunca diğer ambalaj malzemelerine kıyasla daha belirgin bir azalış gösterdiği belirtilebilir. M1 ve M2 malzemelerinin tepe boşluklarındaki oksijen oranlarında depolama boyunca azalma söz konusu olsa da bu malzemelerdeki OTR’lerin daha yüksek olması nedeniyle iç atmosferdeki oksijen oranlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu durum belirli düzeyde oksijenin bu ambalajlarda da ürün tarafından kullanıldığı göz önüne alındığında, iç atmosferde azalan oksijen yerine dış atmosferden malzeme

geçirgenliğine bağlı olarak içeriye oksijen geçişi ile açıklanabilir. Tüm ambalaj malzemelerinin tepe boşluğundaki oksijen azalışı, oksijenin oksidasyon ve mikrobiyal faaliyetlerde kullanılmasıyla ilişkilendirilebilir. ATM uygulamalarının CO<sub>2</sub> oranları depolama süresince artan bir eğilim göstermiştir. Depolama sonunda tüm ambalaj malzemelerinde birbirlerine yakın karbondioksit oranları tespit edilmiş olup en yüksek değer M2 malzemesinde kaydedilmiştir.

MAP uygulamasında tüm ambalajlarda başlangıç O<sub>2</sub> oranı %0.0 ve CO<sub>2</sub> oranı %50.0'dir. Depolama süresince O<sub>2</sub> oranı tüm ambalaj malzemelerinde artış göstermiştir. Depolama sonunda O<sub>2</sub> oranı M1, M2 ve M3'te sırasıyla %19.0, %17.2 ve %2.6 olarak tespit edilmiş olup, bu durumun da yine malzemelerin Çizelge 1'de verilen OTR değerleriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm ambalaj malzemelerinin CO<sub>2</sub> oranlarında özellikle ilk 5 günlük depolamada hızlı bir düşüş görülmüştür ve bu durum karbondioksitin yağda ve suda çözünürlüğü ile ilişkilendirilebilir. Depolamanın geri kalan sürecinde ambalajların CO<sub>2</sub> oranlarında önemli bir değişim olmamıştır. Depolama sonunda CO<sub>2</sub> oranları M1, M2 ve M3'te sırasıyla %15.4, %15.7 ve %16.2 olarak tespit edilmiştir ve bu durum ambalaj malzemelerinin CO<sub>2</sub>TR'leri ile ilişkilendirilebilir.

Eliot vd. (1998) tarafından Mozzarella peyniri ile yapılan çalışmada, vakum, hava atmosferi ve farklı oranlarda CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> içeren MAP denemelerinin tümünde tepe boşluğundaki CO<sub>2</sub> oranı depolama boyunca artış göstermiştir. Bu artışın peynirde meydana gelen aerobik mikrobiyal aktiviteden kaynaklandığı ve depolama süresi ile kullanılan ambalaj filminin karbondioksit geçirgenlik oranının (CO<sub>2</sub>TR) da tepe boşluğundaki gaz bileşiminde etkili olduğu belirtilmiştir. Cottage peynirinde yapılan bir çalışmada ise mikrobiyal solunum hızı ile ambalaj malzemesinin oksijen geçirgenliği arasında denge sağlanması nedeniyle tepe boşluğundaki O<sub>2</sub> konsantrasyonu depolama boyunca nispeten sabit kalmıştır (Maniar vd., 1994). Hava atmosferinde ambalajlanan peynirlerde oksijen konsantrasyonunun düşmesi ise, oksijenin aerobik mikroorganizmalar tarafından tüketilmesiyle ilişkilendirilmiştir (Fedio

vd., 1994; Eliot vd., 1998). Ambalaj içi gaz konsantrasyonunun etkisi üzerine yapılan başka bir çalışmada, MAP uygulanan Domiati peynirlerinden tepe boşluğundaki CO<sub>2</sub> oranı en yüksek olanın hem kimyasal hem de duyu kalite açısından en iyi özellikteki ürün olduğu belirlenmiştir (Atallah vd., 2021).

### **Fizikokimyasal Özellikler**

#### ***Beyazlık İndeksi***

Beyaz peynirlerde beyazlık karakteristik bir özelliktir. Bu nedenle depolama süresince dilimlenmiş peynirlerde beyazlık indeksi değeri (WI) incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Başlangıç WI değeri 85.9'dır, depolama süresince tüm uygulamalarda azalmıştır. En büyük düşüş kontrol grubunda tespit edilmiş olup, 60. günde WI değeri 78.3 olarak ölçülmüştür. Depolamanın son gününde ambalajlı örneklerin WI değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark tespit edilmemiştir ( $P > 0.05$ ). Sonuç olarak depolama süresinin WI değeri üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Favati vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, bizim çalışmamızda olduğu gibi, farklı gaz karışımları uygulandığında Provolone peynirinin renk değerlerinin etkilenmediği belirlenmiştir. Peynirlerin özellikle ışığa maruz kalarak okside olması sonucu renginin sararması, tüketicilerin ürün beğenisini azaltmaktadır. Bu durumun MAP ile kontrol altına alınabileceği belirlenmiştir (Kristensen vd., 2000). Bir çalışmada, kağıt ambalajda ambalajlanan peynirlerin %1-3 O<sub>2</sub> ve %19-21 CO<sub>2</sub> bileşimindeki MAP ile ambalajlanması halinde raf ömrünün arttığı ve depolama sonunda MAP uygulanan örneklerde daha yüksek WI değeri ölçüldüğü belirlenmiştir (Rodriguez-Aguilera vd., 2011). Farklı ambalaj malzemelerinin depolama sırasında renge etkisinin incelendiği bir çalışmada, koekstrüde PE/EVOH/PA/PE filmlerin 65 günlük depolama süresince peynir rengini oldukça iyi koruduğu belirlenmiştir (Piscopo vd., 2019).

#### ***Tekstür***

Gıdaların tekstürel niteliklerinin, tüketicilerin satın alma kararında önemli bir rol oynadığı ve özellikle peynir gibi gıdalarda tekstürün, renk ve kokudan daha öncelikli olduğu bilinmektedir

(Gunasekaran ve Ak, 2002). Farklı ambalaj malzemeleri kullanılarak farklı atmosferlerde ambalajlanan Hatay peyniri dilimlerinin depolama süresince gözlenen sertlik ve elastiklik değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrol örnekleri, açıkta depolanan ürünü temsil ettiği için depolama sırasında kuruyarak kırılgan yapı kazanmış ve bu nedenle tekstür analizi ancak 20. güne kadar yapılabilmektedir.

Depolama öncesi ürünün sertlik değeri 0.07 N, elastiklik değeri 0.26 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Depolama sonunda yapılan istatistiksel incelemeye göre, ambalaj materyalindeki değişimin ve ambalaj içi atmosfer bileşiminin ürünlerin genelinde sertliğe ve elastikliğe etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Sertlik ve elastiklik üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde ise ambalajlı örneklerin sertlik değerlerinin önemli bir değişime uğramadığı, elastiklik değerlerinin ise depolama sonunda ürünlerin genelinde düştüğü belirlenmiştir. Ambalajlanmamış kontrol örneğinde sertlik, peynirin kurumasiyla birlikte 20 günlük depolama süresince artmış ve 20. günde 0.08 N’a ulaşmıştır. Ambalajlamanın ürün tekstürünü korumadaki önemi, yaptığımız bu çalışmayla da ortaya konulmuştur.

Minas Frescal peyniri üzerine yapılan bir çalışmada ambalaj içi farklı gaz karışımları denenmiştir. Çalışma sonucunda, vakum, hava atmosferi ve farklı oranlarda CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> karışımı MAP ile ambalajlanan peynirlerin, bizim çalışmamızda da olduğu gibi, ambalaj içi gaz karışımının ve 21 günlük depolama süresinin ürün sertliğinde bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir (Silva vd., 2021). Başka bir çalışmada ise, vakum ambalajlanmış ürünlerin depolama sırasında ölçülen sertlik değerleri MAP ile ambalajlananlardan daha yüksek elde edilmiştir (Romani vd., 2002). Farklı ambalaj materyallerinin denendiği bir çalışmada, düşük yoğunluklu PE filmlerle ambalajlanan beyaz peynirlerin, polilaktik asit (PLA) filmlerden daha az nem kaybına uğradığı ve bu nedenle daha yumuşak yapıda kalabildiği bildirilmiştir (Li vd., 2018).

### **pH ve Titrasyon Asitliği**

Peynirlerde en önemli kalite kriterlerinden olan pH ve asitlik, peynirin aroması, tekstürü, kalan depolama süresi, mikrobiyal durumu gibi birçok konuda ön bilgi sağlamaktadır. Ambalajlama farklılıklarının, peynirin pH ve asitliği üzerine önemli etkisinin bulunacağı öngörülerek yapılmış olan analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde tüm parametrelerin (ambalaj materyali, atmosfer ve depolama süresi) peynirin pH’sı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Üretilen Hatay peynirinin depolama öncesi pH değeri 6.5 olarak ölçülmüştür ve bu değer depolama sırasında tüm uygulamalarda düşüş göstermiştir. Son analiz gününde ambalajlı örneklerin pH değerleri 6.1 – 6.5 arasında iken kontrol grubunun pH’sı 6.3 olarak ölçülmüştür. Çizelge 2’de verilen sonuçlar incelendiğinde PP/PA/EVOH/PE (M3) ile ambalajlamanın, pH değişimini engellediği ve vakum ambalajlama uygulamasının (VAK) pH’yı özellikle hava atmosferiyle ambalajlamaya göre daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Peynirde meydana gelen asitlik gelişimi pıhtılaşma sırasında başlamakta ve olgunlaşma sırasında devam etmektedir. Laktozun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu sonucu oluşan laktik asit ve diğer asitler ile lipoliz sonucu oluşan yağ asitleri, peynirdeki titrasyon asitliğinin artmasına neden olmaktadır. Çalışma kapsamında üretilen Hatay peynirinin farklı ambalaj malzemesi ve farklı atmosferler içinde ambalajlanması sonucu titrasyon asitliği değerinde depolama süresince meydana gelen değişim Çizelge 2’de verilmiştir. Ambalaj malzemesinin, MAP’ın, depolama süresinin ve bu faktörlerin ikili üçlü etkileşimlerinin tamamının titrasyon asitliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmektedir ( $P \leq 0.05$ ). Peynirin başlangıç titrasyon asitliği değeri, laktik asit cinsinden %0.2 olarak analiz edilmiştir. Depolama süresince tüm uygulamalarda asitlik artışı gözlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek asitlik artışı kontrol örneklerinde tespit edilirken, onu tüm ambalaj malzemelerinin hava atmosfer uygulamaları (ATM) takip etmiştir. Depolama sonundaki en düşük asitlik değeri ise vakum ambalajlanan ürünlerde (VAK) ölçülmüştür.

Papaioannou vd. (2007)'nin Anthotryros peyniriyle yaptıkları çalışmada da, bizim sonuçlarımızda olduğu gibi, depolama süresince pH'nın tüm ürünlerde düştüğü, fakat bu düşüşün farklı oranlarda CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> ile ambalajlanan MAP uygulamasında vakumlu ürünlerden daha belirgin olduğu belirtilmiştir. Myzithra peynirinde yapılan bir çalışmada da yine bizim elde ettiğimiz sonuçlarda olduğu gibi, hava atmosferiyle ambalajlanan peynirlerin pH değerlerinin MAP ürünlerine göre daha hızlı düştüğü tespit edilmiş ve bu durumun, oksijen oranının yüksek olması nedeniyle hava atmosferinde hızlı gerçekleşen proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Dermiki vd., 2008). Pintado ve Malcata (2000) Requeijao peynirinde, Gonzalez-Fandos vd. (2000) Cameros peynirinde CO<sub>2</sub> gazının peynir pH'sında düşüşe sebep olduğunu belirtmişlerdir. Karbondioksitin, peynir yüzeyinde çözünerek karbonik aside dönüşmesi nedeniyle peynirin pH değerinde düşüş, titrasyon asitliğinde ise artış tespit edilmesinin beklenen bir sonuç olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar da bu tespiti doğrulamaktadır; MAP uygulamasıyla ambalajlanan Hatay peynirlerinin pH değerleri, vakum uygulanan peynirlerden daha hızlı düşmüştür.

### **Lipid Oksidasyonu**

Lipid oksidasyonu peynirlerin kalitesinin bozulmasında önemli bir faktördür ve oksidasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri, peynirde ransid tat oluşumundan sorumludur (Wolf vd., 2009). Oksidasyonun kontrolsüz hızda artışı, ürünün besin değerini olumsuz etkilemekte, duyu ve tekstürel kalite kayıplarına neden olmakta ve depolama süresini kısaltmaktadır. Oksidasyonun kontrolünde ise ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği ve ambalaj içindeki gaz kompozisyonu, depolama sıcaklığı ve süresi oldukça önemlidir.

Farklı ambalaj malzemeleri kullanılarak farklı atmosferlerde ambalajlanan peynirlerin depolama süresince gözlenen lipid oksidasyonu değişimleri mg MDA/kg cinsinden Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, ambalaj materyali × MAP etkileşimi dışında tüm faktörlerin, ikili ve üçlü etkileşimlerinin TBARS değerleri üzerindeki

etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ). Peynir örneklerinde başlangıç TBARS değeri 0.3 mg MDA/kg olarak kaydedilmiş ve depolama süresince tüm uygulamalarda bu değer farklı düzeylerde artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek oksidasyon oranı, açıkta depolanan kontrol grubu örnekler ile yüksek gaz geçirgenliğine sahip M1 ambalaj malzemesi ve hava atmosferiyle ambalajlanan (ATM) grupta tespit edilmiştir. Bu durum PA/PE (M1)'nin yüksek oksijen geçirgenliği ve hava atmosferinde bulunan yüksek oksijen düzeyi ile ilişkilendirilmiştir. EVOH katmanlı M3 malzemesinin vakum ve CO<sub>2</sub>+N<sub>2</sub> (50:50) gaz karışımı içeren MAP uygulamalarında depolama sırasında lipid oksidasyonu daha iyi kontrol edilebilmiştir (Çizelge 2).

Farklı ambalaj materyallerinin krem peynirin oksidasyonuna etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, krem peyniri farklı derinliklerde PET/PE, PS/EVOH/PE, PP/PE termofom tabaklarda ambalajlanmış ve PET/AlOx/PE film ile ısı yapıştırma yapılmıştır. Farklı ambalajların derinlikleri ve farklı oksijen geçiş hızının oksidatif stabilite (TBARS) üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Pettersen vd., 2005). Ancak tabak ambalajlarda tam vakum yapılması teknolojik olarak mümkün olmayacağı için ambalajlama metodunun çok efektif olmadığı düşünülmektedir. Farklı ambalaj materyalleriyle peynirin raf ömrü üzerine yapılan bir başka çalışmada ise OTR'si yüksek ambalajların daha yüksek oranda oksidasyona neden olduğu kanıtlanmıştır (Piscopo vd., 2015).

### **Duyusal Kalite**

Ürünlerin duyu kalitesi depolama süresince test edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Ambalajlanmamış olan kontrol grubu örneklerin depolama sırasında kuruması ve mikrobiyal açıdan da uygun olmayacağı öngörüsü nedeniyle 20. günden sonra tat değerlendirmesi yapılmamıştır. Derecelendirmede 9 puan üzerinden 5 ve üzerinde puan alan ürünler "kabul edilebilir" olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, tüm duyu nitelikler üzerinde depolama süresinin önemli ölçüde etkili olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ).



## Ambalajlamanın Hatay peynirinin kalitesi ve raf ömrüne etkisi

Çizelge 2. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan Hatay peynirinin depolama süresince fizikokimyasal özellikleri

Table 2. Physicochemical properties of Hatay cheese packed in different packaging materials and atmospheres during storage

### Beyazlık İndeksi / Whiteness Index

Ambalaj malzemesi / Packaging material	Ambalaj atmosferi / Packaging atmosphere	0. gün / day 0	5. gün / day 5	10. gün / day 10	20. gün / day 20	30. gün / day 30	45. gün / day 45	60. gün / day 60
		Beyazlık İndeksi (WI) Whiteness Index (WI)						
Kontrol	Ambalajsız	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	80.4±2.3 <sup>Bb</sup>	75.3±2.7 <sup>Bd</sup>	74.9±2.2 <sup>Bd</sup>	75.5±1.7 <sup>Cd</sup>	76.3±2.0 <sup>Bd</sup>	78.3±2.4 <sup>Bc</sup>
M1	ATM	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.7±0.6 <sup>Abc</sup>	84.0±0.9 <sup>Ab</sup>	83.3±0.5 <sup>Ac</sup>	85.3±0.6 <sup>Ba</sup>	85.7±0.7 <sup>Aa</sup>	83.0±0.8 <sup>Ad</sup>
	MAP	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.4±0.5 <sup>Ad</sup>	83.4±0.5 <sup>Ad</sup>	83.9±0.6 <sup>Ac</sup>	85.3±0.3 <sup>Bb</sup>	85.5±0.7 <sup>Ab</sup>	82.9±0.5 <sup>Ae</sup>
	VAK	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.5±0.4 <sup>Ab</sup>	83.5±0.7 <sup>Ab</sup>	83.7±0.7 <sup>Ab</sup>	85.4±0.6 <sup>Ba</sup>	85.5±0.8 <sup>Aa</sup>	82.8±0.8 <sup>Ac</sup>
M2	ATM	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.4±0.5 <sup>Ab</sup>	83.6±0.6 <sup>Ab</sup>	83.6±0.4 <sup>Ab</sup>	85.5±0.7 <sup>ABa</sup>	85.7±0.8 <sup>Aa</sup>	83.3±0.7 <sup>Ab</sup>
	MAP	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.4±0.3 <sup>Abc</sup>	83.8±0.6 <sup>Ab</sup>	84.0±0.7 <sup>Ab</sup>	85.3±0.8 <sup>Ba</sup>	85.7±0.6 <sup>Aa</sup>	82.9±1.2 <sup>Ac</sup>
	VAK	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.6±0.5 <sup>Ab</sup>	83.6±0.8 <sup>Ab</sup>	83.9±0.9 <sup>Ab</sup>	86.2±0.5 <sup>Aa</sup>	85.8±1.0 <sup>Aa</sup>	82.9±0.7 <sup>Ac</sup>
M3	ATM	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.3±0.3 <sup>Abc</sup>	83.8±0.9 <sup>Ab</sup>	83.5±0.9 <sup>Abc</sup>	85.6±0.9 <sup>ABa</sup>	85.3±0.6 <sup>Aa</sup>	83.0±0.8 <sup>Ac</sup>
	MAP	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.4±0.6 <sup>Ac</sup>	83.4±0.4 <sup>Ac</sup>	84.0±0.6 <sup>Ab</sup>	85.6±0.8 <sup>ABa</sup>	85.6±0.4 <sup>Aa</sup>	83.0±0.6 <sup>Ac</sup>
	VAK	85.9±0.4 <sup>Aa</sup>	83.2±0.5 <sup>Ac</sup>	83.5±0.7 <sup>Ac</sup>	83.4±0.9 <sup>Ac</sup>	85.1±0.5 <sup>Bb</sup>	85.6±0.7 <sup>ABa</sup>	82.8±0.6 <sup>Ad</sup>

M1: Koekstrude PA/PE M2: OPET/OPA/OPP M3: PP/PA/EVOH/PE ATM (hava atmosferi): %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub> MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> VAK: Vakum

### Tekstür / Texture

Ambalaj malzemesi / Packaging material	Ambalaj atmosferi / Packaging atmosphere	0. gün / day 0	5. gün / day 5	10. gün / day 10	20. gün / day 20	30. gün / day 30	45. gün / day 45	60. gün / day 60
		Sertlik (N) Hardness (N)						
Kontrol	Ambalajsız	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.03 <sup>ABb</sup>	0.08±0.01 <sup>Aa</sup>	0.08±0.01 <sup>Aa</sup>			
M1	ATM	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.03 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABCa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>
	MAP	0.07±0.01 <sup>Aab</sup>	0.04±0.03 <sup>Bc</sup>	0.07±0.01 <sup>Aab</sup>	0.06±0.03 <sup>Bbc</sup>	0.08±0.02 <sup>Ab</sup>	0.06±0.02 <sup>Dbc</sup>	0.08±0.02 <sup>Aa</sup>
	VAK	0.07±0.01 <sup>Aabc</sup>	0.06±0.03 <sup>ABc</sup>	0.08±0.01 <sup>Aab</sup>	0.07±0.02 <sup>Bbc</sup>	0.08±0.01 <sup>Aabc</sup>	0.08±0.01 <sup>ABa</sup>	0.08±0.02 <sup>ABbc</sup>
M2	ATM	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.04±0.03 <sup>Bb</sup>	0.08±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.08±0.01 <sup>ABCa</sup>	0.08±0.02 <sup>Aa</sup>
	MAP	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.08±0.01 <sup>Aa</sup>	0.08±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.08±0.01 <sup>ABa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>
	VAK	0.07±0.01 <sup>Aab</sup>	0.07±0.02 <sup>Ab</sup>	0.07±0.02 <sup>Ab</sup>	0.06±0.03 <sup>Bb</sup>	0.07±0.01 <sup>Ab</sup>	0.08±0.01 <sup>ABa</sup>	0.06±0.03 <sup>Bb</sup>
M3	ATM	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.03 <sup>Aa</sup>	0.08±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>	0.08±0.01 <sup>Aa</sup>	0.06±0.02 <sup>CDa</sup>	0.07±0.02 <sup>ABa</sup>
	MAP	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.03 <sup>Aa</sup>	0.08±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.09±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>ABa</sup>
	VAK	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.01 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>ABa</sup>	0.07±0.02 <sup>Aa</sup>	0.07±0.02 <sup>BCDa</sup>	0.07±0.02 <sup>ABa</sup>
		Elastiklik (mm) Elasticity (mm)						
Kontrol	Ambalajsız	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.09±0.01 <sup>Dc</sup>	0.18±0.07 <sup>ABb</sup>	0.30±0.06 <sup>Aa</sup>			
M1	ATM	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.12±0.03 <sup>CDa</sup>	0.12±0.04 <sup>CDa</sup>	0.12±0.03 <sup>Ba</sup>	0.13±0.06 <sup>Aa</sup>	0.10±0.02 <sup>Aa</sup>	0.18±0.16 <sup>Aa</sup>
	MAP	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.09±0.04 <sup>Db</sup>	0.11±0.03 <sup>Db</sup>	0.10±0.02 <sup>Bb</sup>	0.12±0.03 <sup>Ab</sup>	0.11±0.02 <sup>Ab</sup>	0.12±0.03 <sup>Ab</sup>
	VAK	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.10±0.01 <sup>Dc</sup>	0.14±0.04 <sup>BCDbc</sup>	0.11±0.02 <sup>Bc</sup>	0.11±0.02 <sup>Ac</sup>	0.12±0.02 <sup>Ac</sup>	0.18±0.09 <sup>Ab</sup>
M2	ATM	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.11±0.02 <sup>CDc</sup>	0.14±0.03 <sup>BCDbc</sup>	0.11±0.03 <sup>Bc</sup>	0.12±0.03 <sup>Ac</sup>	0.12±0.03 <sup>Ac</sup>	0.18±0.14 <sup>Ab</sup>
	MAP	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.12±0.01 <sup>CDbc</sup>	0.12±0.03 <sup>CDbc</sup>	0.13±0.03 <sup>Bbc</sup>	0.11±0.03 <sup>Abc</sup>	0.10±0.01 <sup>Ac</sup>	0.13±0.03 <sup>Ab</sup>
	VAK	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.14±0.02 <sup>BCa</sup>	0.19±0.05 <sup>Aa</sup>	0.12±0.02 <sup>Ba</sup>	0.11±0.01 <sup>Aa</sup>	0.11±0.01 <sup>Aa</sup>	0.13±0.03 <sup>Aa</sup>
M3	ATM	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.15±0.04 <sup>Ba</sup>	0.17±0.06 <sup>ABCa</sup>	0.10±0.02 <sup>Ba</sup>	0.11±0.02 <sup>Aa</sup>	0.11±0.03 <sup>Aa</sup>	0.11±0.01 <sup>Aa</sup>
	MAP	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.14±0.03 <sup>BCbc</sup>	0.11±0.01 <sup>Dc</sup>	0.11±0.02 <sup>Bbc</sup>	0.13±0.01 <sup>Abc</sup>	0.10±0.02 <sup>Ac</sup>	0.15±0.05 <sup>Ab</sup>
	VAK	0.26±0.06 <sup>Aa</sup>	0.19±0.08 <sup>Aa</sup>	0.13±0.02 <sup>BCDa</sup>	0.12±0.02 <sup>Ba</sup>	0.12±0.02 <sup>Aa</sup>	0.12±0.02 <sup>Aa</sup>	0.12±0.03 <sup>Aa</sup>

M1: Koekstrude PA/PE M2: OPET/OPA/OPP M3: PP/PA/EVOH/PE ATM (hava atmosferi): %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub> MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> VAK: Vakum

pH ve Titrasyon Asitliği *pH and Titration Acidity*

Ambalaj malzemesi	Ambalaj atmosferi	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>Packaging material</i>	<i>Packaging atmosphere</i>	<i>day 0</i>	<i>day 5</i>	<i>day 10</i>	<i>day 20</i>	<i>day 30</i>	<i>day 45</i>	<i>day 60</i>
		pH <i>pH</i>						
Kontrol	Ambalajsız	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.02 <sup>BCa</sup>	6.3±0.01 <sup>Cb</sup>	6.3±0.01 <sup>Dcd</sup>	6.3±0.03 <sup>BCc</sup>	6.3±0.02 <sup>BCcd</sup>	6.3±0.02 <sup>Dd</sup>
M1	ATM	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.02 <sup>ABa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.4±0.01 <sup>Bb</sup>	6.4±0.04 <sup>ABb</sup>	6.2±0.02 <sup>Cc</sup>	6.1±0.04 <sup>Fd</sup>
	MAP	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Ca</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.4±0.14 <sup>ABb</sup>	6.4±0.04 <sup>ABab</sup>	6.3±0.03 <sup>Cb</sup>
	VAK	6.5±0.03 <sup>ABa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>ABab</sup>	6.5±0.01 <sup>Ac</sup>	6.5±0.04 <sup>Abc</sup>	6.4±0.03 <sup>Ac</sup>	6.4±0.02 <sup>Cd</sup>
M2	ATM	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>ABa</sup>	6.3±0.02 <sup>Db</sup>	6.2±0.21 <sup>Cbc</sup>	6.1±0.10 <sup>Dc</sup>	6.2±0.05 <sup>Ebc</sup>
	MAP	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>BCab</sup>	6.5±0.01 <sup>Bab</sup>	6.4±0.01 <sup>Babc</sup>	6.3±0.23 <sup>BCbcd</sup>	6.2±0.27 <sup>Ccd</sup>	6.1±0.03 <sup>Gd</sup>
	VAK	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.5±0.03 <sup>Ba</sup>	6.4±0.01 <sup>Bab</sup>	6.3±0.16 <sup>BCb</sup>	6.4±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.02 <sup>Aa</sup>
M3	ATM	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.02 <sup>Aa</sup>	6.5±0.03 <sup>ABa</sup>	6.3±0.04 <sup>Dc</sup>	6.4±0.08 <sup>ABb</sup>	6.2±0.06 <sup>CDd</sup>	6.3±0.02 <sup>Cc</sup>
	MAP	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.5±0.03 <sup>ABa</sup>	6.5±0.02 <sup>Ab</sup>	6.3±0.18 <sup>ABb</sup>	6.5±0.00 <sup>Aab</sup>	6.5±0.01 <sup>Aab</sup>
	VAK	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>BCa</sup>	6.5±0.01 <sup>ABa</sup>	6.5±0.02 <sup>Aab</sup>	6.5±0.03 <sup>Aa</sup>	6.5±0.01 <sup>Aa</sup>	6.4±0.01 <sup>Bb</sup>

		Titrasyon Asitliği (% Laktik Asit) <i>Titration Acidity (Lactic Acid %)</i>						
Kontrol	Ambalajsız	0.2±0.00 <sup>Ac</sup>	0.4±0.02 <sup>Aab</sup>	0.3±0.02 <sup>Ab</sup>	0.4±0.01 <sup>Aab</sup>	0.4±0.06 <sup>Aab</sup>	0.4±0.01 <sup>Aab</sup>	0.4±0.03 <sup>Aa</sup>
M1	ATM	0.2±0.00 <sup>Ad</sup>	0.2±0.02 <sup>CDc</sup>	0.2±0.00 <sup>Cc</sup>	0.2±0.01 <sup>Ec</sup>	0.3±0.04 <sup>Bb</sup>	0.3±0.01 <sup>CDb</sup>	0.3±0.01 <sup>Ca</sup>
	MAP	0.2±0.00 <sup>Ac</sup>	0.2±0.01 <sup>Dc</sup>	0.2±0.01 <sup>Bc</sup>	0.2±0.01 <sup>DEc</sup>	0.3±0.02 <sup>Bb</sup>	0.3±0.01 <sup>CDab</sup>	0.3±0.02 <sup>Da</sup>
	VAK	0.2±0.00 <sup>Ac</sup>	0.3±0.00 <sup>Ba</sup>	0.2±0.01 <sup>Bc</sup>	0.2±0.00 <sup>Ed</sup>	0.3±0.01 <sup>Ba</sup>	0.3±0.02 <sup>CDa</sup>	0.3±0.01 <sup>Dab</sup>
M2	ATM	0.2±0.00 <sup>Ad</sup>	0.2±0.01 <sup>CDc</sup>	0.2±0.00 <sup>Bc</sup>	0.3±0.01 <sup>CDc</sup>	0.3±0.02 <sup>Bb</sup>	0.3±0.01 <sup>Cb</sup>	0.3±0.04 <sup>BCa</sup>
	MAP	0.2±0.00 <sup>Af</sup>	0.3±0.01 <sup>Bc</sup>	0.2±0.01 <sup>BCc</sup>	0.3±0.01 <sup>Cd</sup>	0.3±0.02 <sup>Ab</sup>	0.3±0.02 <sup>Bb</sup>	0.4±0.01 <sup>Ba</sup>
	VAK	0.2±0.00 <sup>Ad</sup>	0.3±0.00 <sup>Cb</sup>	0.2±0.01 <sup>BCc</sup>	0.3±0.00 <sup>Ca</sup>	0.3±0.01 <sup>Ba</sup>	0.3±0.00 <sup>Da</sup>	0.3±0.01 <sup>Dab</sup>
M3	ATM	0.2±0.00 <sup>Ad</sup>	0.3±0.00 <sup>Bab</sup>	0.2±0.01 <sup>BCc</sup>	0.3±0.02 <sup>Bb</sup>	0.3±0.01 <sup>Bb</sup>	0.3±0.01 <sup>CDb</sup>	0.3±0.01 <sup>Ca</sup>
	MAP	0.2±0.00 <sup>Ac</sup>	0.3±0.03 <sup>Cab</sup>	0.2±0.01 <sup>Bb</sup>	0.3±0.02 <sup>CDab</sup>	0.3±0.02 <sup>Bab</sup>	0.3±0.02 <sup>Dab</sup>	0.3±0.01 <sup>Da</sup>
	VAK	0.2±0.00 <sup>Ac</sup>	0.2±0.01 <sup>CDb</sup>	0.2±0.01 <sup>BCb</sup>	0.3±0.02 <sup>Ca</sup>	0.3±0.02 <sup>Ba</sup>	0.3±0.02 <sup>Da</sup>	0.3±0.01 <sup>Da</sup>

M1: Koekstrude PA/PE M2: OPET/OPA/OPP M3: PP/PA/EVOH/PE ATM (hava atmosferi): %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub> MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> VAK: Vakum

Lipid Oksidasyonu *Lipid Oxidation*

Ambalaj malzemesi	Ambalaj atmosferi	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>Packaging material</i>	<i>Packaging atmosphere</i>	<i>day 0</i>	<i>day 5</i>	<i>day 10</i>	<i>day 20</i>	<i>day 30</i>	<i>day 45</i>	<i>day 60</i>
		TBARS (mg MDA/kg) <i>TBARS (mg MDA/kg)</i>						
Kontrol	Ambalajsız	0.3±0.04 <sup>Ad</sup>	0.6±0.03 <sup>Abc</sup>	0.5±0.05 <sup>Bc</sup>	0.6±0.02 <sup>Ab</sup>	0.7±0.06 <sup>Aa</sup>	0.7±0.05 <sup>Aa</sup>	0.7±0.03 <sup>ABa</sup>
M1	ATM	0.3±0.04 <sup>Ae</sup>	0.4±0.10 <sup>BCd</sup>	0.6±0.02 <sup>Bc</sup>	0.5±0.03 <sup>CDcd</sup>	0.7±0.03 <sup>Ab</sup>	0.8±0.12 <sup>Aab</sup>	0.8±0.10 <sup>Aa</sup>
	MAP	0.3±0.04 <sup>Ad</sup>	0.5±0.02 <sup>BCc</sup>	0.6±0.04 <sup>Ab</sup>	0.6±0.03 <sup>Ab</sup>	0.7±0.03 <sup>Aa</sup>	0.6±0.03 <sup>Bb</sup>	0.6±0.04 <sup>Cb</sup>
	VAK	0.3±0.04 <sup>Ae</sup>	0.4±0.05 <sup>Cd</sup>	0.6±0.03 <sup>Bbc</sup>	0.6±0.03 <sup>DBb</sup>	0.6±0.03 <sup>Cbc</sup>	0.5±0.01 <sup>CDc</sup>	0.7±0.05 <sup>Ba</sup>
M2	ATM	0.3±0.04 <sup>Ab</sup>	0.3±0.04 <sup>Fb</sup>	0.6±0.03 <sup>Ba</sup>	0.5±0.03 <sup>Ca</sup>	0.6±0.02 <sup>BCa</sup>	0.6±0.02 <sup>Ca</sup>	0.6±0.14 <sup>Da</sup>
	MAP	0.3±0.04 <sup>Ad</sup>	0.5±0.04 <sup>Bc</sup>	0.5±0.03 <sup>Bb</sup>	0.6±0.01 <sup>BCb</sup>	0.6±0.06 <sup>Ba</sup>	0.6±0.03 <sup>CDab</sup>	0.5±0.01 <sup>EFc</sup>
	VAK	0.3±0.04 <sup>Ae</sup>	0.4±0.02 <sup>DEd</sup>	0.5±0.04 <sup>Cbc</sup>	0.5±0.03 <sup>Ec</sup>	0.5±0.03 <sup>DEab</sup>	0.5±0.07 <sup>EFbc</sup>	0.5±0.03 <sup>DEa</sup>
M3	ATM	0.3±0.04 <sup>Ad</sup>	0.4±0.05 <sup>Dc</sup>	0.4±0.05 <sup>Cb</sup>	0.5±0.03 <sup>EDab</sup>	0.5±0.02 <sup>DEa</sup>	0.5±0.04 <sup>CDa</sup>	0.5±0.05 <sup>EFa</sup>
	MAP	0.3±0.04 <sup>Ac</sup>	0.3±0.02 <sup>EFc</sup>	0.5±0.08 <sup>Cb</sup>	0.5±0.09 <sup>Ca</sup>	0.6±0.03 <sup>CDa</sup>	0.5±0.03 <sup>DEab</sup>	0.5±0.04 <sup>Fb</sup>
	VAK	0.3±0.04 <sup>Ad</sup>	0.3±0.03 <sup>Fd</sup>	0.4±0.02 <sup>Cb</sup>	0.4±0.06 <sup>Fc</sup>	0.5±0.03 <sup>Eb</sup>	0.5±0.04 <sup>Fb</sup>	0.5±0.05 <sup>DEa</sup>

M1: Koekstrude PA/PE M2: OPET/OPA/OPP M3: PP/PA/EVOH/PE ATM (hava atmosferi): %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub> MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> VAK: Vakum

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ( $P > 0.05$ ). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ( $P > 0.05$ ). *There is no statistical difference between applications with the same capital letter in the same column on a given storage day ( $P > 0.05$ ). There is no statistical difference between the storage times with the same lowercase letter in the same line ( $P > 0.05$ ).*

Renk açısından peynir örnekleri en yüksek puanı 0. günde almış olup depolama süresince renk kalitesi azalmıştır. Renkteki en büyük kalite kaybı kontrol grubunda ortaya çıkmıştır ve bu örnekler 20. günden sonra kabul edilebilir limitin altında bulunmuştur. Ambalaj materyali ve ambalaj içi gaz karışımı, rengi etkilememiş olup, ambalajlı ürünlerde renge etki eden tek faktörün depolama süresi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Depolamanın sonunda tüm ambalajlı uygulamalar 7.0-7.8 puan alırken, kontrol grubu örnekleri 3.0 puan almıştır.

Duyusal analiz kapsamında dilimlenmiş peynirde tekstürel olarak, özellikle depolama boyunca meydana gelen yumuşama ve yapışkan yapı varlığı belirlenmeye çalışılmıştır. Duyusal nitelikler arasında ambalajlı örnekler ile kontrol grubu kıyaslandığında en büyük farklılık tekstürde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Açıkta depolanan kontrol grubu örnekler hızla sertleşerek depolamanın 5. gününde yapılan analizde tekstürel açıdan kabul edilebilir limitin altına düşmüştür. Depolamanın ilk 45 gününde ambalaj materyali ve ambalajlama yöntemi ürünün tekstürünü etkilememiş olup, son analiz gününde (60. gün) gaz geçirgenliği diğer ambalajlardan yüksek olan koekstrüde PA/PE materyali ile hava atmosferinde ambalajlanan peynir (M1-ATM), diğer ambalajlı ürünlerden daha düşük puan almıştır.

Tat değerlendirmesinde ise özellikle oksidasyona bağlı ransid tat oluşumu belirlenmeye çalışılmıştır. Ambalajsız olarak depolanan kontrol grubu peynirler tat açısından 10. günden sonra kabul edilebilir limitin altına düşmüştür. Ambalajlı peynirlerden EVOH bariyerli ve vakumlu ambalajlar (M3-VAK) dışındaki tüm ürünlerin tat puanları depolama boyunca azalmıştır. M3-VAK ürününde raf ömrü boyunca tat farklılığı gözlenmemiştir. Diğer ambalajlı ürünlerde ise, depolamayla tat puanları düşse de, 60 günlük depolama süresince tüm ambalajlı ürünler “kabul edilebilir” limitin üzerinde bulunmuştur. Hava atmosferinde ambalajlanan ürünler vakum ve MAP uygulanan ürünlerden daha düşük puan almıştır.

Genel ürün beğenisinde tüm ürün nitelikleri birlikte değerlendirilerek panelistlerin ürün hakkındaki beğeni dereceleri hedonik skala ile belirlenmiştir. Genel ürün beğenisi diğer duyuşal niteliklerle uyumludur; depolamayla genel beğeni azalmıştır. Kontrol örnekleri 60. günde 2.1 puan alırken, ambalajlı örnekler 6.7-7.8 arasında puanlar almıştır. Bu farklılık Hatay peynirinin duyuşal kalitesini korumada ambalajlamanın önemini ortaya koymuştur. Son analiz gününe kadar ambalajlı örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Son analiz gününde ise ATM uygulaması, MAP ve VAK uygulamalarına kıyasla daha düşük puanlar almıştır. Depolama süresince genel ürün beğenisi açısından en başarılı uygulama M3-VAK uygulaması olmuştur.

San Simón da Costa peyniri ile yapılan bir çalışmada benzer şekilde tat ve genel ürün beğenisinde ambalajsız kontrol grubuna ve MAP uygulanan peynirlere kıyasla en iyi sonuçlar vakum ambalaj uygulamasında kaydedilmiştir (Garabal vd., 2010). Peynirin MAP ile ambalajlanmasında %100 CO<sub>2</sub> uygulamasının ekşimsi tada neden olduğu belirlenmiş ve peynirlerin mikrobiyal güvenliğini sağlarken duyuşal kalitesini de koruyabilmek için karbondioksitin azot ile karıştırılması gerektiği belirtilmiştir (Erkan ve Aksu, 2006). Lamine edilmiş PE/PA termofor ambalajın kullanıldığı bir MAP çalışmasında farklı oranlarda CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> atmosferleri ile ambalajlanan peynirler için %100 CO<sub>2</sub> kullanımının tekstürel açıdan da uygun olmadığı, peyniri kırılğan ve ekşi hale getirdiği belirlenmiştir (Juric vd., 2003). Hotchkiss vd. (2006), peynirlerin duyuşal özelliklerinin korunması için en uygun gaz konsantrasyonunun yüksek miktarda azot (>%50) içermesi gerektiğini vurgulamıştır. Myzithra peynirinde yapılan çalışmada da peynirin duyuşal özelliklerinin korunması için oksijen içermeyen MAP uygulamasının, aerobik ambalajlamaya göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Dermiki vd., 2008). Graviera peynirinde de en iyi duyuşal sonuçlar %100 N<sub>2</sub> ve %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> gaz karışımlarıyla ambalajlanmış örneklerde tespit edilmiştir (Trobetas vd., 2008).

Çizelge 3. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan Hatay peynirinde depolama süresince duyuşsal nitelikler

Table 3. Sensory attributes during storage in Hatay cheese packaged in different packaging materials and atmospheres

		Renk Color							
Ambalaj malzemesi Packaging material	Ambalaj atmosferi Packaging atmosphere	0. gün day 0	5. gün day 5	10. gün day 10	20. gün day 20	30. gün day 30	45. gün day 45	60. gün day 60	
Kontrol	Ambalajsız	8.4±0.7 <sup>Aa</sup>	7.0±1.2 <sup>Bb</sup>	6.4±1.3 <sup>Bb</sup>	5.1±1.5 <sup>Bb</sup>	4.0±2.1 <sup>Bcd</sup>	4.2±2.4 <sup>Bcd</sup>	3.0±1.7 <sup>Cd</sup>	
	M1	ATM	8.3±0.9 <sup>Aa</sup>	8.0±1.4 <sup>Aa</sup>	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.8±0.9 <sup>Aab</sup>	7.6±0.8 <sup>Aab</sup>	7.7±0.9 <sup>Aab</sup>	7.0±0.6 <sup>Bb</sup>
	MAP	8.6±0.5 <sup>Aa</sup>	8.2±0.7 <sup>Aab</sup>	8.0±0.9 <sup>Aabc</sup>	7.6±0.8 <sup>Abc</sup>	7.3±0.9 <sup>Ac</sup>	7.3±1.0 <sup>Ac</sup>	7.5±0.5 <sup>ABc</sup>	
M2	VAK	8.3±0.8 <sup>Aa</sup>	7.9±0.8 <sup>ABab</sup>	8.0±1.0 <sup>Aab</sup>	7.5±1.0 <sup>Ab</sup>	7.3±0.8 <sup>Ab</sup>	7.3±0.8 <sup>Ab</sup>	7.4±0.9 <sup>ABb</sup>	
	ATM	8.3±0.9 <sup>Aa</sup>	7.8±1.4 <sup>ABab</sup>	8.3±0.6 <sup>Aa</sup>	7.7±0.8 <sup>Aab</sup>	7.5±0.8 <sup>Ab</sup>	7.5±0.9 <sup>Aab</sup>	7.2±0.6 <sup>ABb</sup>	
	MAP	8.6±0.5 <sup>Aa</sup>	7.8±1.0 <sup>ABbc</sup>	8.3±0.8 <sup>Aab</sup>	7.9±0.9 <sup>Abc</sup>	7.4±0.8 <sup>Ac</sup>	7.4±0.8 <sup>Ac</sup>	7.4±0.5 <sup>ABc</sup>	
M3	VAK	8.3±0.8 <sup>Aa</sup>	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	8.2±0.8 <sup>Aa</sup>	8.0±0.7 <sup>Aa</sup>	7.3±0.7 <sup>Ab</sup>	7.2±0.7 <sup>Ab</sup>	7.6±0.9 <sup>ABab</sup>	
	ATM	8.3±0.9 <sup>Aa</sup>	8.1±0.8 <sup>Aa</sup>	8.3±0.9 <sup>Aa</sup>	7.8±0.7 <sup>Aab</sup>	7.3±0.9 <sup>Ab</sup>	7.7±0.9 <sup>Aab</sup>	7.3±0.5 <sup>ABb</sup>	
	MAP	8.6±0.5 <sup>Aa</sup>	7.8±1.1 <sup>ABbc</sup>	8.1±0.9 <sup>Aab</sup>	7.8±0.6 <sup>Abc</sup>	7.4±0.7 <sup>Ac</sup>	7.3±0.9 <sup>Ac</sup>	7.3±0.6 <sup>ABc</sup>	
VAK	8.3±0.8 <sup>Aa</sup>	7.8±1.1 <sup>ABab</sup>	8.1±0.7 <sup>Aab</sup>	7.7±0.9 <sup>Aab</sup>	7.5±0.7 <sup>Ab</sup>	7.6±0.8 <sup>Aab</sup>	7.8±0.8 <sup>Aab</sup>		
		Tekstür Texture							
Ambalaj malzemesi Packaging material	Ambalaj atmosferi Packaging atmosphere	0. gün day 0	5. gün day 5	10. gün day 10	20. gün day 20	30. gün day 30	45. gün day 45	60. gün day 60	
Kontrol	Ambalajsız	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	3.5±1.6 <sup>Bb</sup>	3.3±1.1 <sup>Bb</sup>	2.7±1.4 <sup>Bbc</sup>	1.9±1.0 <sup>Bcd</sup>	1.6±1.0 <sup>Bd</sup>	1.3±0.5 <sup>Cd</sup>	
	M1	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.8±0.9 <sup>Aa</sup>	8.0±1.1 <sup>Aa</sup>	7.9±0.8 <sup>Aa</sup>	7.6±0.9 <sup>Aa</sup>	7.6±1.1 <sup>Aa</sup>	6.7±0.9 <sup>Bb</sup>
	MAP	8.4±0.9 <sup>Aa</sup>	7.9±0.9 <sup>Aab</sup>	8.5±0.5 <sup>Aa</sup>	7.7±1.1 <sup>Ab</sup>	7.5±0.8 <sup>Ab</sup>	7.8±0.7 <sup>Aab</sup>	7.4±0.5 <sup>Ab</sup>	
M2	VAK	8.3±1.1 <sup>Aa</sup>	7.9±0.8 <sup>Aab</sup>	8.2±0.9 <sup>Aab</sup>	7.3±0.9 <sup>Ab</sup>	7.4±1.1 <sup>Ab</sup>	7.5±1.3 <sup>Aab</sup>	7.3±0.8 <sup>Ab</sup>	
	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.5±1.2 <sup>Aa</sup>	8.0±1.0 <sup>Aa</sup>	7.5±1.0 <sup>Aa</sup>	7.5±1.1 <sup>Aa</sup>	7.6±1.2 <sup>Aa</sup>	7.3±0.5 <sup>ABa</sup>	
	MAP	8.4±0.9 <sup>Aa</sup>	7.7±1.2 <sup>Aabc</sup>	8.3±0.7 <sup>Aab</sup>	7.9±1.0 <sup>Aabc</sup>	7.3±1.2 <sup>Ac</sup>	7.5±1.0 <sup>Abc</sup>	7.3±0.8 <sup>Ac</sup>	
M3	VAK	8.3±1.1 <sup>Aa</sup>	7.5±1.7 <sup>Aab</sup>	7.9±1.5 <sup>Aab</sup>	7.9±0.9 <sup>Aab</sup>	7.4±1.1 <sup>Aab</sup>	7.5±1.3 <sup>Aab</sup>	7.0±0.6 <sup>ABb</sup>	
	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.6±1.2 <sup>Aab</sup>	8.1±1.0 <sup>Aa</sup>	7.9±1.2 <sup>Aa</sup>	7.5±1.0 <sup>Aab</sup>	7.5±1.0 <sup>Aab</sup>	6.9±0.7 <sup>ABb</sup>	
	MAP	8.4±0.9 <sup>Aa</sup>	7.6±1.2 <sup>Aab</sup>	8.1±0.5 <sup>Aa</sup>	7.8±0.9 <sup>Aab</sup>	7.5±1.2 <sup>Aab</sup>	7.9±1.2 <sup>Aa</sup>	7.0±0.9 <sup>ABb</sup>	
VAK	8.3±1.1 <sup>Aa</sup>	8.0±0.7 <sup>Aab</sup>	8.0±0.9 <sup>Aab</sup>	7.8±1.3 <sup>Aab</sup>	7.7±1.2 <sup>Aab</sup>	8.0±0.9 <sup>Aab</sup>	7.4±0.8 <sup>Ab</sup>		
		Tat Taste							
Ambalaj malzemesi Packaging material	Ambalaj atmosferi Packaging atmosphere	0. gün day 0	5. gün day 5	10. gün day 10	20. gün day 20	30. gün day 30	45. gün day 45	60. gün day 60	
Kontrol	Ambalajsız	8.3±0.7 <sup>Aa</sup>	5.2±1.0 <sup>Bb</sup>	5.3±1.3 <sup>Cb</sup>	3.1±1.7 <sup>Bc</sup>				
	M1	ATM	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.5±1.2 <sup>Aab</sup>	7.8±0.7 <sup>ABa</sup>	7.6±0.9 <sup>Aa</sup>	7.7±1.1 <sup>Aa</sup>	8.0±1.1 <sup>Aa</sup>	6.8±0.9 <sup>CDb</sup>
	MAP	8.4±0.7 <sup>Aa</sup>	7.8±0.6 <sup>Aab</sup>	7.8±0.6 <sup>ABab</sup>	7.7±0.9 <sup>Ab</sup>	7.6±0.8 <sup>Ab</sup>	7.9±0.7 <sup>Aab</sup>	7.8±0.6 <sup>ABb</sup>	
M2	VAK	8.3±0.6 <sup>Aa</sup>	7.4±0.9 <sup>Ab</sup>	7.9±0.9 <sup>ABab</sup>	7.3±0.7 <sup>Ab</sup>	7.6±1.0 <sup>Ab</sup>	7.8±1.2 <sup>Aab</sup>	7.8±0.6 <sup>ABab</sup>	
	ATM	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.7±0.9 <sup>Aab</sup>	7.5±0.7 <sup>ABab</sup>	7.1±0.5 <sup>Abc</sup>	7.5±1.1 <sup>Aab</sup>	7.5±1.4 <sup>Aab</sup>	6.4±0.7 <sup>Dc</sup>	
	MAP	8.4±0.7 <sup>Aa</sup>	7.3±0.9 <sup>Abc</sup>	8.1±0.7 <sup>ABab</sup>	7.5±0.9 <sup>Abc</sup>	7.3±1.3 <sup>Abc</sup>	7.4±1.1 <sup>Abc</sup>	6.8±0.8 <sup>CDc</sup>	
M3	VAK	8.3±0.6 <sup>Aa</sup>	7.7±1.0 <sup>Aab</sup>	7.4±1.0 <sup>Bb</sup>	7.8±0.9 <sup>Aab</sup>	7.5±0.8 <sup>Ab</sup>	7.8±0.6 <sup>Aab</sup>	7.1±1.4 <sup>BCDc</sup>	
	ATM	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.7±1.1 <sup>Aab</sup>	8.1±0.7 <sup>ABab</sup>	7.3±0.9 <sup>Ab</sup>	7.6±0.8 <sup>Ab</sup>	7.8±0.8 <sup>Aab</sup>	6.6±1.4 <sup>CDc</sup>	
	MAP	8.4±0.7 <sup>Aa</sup>	7.5±1.2 <sup>Ac</sup>	8.3±0.6 <sup>Aab</sup>	7.3±0.8 <sup>Ac</sup>	7.5±0.8 <sup>Ac</sup>	7.7±0.8 <sup>Abc</sup>	7.4±1.1 <sup>ABCc</sup>	
VAK	8.3±0.6 <sup>Aa</sup>	7.8±0.9 <sup>Aa</sup>	7.9±0.8 <sup>ABa</sup>	7.5±1.3 <sup>Aa</sup>	7.8±1.0 <sup>Aa</sup>	8.1±0.8 <sup>Aa</sup>	8.2±1.0 <sup>Aa</sup>		
		Genel Ürün Beğenisi Overall acceptance							
Ambalaj malzemesi Packaging material	Ambalaj atmosferi Packaging atmosphere	0. gün day 0	5. gün day 5	10. gün day 10	20. gün day 20	30. gün day 30	45. gün day 45	60. gün day 60	
Kontrol	Ambalajsız	8.1±0.9 <sup>Aa</sup>	4.8±1.5 <sup>Bb</sup>	5.2±1.0 <sup>Bab</sup>	3.3±1.3 <sup>Bb</sup>	2.3±1.0 <sup>Bb</sup>	2.3±1.0 <sup>Bb</sup>	2.1±1.2 <sup>EB</sup>	
	M1	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.7±1.2 <sup>Aa</sup>	8.1±0.9 <sup>Aa</sup>	7.8±0.6 <sup>Aa</sup>	7.6±0.9 <sup>Aa</sup>	7.7±1.0 <sup>Aa</sup>	6.8±0.8 <sup>CDb</sup>
	MAP	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	8.0±0.7 <sup>Aab</sup>	8.0±0.0 <sup>Aab</sup>	7.6±0.8 <sup>Ab</sup>	7.5±0.8 <sup>Ab</sup>	7.8±0.8 <sup>Aab</sup>	7.5±0.5 <sup>ABCb</sup>	
M2	VAK	8.0±1.0 <sup>Aa</sup>	7.9±0.9 <sup>Aab</sup>	8.2±0.8 <sup>Aa</sup>	7.3±0.8 <sup>Ab</sup>	7.5±0.9 <sup>Aab</sup>	7.5±1.3 <sup>Aab</sup>	7.7±0.5 <sup>ABab</sup>	
	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.7±1.1 <sup>Aa</sup>	8.0±0.7 <sup>Aa</sup>	7.3±0.7 <sup>Ab</sup>	7.6±1.1 <sup>Aab</sup>	7.5±1.3 <sup>Aab</sup>	6.8±0.4 <sup>BCDc</sup>	
	MAP	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.7±1.0 <sup>Aab</sup>	8.3±0.8 <sup>Aa</sup>	7.6±0.9 <sup>Aab</sup>	7.3±1.2 <sup>Ab</sup>	7.3±1.0 <sup>Ab</sup>	7.0±0.9 <sup>BCDc</sup>	
M3	VAK	8.0±1.0 <sup>Aa</sup>	7.6±1.4 <sup>Aa</sup>	7.8±1.2 <sup>Aa</sup>	7.8±0.7 <sup>Aa</sup>	7.5±0.7 <sup>Aa</sup>	7.8±0.5 <sup>Aa</sup>	7.3±0.8 <sup>ABCDa</sup>	
	ATM	8.2±0.9 <sup>Aa</sup>	7.8±1.1 <sup>Aa</sup>	8.3±0.6 <sup>Aa</sup>	7.6±0.8 <sup>Aa</sup>	7.6±0.8 <sup>Aa</sup>	7.8±0.6 <sup>Aa</sup>	6.7±1.1 <sup>Db</sup>	
	MAP	8.3±1.0 <sup>Aa</sup>	7.8±1.2 <sup>Aabc</sup>	8.1±0.5 <sup>Aab</sup>	7.4±0.8 <sup>Abc</sup>	7.5±0.7 <sup>Abc</sup>	7.6±0.8 <sup>Aabc</sup>	7.1±0.9 <sup>ABCDCc</sup>	
VAK	8.0±1.0 <sup>Aa</sup>	8.1±0.7 <sup>Aa</sup>	8.0±0.4 <sup>Aa</sup>	7.6±1.1 <sup>Aa</sup>	7.8±0.9 <sup>Aa</sup>	8.2±0.8 <sup>Aa</sup>	7.8±0.8 <sup>Aa</sup>		

M1: Koekstrude PA/PE M2: OPET/OPA/OPP M3: PP/PA/EVOH/PE ATM (hava atmosferi): %21 O<sub>2</sub> + %79 N<sub>2</sub>  
MAP: %50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub> VAK: Vakum

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ( $P > 0.05$ ). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ( $P > 0.05$ ). There is no statistical difference between the storage times with the same lowercase letter in the same column on a given storage day ( $P > 0.05$ ). There is no statistical difference between the storage times with the same lowercase letter in the same line ( $P > 0.05$ ).

## SONUÇ

Tüketime hazır dilimlenmiş Hatay peyniri ambalajsız muhafaza edildiğinde raf ömrü kuruma, ufalanma, sararma ve tadının bozulması nedenleriyle 5 gün olarak belirlenmiştir. Ambalajlı uygulamalarda ise ürünün tüm duyuşal nitelikleri (renk, koku, tekstür ve tat) 60 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. Özellikle en düşük gaz geçirgenliğine sahip malzemenin (PP/PA/EVOH/PE) vakum uygulaması dilimlenmiş Hatay peynirinin başlangıç kalitesini 60 gün boyunca korumada en başarılı uygulama olmuştur. Ancak vakumlu peynir dilimlerinde damlama kaybı problemi ortaya çıkmıştır. Bu olumsuz durum, ürünün duyuşal niteliklerinin tamamının korunduğu ve depolama sonunda lipid oksidasyonunda en düşük TBARS değerinin kaydedildiği aynı malzemenin yüksek CO<sub>2</sub> (%50 CO<sub>2</sub> + %50 N<sub>2</sub>) uygulamasıyla bertaraf edilebilir. Sonuç olarak, ambalajsız dilimlenmiş peynir örneklerinin raf ömrü su kaybına bağlı aşırı kuruma nedeniyle 5 gün, ambalajlı dilimlenmiş peynirlerde vakum ve oksijensiz MAP altında ise 60 gün olarak önerilmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZARLARIN KATKISI

Bengisu Toplu: Deneysel tasarım, formal analizler, taslak metnin yazımı. Hatice Sıçramaz: Taslak metnin yazımı ve revizyonu. Zehra Ayhan: Hipotezin kurulumu, deneysel tasarım, taslak ve metnin revizyonu. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: 9164). Çalışmaya katkılarından dolayı Güneş Süt Ürünleri İşletmesi'ne (Antakya, Hatay) ve ambalaj malzemelerinin temin edildiği Apack Ambalaj Makine Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul) ve Süperfilm A.Ş.'ye (Gaziantep) teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). Gaithersburg, MD, USA.

Atallah, A. A., El-Deeb, A. M., & Mohamed, E. N. (2021). Shelf-life of Domiate cheese under modified atmosphere packaging. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8568–8581. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19956>

Ayhan, Z. (2022). Food Packaging. In R. E. Anlı & P. Şanlıbaba (Eds.), *Food: Science, Technology and Engineering* (1st ed., pp. 323–354). Nobel Akademik Yayıncılık.

Çayır, M. S., & Güzeler, N. (2020). İnek, keçi sütü ve bunların karışımlarından üretilen Hatay köy peynirlerinin bazı kalite özellikleri. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 39(9), 27–34.

Dermiki, M., Ntzimani, A., Badeka, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2008). Shelf-life extension and quality attributes of the whey cheese “Myzithra Kalathaki” using modified atmosphere packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 41(2), 284–294. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.02.014>

Eliot, S. C., Vuilleumard, J. C., & Emond, J. P. (1998). Stability of shredded Mozzarella cheese under modified atmospheres. *Journal of Food Science*, 63(6), 1075–1080. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15858.x>

Erkan, M. E., & Aksu, H. (2006). Modifiye atmosfer paketleme tekniğinin dilimlenmiş taze kaşar peynirinin mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(1), 57–68.

Favati, F., Galgano, F., & Pace, A. M. (2007). Shelf-life evaluation of portioned Provolone cheese packaged in protective atmosphere. *LWT - Food Science and Technology*, 40(3), 480–488. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.12.001>

Fedio, W. M., Macleod, A., & Ozimek, L. (1994). The effect of modified atmosphere packaging on the growth of microorganisms in cottage cheese. *Milchwissenschaft*, 49, 622–629.

Garabal, J. I., Rodríguez-Alonso, P., Franco, D., & Centeno, J. A. (2010). Chemical and biochemical study of industrially produced San Simón da Costa smoked semi-hard cow's milk cheeses: Effects of storage under vacuum and different modified atmospheres. *Journal of Dairy*

- Science*, 93(5), 1868–1881. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2749>
- Gonzalez-Fandos, E., Sanz, S., & Olarte, C. (2000). Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. *Food Microbiology*, 17(4), 407–414. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0338>
- Gunasekaran, S., & Ak, M. M. (2002). *Cheese Rheology and Texture* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420031942>
- Hotchkiss, J. H., Werner, B. G., & Lee, E. Y. C. (2006). Addition of Carbon Dioxide to Dairy Products to Improve Quality: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 158–168. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00008.x>
- Jafarzadeh, S., Salehabadi, A., Mohammadi Nafchi, A., Oladzadabbasabadi, N., & Jafari, S. M. (2021). Cheese packaging by edible coatings and biodegradable nanocomposites; improvement in shelf life, physicochemical and sensory properties. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 218–231. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.021>
- Judd, D. B., & Wyszecski, G. (1975). *Color in business, science, and industry* (3rd ed.). Wiley-Interscience.
- Juric, M., Bertelsen, G., Mortensen, G., & Petersen, M. A. (2003). Light-induced colour and aroma changes in sliced, modified atmosphere packaged semi-hard cheeses. *International Dairy Journal*, 13(2–3), 239–249. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00156-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00156-5)
- King, R. L. (1962). Oxidation of Milk Fat Globule Membrane Material. I. Thiobarbituric Acid Reaction as a Measure of Oxidized Flavor in Milk and Model Systems. *Journal of Dairy Science*, 45, 1165–1171.
- Kristensen, D., Orlie, V., Mortensen, G., Brockhoff, P., & Skibsted, L. H. (2000). Light-induced oxidation in sliced Havarti cheese packaged in modified atmosphere. *International Dairy Journal*, 10(1–2), 95–103. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00028-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00028-5)
- Lee, D. S., Yam, K. L., & Piergiovanni, L. (2008). *Food Packaging Science and Technology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781439894071>
- Li, W., Li, L., Zhang, H., Yuan, M., & Qin, Y. (2018). Evaluation of PLA nanocomposite films on physicochemical and microbiological properties of refrigerated cottage cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13362. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13362>
- Maniar, A. B., Marcy, J. E., Bishop, J. R., & Duncan, S. E. (1994). Modified Atmosphere Packaging to Maintain Direct-Set Cottage Cheese Quality. *Journal of Food Science*, 59(6), 1305–1308. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14701.x>
- Morris, B. (2016). *The Science and Technology of Flexible Packaging*. Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-00506-3>
- Papaioannou, G., Chouliara, I., Karatapanis, A. E., Kontominas, M. G., & Savvaidis, I. N. (2007). Shelf-life of a Greek whey cheese under modified atmosphere packaging. *International Dairy Journal*, 17(4), 358–364. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.04.001>
- Pettersen, M. K., Eie, T., & Nilsson, A. (2005). Oxidative stability of cream cheese stored in thermoformed trays as affected by packaging material, drawing depth and light. *International Dairy Journal*, 15(4), 355–362. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.08.006>
- Pikul, J., Leszczynski, D. E., & Kummerow, F. A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1309–1313. <https://doi.org/10.1021/jf00089a022>
- Pintado, M. E., & Malcata, F. X. (2000). The effect of modified atmosphere packaging on the microbial ecology in Requeijao, a Portuguese whey cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 24(2), 107–124. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2000.tb00408.x>
- Piscopo, A., Zappia, A., de Bruno, A., & Poiana, M. (2015). Qualitative variations on Calabrian

- Provola cheeses stored under different packaging conditions. *Journal of Dairy Research*, 82(4), 499–505. <https://doi.org/10.1017/S0022029915000539>
- Piscopo, A., Zappia, A., De Bruno, A., Pozzo, S., Limbo, S., Piergiovanni, L., & Poiana, M. (2019). Use of biodegradable materials as alternative packaging of typical Calabrian Provola cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100351. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100351>
- Rodriguez-Aguilera, R., Oliveira, J. C., Montanez, J. C., & Mahajan, P. V. (2011). Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf-life of mould surface-ripened cheese: Part II varying storage temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 44(1), 337–342.
- Romani, S., Sacchetti, G., Pittia, P., Pinnavaia, G. G., & Dalla Rosa, M. (2002). Physical, chemical, textural and sensorial changes of portioned Parmigiano Reggiano cheese packed under different conditions. *Food Science and Technology International*, 8(4), 203–211. <https://doi.org/10.1106/108201302028118>
- Silva, S. F., Rocha, R. S., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., Gomes da Cruz, A., & Rodrigues Anjos, C. A. (2021). Impact of different modified atmosphere packaging on quality parameters and probiotic survival during storage of Minas Frescal cheese. *Food Bioscience*, 43, 101338. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101338>
- Trobetas, A., Badeka, A., & Kontominas, M. G. (2008). Light-induced changes in grated Graviera hard cheese packaged under modified atmospheres. *International Dairy Journal*, 18(12), 1133–1139. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.06.002>
- Wolf, I. V., Meinardi, C. A., & Zalazar, C. A. (2009). Production of Flavour Compounds from Fat During Cheese Ripening by Action of Lipases and Esterases. *Protein & Peptide Letters*, 16(10), 1235–1243. <https://doi.org/10.2174/092986609789071289>