

## Modifiye atmosfer ile paketlemenin etli mantının raf ömrü ve kalite özelliklerine etkisi

Esra AKKAYA

### Cite this article as:

Akkaya, E. (2024). Modifiye atmosfer ile paketlemenin etli mantının raf ömrü ve kalite özelliklerine etkisi. *Food and Health*, 10(1), 64-76. <https://doi.org/10.3153/FH24006>

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,  
Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve  
Teknolojisi Bölümü, İstanbul, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

E.A. 0000-0002-2665-4788

Submitted: 01.08.2023

Revision requested: 03.10.2023

Last revision received: 17.10.2023

Accepted: 18.10.2023

Published online: 27.12.2023

### Correspondence:

Esra AKKAYA

E-mail: [esra.akkaya@iuc.edu.tr](mailto:esra.akkaya@iuc.edu.tr)



© 2023 The Author(s)

Available online at  
<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

### Öz

Bu çalışmada, modifiye atmosfer paketlemenin buzdolabı koşullarında muhafaza edilen etli mantıların raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda, ön kurutma işlemi (180°C'de 4 dakika) ile nem değeri %34'e düşürülen mantılar farklı gaz karışımları (ortam havası, %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub>, %60 CO<sub>2</sub> + %40 N<sub>2</sub>, %40 CO<sub>2</sub> + %60 N<sub>2</sub>, %20 O<sub>2</sub> + %40 CO<sub>2</sub> + %40 N<sub>2</sub>) ile paketlenmiş ve 90 gün süreyle soğuk muhafaza altında tutulmuştur. Manti örnekleri bu süreçte fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal parametreler yönünden analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, hiçbir mantı örneğinde *Escherichia coli*, sülfid redükte eden anaerob bakteri ve *Salmonella* spp. tespit edilmemiştir. Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma ve küfmaya sayıları tüm muhafaza süresince artış gösterirken, %80 CO<sub>2</sub> içeren paketlerde en düşük seviyede seyretmiştir. Ortam havası ile paketlenen örneklerdeki yüksek mikroorganizma sayısı lipid oksidasyon değerleri ile de paralellik göstermiş olup, muhafazanın 60. gününden itibaren duysal olarak ürünlerin kabul edilebilir sınırların altında kalmasına yol açmıştır. Modifiye atmosfer paketleme uygulamasında paket içindeki artan karbondioksit miktarı, mantıların raf ömrü süresince tekstür ve lezzet özelliklerinin ilk güne yakın değerlerde olmasına katkıda bulunmuştur.

Sonuç olarak, modifiye atmosfer paketleme uygulaması etli mantıların uzun süre kalite özelliklerini koruyarak reyonda kalma sürelerini artırmış ve tüketiciler tarafından kabul edilebilir olmasına olanak sağlamıştır. Özellikle gaz bileşimindeki artan CO<sub>2</sub> miktarı ile koruyucu etki yükselirken, ürünün duysal özellikleri de muhafaza süresince korunmuş ve ekonomik kayıplar önlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Manti, MAP, Raf ömrü, Kalite özellikleri

### ABSTRACT

#### Effect of modified atmosphere packaging on shelf-life and quality characteristics of meat pasty (manti)

This study aimed to evaluate the effects of modified atmosphere packaging on the shelf-life and quality characteristics of manti (a meat-filled pasta product) stored in refrigerator conditions.

In this direction, manti, whose humidity value is reduced to 34% with the pre-drying process, were packaged with different gas mixtures (ambient air, 80% CO<sub>2</sub> + 20% N<sub>2</sub>, 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>, 40% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub>, 20% O<sub>2</sub> + 40% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>) and kept in cold storage for 90 days. In this process, manti samples were analysed regarding physico-chemical, microbiological, colour and sensory parameters. According to the findings, *Escherichia coli*, sulfide-reducing anaerobic bacteria and *Salmonella* spp. were not detected. While total aerobic mesophilic microorganism and mould yeast counts increased throughout storage, they were lowest in packages containing 80% CO<sub>2</sub>. The high count of microorganisms in the samples packaged with ambient air also showed parallelism with the lipid oxidation values, causing the products to remain below acceptable sensory levels starting from the 60<sup>th</sup> day of storage. In the modified atmosphere packaging application, the increased amount of carbon dioxide in the package ensured that the texture and flavour properties of the manti were preserved close to the first day during their shelf life.

As a result, the modified atmosphere packaging application preserved the quality characteristics of manti for a long time, increased their stay in the aisle and allowed them to be acceptable to consumers. While the protective effect increased, especially with the increasing amount of CO<sub>2</sub> in the gas composition, the product's sensory properties were also preserved during storage, and economic losses could be prevented.

**Keywords:** Manti, MAP, Shelf-life, Quality characteristics

## Giriş

Mantı, çeşitli baharatlar ile karıştırılan kıymanın küçük hamur parçalarına konulduktan sonra hamurun farklı şekillerde kapatılmasıyla elde edilen ve haşlanarak tüketilen geleneksel bir Türk yemeğidir (Gökmen, 2021; Kasar, 2022). Ülkemizde farklı yörelere özgü olarak değişik boyut ve formlarda üretilen mantı, besleyici özelliği ve kendine özgü lezzetiyle yaygın olarak tüketilmektedir (Yüce-tepe, 2011; Aygün, 2021).

Mantı, yüksek nem içeriği ve üretiminde kullanılan kıyma nedeniyle mikroorganizma gelişimine ve hızlı bozulmaya elverişli bir üründür. Soğuk muhafaza altında tutulan mantının raf ömrü, temelde mikrobiyal bozulma ve lipid oksidasyona bağlı olarak sınırlanmaktadır. Bu bağlamda, endüstriyel mantı üretiminde kurutma ve dondurma gibi işlemlerden yararlanarak üründe oluşabilecek mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmanın engellenmesi, böylece ürünün raf ömrünün artırılması hedeflenmektedir. Ancak bu uygulamalar raf ömrünü uzatırken, üründe renk, lezzet ve tekstür gibi duyu-sal kalite özelliklerinde kayıplara yol açmaktadır (Yüce-tepe, 2011; Yüce-tepe ve Güneş, 2016; Uzunlu, 2019; Gökmen ve Çağlar, 2021). Bu noktada, mantı gibi yumuşak unlu gıdaların duyu-sal özelliklerini koruyarak raf ömrünü arttırmak amacıyla çeşitli ambalajlama yöntemlerinden faydalanılmaktadır (Sitti, 2011).

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP), gıdalardaki enzimatik ve oksidatif bozulma reaksiyonlarını en aza indirmek, mikrobiyal üremeyi yavaşlatmak ya da durdurmak ve bu sayede ürünün raf ömrünü uzatmak amacıyla ambalaj içerisinde ürünü çevreleyen hava bileşiminin değiştirilerek uygun ambalaj materyalleri ile ürünün ambalajlanma tekniğidir (Han, 2005; Kızıllırmak Esmer ve ark., 2011). MAP uygulaması ürünlerin raf ömründe %50-400 civarında artış ile depolama ve dağıtımında kolaylık sağlamakta, kimyasal katkı kullanımını minimize ederek veya tamamen kaldırarak kaliteli ürünün tüketiciyle buluşmasını mümkün kılmaktadır (Han, 2005).

Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan gazlar gıdanın yapısına göre değişmekle birlikte, oksijen (O<sub>2</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve azot (N<sub>2</sub>) en yaygın kullanılan gazlardır (Han, 2005). Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan CO<sub>2</sub>, bakteriyostatik ve fungistatik etkileri ile fırıncılık ürünlerinde aerobik bozulmayı özellikle de küf gelişimini engellemektedir (Yüce-tepe, 2011).

Etli mantılarda azaltılmış O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketlenme ile mikrobiyal üremenin baskılanması ve lipid oksidasyonun azaltılması mümkün olmaktadır (Yüce-

tepe ve Güneş, 2016). Ayrıca, MAP uygulaması soğuk muhafaza ile birleştirildiğinde gıdaların kalite özelliklerini koruyarak daha uzun süreli depolanmasını sağlamaktadır (Uzunlu ve Var, 2016).

Bu doğrultuda, modifiye atmosfer paketlenme uygulaması soğuk muhafaza altındaki mantıların raf ömrünü uzatmanın yanı sıra, üretim formlarını da koruyarak kalite özelliklerinin sürdürülmesini sağlayan bir ambalajlama tekniği olarak görülmektedir (Uzunlu ve Var, 2016; Yüce-tepe ve Güneş, 2016).

Bu çalışmada, farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen etli mantıların buzdolabı koşullarında depolanma süresi boyunca fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, renk ve duyu-sal özellikleri ile raf ömründe gözlenen değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Mantı Örneklerinin Hazırlanması

Mantı örneklerinin hazırlanmasında kullanılan buğday unu, kıyma, kuru soğan ve baharatlar İstanbul'daki yerel bir marketten temin edilmiş olup, üretim sürecine kadar İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü laboratuvarlarında uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

Çalışmada kullanılacak etli mantı örneklerinin üretimi laboratuvar koşullarında oda sıcaklığında (20±2°C) gerçekleştirilmiştir. Mantı hamurunun hazırlanmasında kullanılan buğday unu (Tip 550, Yüksel Un, Çorum) ağırlığının %35-40'ı oranında su ve %2'si oranında tuz ile karıştırılarak manuel olarak yoğrulmuştur. Yaklaşık 10 dakika süreyle dinlendirilen hamur, merdane ile açılarak kare (1.5×1.5 cm) parçalar halinde kesilmiştir. Mantının dolgu malzemesi olarak kullanılacak harç; kıyma (%10-15 yağ içeren dana eti), kuru soğan, tuz ve karabiberin karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Harç yaklaşık 1 gram olacak şekilde kesilen hamur parçaları üzerine yerleştirilerek manuel olarak kapatılmıştır. Hazırlanan mantı örnekleri, oda sıcaklığında 10 dakika süreyle havalandırıldıktan sonra, 180°C'deki fırında 4 dakika süre ile kısmi kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Oda sıcaklığında 30 dakika süreyle soğutulan ve nem değeri %34'e düşürülen mantı örnekleri paketlenme işlemi için hazır hale getirilmiştir.

### Mantı Örneklerinin Paketlenmesi ve Muhafazası

Modifiye atmosfer paketlenme uygulamasına tabi tutulacak olan mantı örnekleri, düşük O<sub>2</sub> geçirgenliğine (8–12

cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 sa) sahip polietilen kaplar içerisine yerleştirilmiş ve düşük O<sub>2</sub> geçirgenliğindeki (3 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 sa) kaplama filmi ile Tablo 1’de verilen farklı gaz karışımları kullanılarak vakumlu kapama makinası (VTK 40 SC, Ponapack, İstanbul, Türkiye) aracılığıyla paketlenmiştir. Paketlenen mantılar, 90 gün süre ile buzdolabı sıcaklığında (4 ± 1°C) muhafazaya alınmış ve depolamanın 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. günlerinde ilgili analizlere tabi tutulmuştur. Deneysel mantı üretimi, farklı tarihlerde üç tekrar halinde gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Mantı örneklerinin paketlenmesinde kullanılan gaz karışımları

**Table 1.** Gas mixtures used in packaging of mantı samples

Grup	Gaz karışımları
Hava	Ortam havası
MAP-1	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>
MAP-2	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>
MAP-3	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>
MAP-4	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>

### Fiziko-Kimyasal Analizler

Mantı örneklerinin pH ile nem miktarları AOAC (2005) tarafından önerilen metotlara göre ölçülmüştür. Homojenize edilmiş mantı örneklerinin (10 g/100 mL distile su) pH değerleri, dijital bir pH metre (Hanna HI 9321, ABD) ile oda sıcaklığında belirlenmiştir. Küçük parçalar haline getirilen mantı örneklerinin su aktivitesi değerleri (a<sub>w</sub>), a<sub>w</sub> metre (Decagon AquaLab LITE, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Nem içeriği, 2 g homojenize örneğin dijital nem tayin cihazında (Sartorius MA45, Germany) 105°C’de sabit tartıma kadar kurutulmasıyla saptanmıştır.

Muhafaza sürecindeki mantı örneklerinin lipid oksidasyon düzeyi, tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) değerinin ölçülmesi ile belirlenmiştir. Örneklerin absorbanı, Shrestha ve Min (2006) tarafından geliştirilen yöntemle göre 530 nm’de T80+ UV/VIS spektrometre (PG Instruments Ltd., Londra, İngiltere) aracılığıyla ölçülmüştür. TBARS değeri, aşağıda verilen formüle göre kg başına mg malondialdehit (MDA) olarak hesaplanmıştır:

$$TBARS \text{ değeri} = \frac{[(\text{absorbans} - 0.0121) \times (72.06 \div 94)]}{0.1379 \text{ mg MDA/kg}}$$

### Mikrobiyolojik Analizler

Mantı örneklerinden her bir grup için aseptik koşullar altında steril poşetlere 25 g örnek alınarak, üzerine 225 mL steril peptonlu su (Oxoid, CM0061) ilave edilmiş ve stomacherde (Interscience, Fransa) homojenize edilmiştir. Ana dilüsyondan sulandırıcı kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış ve ilgili mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutulmuştur (ISO 6887-1, 2017).

Mantı örneklerinin toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı, Standard Plate Count Agar (Oxoid, CM0463)’a yapılan ekimi takiben 30°C’de 72 saat süreyle inkübe edilmesi sonucunda üreyen tüm kolonilerin sayılmasıyla belirlenmiştir (ISO 4833-1, 2013).

Koliform bakteri sayımında, Violet Red Bile Agar (Oxoid CM0107)’a çift tabaka dökme ekim yöntemiyle inoküle edilen örnekler 37°C’de 24 saat inkübe edildikten sonra üreyen tipik koloniler koliform mikroorganizması yönünden değerlendirilmiştir (ISO 4832, 2006).

*Staphylococcus aureus* koloni sayısının belirlenmesi için, Baird–Parker Agar (Oxoid CM0275)’a yayma plak yöntemiyle ekim yapıldıktan sonra 35°C’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda, şüpheli görülen koloniler DNase, koagülaz ve katalaz testlerine tabi tutulmuştur (ISO 6888-1, 2021).

Küf-maya sayısı, Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar (Oxoid PO5032A)’a yayma plak yöntemiyle inoküle edilen örneklerin 25°C’de 5 gün inkübasyonun ardından üreyen kolonilerin değerlendirilmesiyle belirlenmiştir (ISO 21527-1, 2008).

*Escherichia coli* sayımı, Tryptone Bile X-glucuronide Agar (Oxoid, CM0945) besiyerine inoküle edilen örneklerin 44°C’de 24 saat inkübe edilmesi sonucunda üreyen tipik kolonilerin değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir (ISO 16649-2, 2001).

Sülfid redükte eden anaerob bakteri sayısının belirlenmesi için, Tryptose Sulphite Cycloserine (TSC) Agar (Oxoid CM0587)’a çift tabaka ekimin ardından plaklar 37°C’de 20 ± 2 saat anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından tespit edilen tipik siyah kolonilerin doğrulaması için sülfid, gelatinaz ve hareketlilik-nitrat testleri yapılmıştır (ISO 7937, 2004).

*Salmonella* spp. varlığının aranması, ISO 6579-1 (2017) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, tamponlanmış peptonlu su (Oxoid CM1049) ilave edilen mantı örnekleri 37°C’de 18 ± 2 saat inkübe edilerek ön zenginleştirmeye

tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda 0.1 mL ön zenginleştirme sıvısı 10 mL Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone Broth (Oxoid CM0866)'a, 1 mL örnek ise 10 mL Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin Broth (Oxoid CM 1048)'a geçilerek sırasıyla 41.5°C'de 24 ±3 saat ve 37°C'de 24 ±3 saat inkübe edilmiştir. Akabinde örnekler XLD (Oxoid CM0469) ve Hektoen Enteric (Oxoid CM 0419) agarlara inoküle edilerek, 37°C'de 24 ±3 saat inkübe edilmiştir. Doğrulama için Nutrient Agar'a geçilen şüpheli koloniler 37°C'de 24 ±3 saat inkübasyonun ardından biyokimyasal ve serolojik (O ve H-Vi polyvalent antiserumlar ile) testlere tabi tutulmuştur.

### Renk Analizi

Kısmi kurutma işlemine tabi tutulmuş çığ mantı örneklerinin renk analizi, CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk sistemine göre HunterLab ColorFlex renk ölçüm cihazı (Hunter Associates Laboratory, Inc., ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bütün renk ölçümleri, cihazın "gün ışığı" modunda 8 mm görüş açıklığı ve 25 mm bağlantı noktası boyutu ile diffüz aydınlatma (D65 2° observer) kullanılarak değerlendirilmiştir. Her analiz gününde her bir gruba ait beş farklı mantı örneğinin ölçümü yapılmış ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır (AMSA, 2012).

### Duyusal Analiz

Mantı örneklerinin organoleptik özellikleri, eğitimli 12 panelist tarafından duyusal olarak değerlendirilmiştir (ISO 8586, 2023).

Panelistler, her bir gruba ait mantı örneklerini çığ ve haşlanmış (kaynamakta olan suya atılan mantılar, 12-15 dakika süreyle pişirilmiştir) olarak görünüm, koku, tekstür (parmak ve ağız hissi), lezzet (sadece pişmiş örneklerde) ve genel kabul edilebilirlik yönünden 5 puanlık bir skala (1: çok kötü; 5: çok iyi) üzerinde puanlama testi ile değerlendirmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Verilerin varyans analizleri, zaman periyoduna göre gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırmanın SPSS 21.00 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programının General Linear Model (GLM) prosedürü kullanılarak hesaplanmıştır. İnteraksiyonların önemli çıktığı durumlarda gruplar arasındaki farkın önem kontrolü için ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ve Duncan testleri uygulanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Fiziko-Kimyasal Özelliklerdeki Değişimler

Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin muhafaza süresi boyunca fiziko-kimyasal parametrelerinde gözlenen değişimler Tablo 2'de verilmiştir.

Muhafaza periyodu boyunca bütün gruplara ait pH değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlılık gösterirken ( $p < 0.001$ ), gruplar arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur. Özellikle ortam havası ile paketlenen örneklerin pH değerleri başlangıç düzeylerine yakın bir seyir göstermiş olsa da modifiye atmosfer paketlenen örneklerde muhafazanın ilk gününden itibaren anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Ayrıca, CO<sub>2</sub> oranı daha yüksek olan (%80-60 CO<sub>2</sub>) paketlerin pH değerleri, diğer modifiye atmosfer paketlenen gruplardan daha düşük bulunmuştur.

Uzunlu ve Var (2016), modifiye atmosfer paketlenen soğuk muhafaza altındaki mantılara etkilerini araştırdıkları çalışmalarında pH değerlerinin muhafazanın 119. ve 126. günlerinde anlamlı bir farklılık ( $p < 0.05$ ) gösterdiğini ve en fazla düşüşün (6.52'den 6.04'e) %80 CO<sub>2</sub> içeriğine sahip MA paketli örneklerde gözlemlendiğini belirtmişlerdir. %40 ve %60 CO<sub>2</sub> ile paketlenen mantı örneklerinde de azalma tespit edilirken, hava ile paketlenen örneklerde muhafazanın 21. gününde pH değeri 6.54'ten 6.95'e yükseldiği bildirilmiştir. Sitti (2011), MAP (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) uygulanan mantıların pH değerlerinde muhafazanın 30. gününe kadar anlamlı ( $p < 0.05$ ) bir azalma belirlerken, 90. günde bir artış ile birlikte 7. gün seviyesine ulaşıldığını ifade etmiştir. Yüce ve Güneş (2016) ise ortam havası ile paketlenen mantı örneklerine ait pH değerinin 35 günlük depolama boyunca değişmediğini ( $p > 0.05$ ), %70 CO<sub>2</sub> içeren paketlerdeki mantılara ait pH değerinin kademeli olarak arttığını ( $p < 0.05$ ) belirtmişlerdir. Aksu ve ark. (2005), bazı et ürünlerinde muhafaza sırasında proteoliz nedeniyle oluşan azotlu bileşiklere bağlı olarak pH değerinde bir artış olabileceğini vurgulamıştır.

Kısmi kurutma işlemi uygulanmadan önce 0.967 olan su aktivitesi değeri, kurutma sonrasında 0.915'e düşmüştür. Muhafaza süresinin 75. gününe kadar mantı örneklerinin su aktivitesi değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterirken ( $p < 0.05$ ), ortam havası ile paketlenen örneklerin  $a_w$  değerleri diğer gruplara göre tüm muhafaza periyodu boyunca daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Paket içerisindeki CO<sub>2</sub> oranının artışı ile mantı örneklerinin  $a_w$  değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ancak, muhafazanın son günü ortam havası ve farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örnekleri arasındaki farklılık anlamlılık göstermemiştir.

**Tablo 2.** Farklı gaz karışımları ile paketlenen mantıların 90 günlük muhafaza süresince fiziko-kimyasal özelliklerindeki değişimler**Table 2.** Changes in physico-chemical properties of mantı packaged with different gas mixtures during 90-day storage

Özellik	Paketleme	0. GÜN	15. GÜN	30. GÜN	45. GÜN	60. GÜN	75. GÜN	90. GÜN	P
pH	Ortam havası	6.200 <sup>F</sup>	6.320 <sup>aD</sup>	6.390 <sup>aC</sup>	6.460 <sup>aA</sup>	6.440 <sup>aB</sup>	6.380 <sup>aC</sup>	6.290 <sup>aE</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	6.200 <sup>A</sup>	6.100 <sup>cB</sup>	6.020 <sup>dC</sup>	5.890 <sup>dD</sup>	5.710 <sup>cE</sup>	5.620 <sup>dF</sup>	5.350 <sup>cG</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	6.200 <sup>A</sup>	6.110 <sup>cB</sup>	6.050 <sup>cC</sup>	5.930 <sup>cdD</sup>	5.760 <sup>cE</sup>	5.680 <sup>cF</sup>	5.320 <sup>cG</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	6.200 <sup>A</sup>	6.140 <sup>bB</sup>	6.060 <sup>bC</sup>	5.970 <sup>bcD</sup>	5.880 <sup>bE</sup>	5.730 <sup>bF</sup>	5.480 <sup>bcG</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	6.200 <sup>A</sup>	6.150 <sup>bA</sup>	6.090 <sup>bB</sup>	6.000 <sup>bC</sup>	5.910 <sup>bC</sup>	5.790 <sup>bD</sup>	5.680 <sup>bE</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.017	0.012	0.023	0.029	0.015	0.046	-
	p	-	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	-
a <sub>w</sub>	Ortam havası	0.915 <sup>A</sup>	0.902 <sup>aB</sup>	0.897 <sup>aBC</sup>	0.894 <sup>aCD</sup>	0.890 <sup>aCD</sup>	0.888 <sup>aDE</sup>	0.882 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	0.915 <sup>A</sup>	0.886 <sup>cB</sup>	0.883 <sup>cBC</sup>	0.879 <sup>cCD</sup>	0.876 <sup>bCD</sup>	0.870 <sup>dDE</sup>	0.868 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	0.915 <sup>A</sup>	0.893 <sup>bB</sup>	0.882 <sup>cC</sup>	0.880 <sup>cC</sup>	0.878 <sup>bCD</sup>	0.871 <sup>dDE</sup>	0.869 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	0.915 <sup>A</sup>	0.892 <sup>bB</sup>	0.889 <sup>bB</sup>	0.885 <sup>bcBC</sup>	0.880 <sup>bCD</sup>	0.875 <sup>cDE</sup>	0.871 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	0.915 <sup>A</sup>	0.893 <sup>bB</sup>	0.892 <sup>bBC</sup>	0.888 <sup>abBCD</sup>	0.885 <sup>abCD</sup>	0.881 <sup>bDE</sup>	0.875 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.002	0.002	0.003	0.005	0.007	0.008	-
	p	-	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	<b>0.006</b>	<b>0.038</b>	<b>0.000</b>	0.268	-
Nem (%)	Ortam havası	34.620 <sup>A</sup>	32.210 <sup>dB</sup>	30.550 <sup>eC</sup>	29.240 <sup>eD</sup>	28.550 <sup>dE</sup>	24.240 <sup>cF</sup>	21.790 <sup>cG</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	34.620 <sup>A</sup>	34.590 <sup>aA</sup>	33.840 <sup>aB</sup>	32.960 <sup>aC</sup>	31.840 <sup>aD</sup>	28.960 <sup>aE</sup>	24.030 <sup>aF</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	34.620 <sup>A</sup>	34.280 <sup>bB</sup>	32.910 <sup>bC</sup>	32.290 <sup>bC</sup>	30.910 <sup>abD</sup>	28.290 <sup>bE</sup>	23.400 <sup>aF</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	34.620 <sup>A</sup>	34.090 <sup>bB</sup>	32.820 <sup>cC</sup>	31.890 <sup>cD</sup>	30.320 <sup>bcE</sup>	27.890 <sup>cF</sup>	22.900 <sup>bG</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	34.620 <sup>A</sup>	33.310 <sup>cB</sup>	31.750 <sup>dC</sup>	31.580 <sup>dD</sup>	29.750 <sup>eE</sup>	26.580 <sup>dF</sup>	22.720 <sup>bG</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.248	0.127	0.081	0.202	0.185	0.277	-
	p	-	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>	-
TBARS	Ortam havası	0.115 <sup>E</sup>	0.286 <sup>aD</sup>	0.494 <sup>aC</sup>	0.625 <sup>aC</sup>	0.894 <sup>aB</sup>	1.162 <sup>aA</sup>	1.732 <sup>aA</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	0.115 <sup>E</sup>	0.139 <sup>cDE</sup>	0.174 <sup>cDE</sup>	0.206 <sup>cCD</sup>	0.266 <sup>cBC</sup>	0.317 <sup>cAB</sup>	0.375 <sup>bA</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	0.115 <sup>E</sup>	0.158 <sup>cDE</sup>	0.202 <sup>cCD</sup>	0.238 <sup>bcC</sup>	0.274 <sup>bcC</sup>	0.346 <sup>bcB</sup>	0.409 <sup>abA</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	0.115 <sup>E</sup>	0.186 <sup>bDE</sup>	0.242 <sup>bCD</sup>	0.304 <sup>abBC</sup>	0.356 <sup>abcB</sup>	0.362 <sup>bB</sup>	0.438 <sup>abA</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	0.115 <sup>E</sup>	0.195 <sup>bD</sup>	0.251 <sup>abCD</sup>	0.313 <sup>abBC</sup>	0.365 <sup>abB</sup>	0.378 <sup>bB</sup>	0.464 <sup>abA</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.017	0.012	0.023	0.029	0.017	0.046	-
	p	-	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	-

<sup>a-d</sup>: Aynı sütundaki farklı küçük harfler, farklı gaz karışımlarıyla paketlenen uygulama grupları arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05)

<sup>A-G</sup>: Aynı satırdaki farklı büyük harfler, ilgili paketleme grubunun muhafaza günleri arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05)

Uzunlu ve Var (2016), muhafaza periyodunun ve farklı gaz karışımları içeren modifiye atmosfer paketlemenin örneklerin a<sub>w</sub> değerleri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir (p<0.05). Buna karşın, Sitti (2011), modifiye atmosfer paketlenen (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) mantılarda muhafazanın 30. gününe kadar a<sub>w</sub> değerinde anlamlı bir artış (p<0.05) olduğunu, 90 günlük muhafazanın sonuna kadar olan depolama sürecinde ise a<sub>w</sub> değerlerinin düştüğünü belirtmiştir.

Gıdalardaki yüksek su aktivitesi değeri hem mikrobiyolojik hem de kimyasal bozulma riskini artırarak, ürünün güvenli bir şekilde muhafazasını engellemektedir. Mantı gibi kıyma

içeren unlu mamullerde su aktivitesi değerinin düşürülmesi ve ürünün uygun sıcaklıkta, uygun paketleme koşullarıyla muhafazası, mikrobiyal üremeyi ve kimyasal reaksiyonları sınırlandırarak raf ömrünü arttırmaktadır (Sitti, 2011; Kızıllık Esmer ve ark., 2011).

Mantı örneklerinin başlangıç %45 olan nem değeri, uygulanan kısmi kurutma işlemi ile %34.62'e düşmüştür. 90 günlük muhafaza süresi boyunca buzdolabı koşullarında saklanan mantı örneklerinin nem değerleri, %21.79 - %24.03'e kadar azalmıştır. Muhafaza periyodu boyunca bütün uygulama gruplarının nem değerlerinde gözlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunurken, tüm analiz günlerinde gruplar

arasındaki farklılıklar da anlamlı bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin nem değerleri, ortam havası ile paketlenen örneklerden daha yüksek seyrederken, %80 CO<sub>2</sub> içeren paketlerde muhafaza süresi boyunca en yüksek nem içeriği tespit edilmiştir.

Uzunlu ve Var (2016), farklı gaz karışımlarıyla modifiye atmosfer paketlenen mantıların nem değerleri arasında muhafazanın 98., 119. ve 126. günlerinde anlamlı bir farklılık tespit etmişlerdir. Benzer olarak, Sitti (2011), modifiye atmosfer paketlenen (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) mantıların nem değerlerinde depolamanın 30. gününden itibaren anlamlı bir artış ( $p<0.05$ ) gözlemlendiğini belirtmiştir.

Nem içeriği, mantının bozulması üzerine etkili faktörlerden biridir. Bu nedenle, mantı gibi neme duyarlı unlu mamullerin paketlenmesinde atmosfer neminin engellenmesi esas alınmakta ve paketlenmede kullanılan nem engelleyici bariyerler ile ürüne dağıtım, depolama gibi aşamalarda nem geçişi engellenmelidir (Biçer, 2011; Sitti, 2011).

Lipid oksidasyonu, yağ ihtiva eden gıdaların kalite ve raf ömrünü etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Mantı örneklerinin TBARS değerleri bütün paketlenme gruplarında muhafaza periyodu boyunca zamana bağlı olarak anlamlı bir artış göstermiştir ( $p<0.001$ ). Ortam havasıyla paketlenen mantı örneklerinin TBARS değerleri, modifiye atmosfer paketlenen gruplara kıyasla önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, et ve et ürünleri için lipid oksidasyon düzeyi bakımından kritik limit olarak kabul edilen 1 mg/MDA kg değerinin (Bingol ve ark., 2012), sadece ortam havası ile paketlenen örneklerde muhafazanın 75. gününden itibaren geçildiği gözlemlenmiştir. Tüm muhafaza süresi boyunca farklı gaz karışımları ile paketlenen mantı örneklerinin TBARS değerleri, 0.464 mg/MDA kg'ı aşmamıştır.

Mantı içerisinde bulunan kıyma ve yağlar sebebiyle raf ömrü kısa bir üründür ve oksidasyona oldukça yatkındır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin neden olduğu lipid oksidasyon sonucu gıdalarda meydana gelen acılaşıma, üründe istenmeyen değişikliklere yol açmakta ve gıda bozulmasının bir işareti olarak kabul edilmektedir. Lipid oksidasyonun bir göstergesi olan TBARS değerinin artışı, et ve et bazlı gıda ürünlerinde raf ömrünü kısaltmaktadır (Gökmen ve Çağlar, 2021).

Uzunlu ve Var (2016), farklı gaz karışımları ile paketlenen mantı örneklerinin TBARS değerleri arasında depolamanın 98. gününe kadar anlamlı bir farklılık tespit etmezken ( $p<0.05$ ); 21 günlük muhafaza süresi boyunca hava ile paketlenen örneklerde modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerine kıyasla daha yüksek TBARS değerleri saptadıklarını

belirtmişlerdir. Yücepete (2011), modifiye atmosferde ambalajlamanın etli mantıların TBARS değeri üzerine etkisinin önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu ve hava ile ambalajlanan mantı örneklerinin TBARS değerinin, modifiye atmosferde ambalajlanmış örneklerle göre önemli ölçüde yüksek olduğunu bildirmiştir. Yücepete ve Güneş (2016), modifiye atmosfer koşulları altında paketlenen mantı örneklerindeki lipid oksidasyon düzeyinin paket üst boşluğundaki O<sub>2</sub> konsantrasyonuna bağlı olarak arttığını; paket üst boşluğunda yaklaşık %20 oranında O<sub>2</sub> bulunan örneklerin TBARS değerlerinin, CO<sub>2</sub> ve düşük O<sub>2</sub> (%5) içeren modifiye atmosfer paketlenmiş mantılara kıyasla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Azaltılmış O<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketlenme kullanımı az yağlı et ürünlerinde düşük TBA değerine yol açarken, mantı gibi bileşiminde yağ oranı yüksek kıyma kullanılacak ürünlerde muhafaza süresince yüksek lipid oksidasyon oluşumuna neden olabileceği bildirilmiştir (Yücepete, 2011; Uzunlu ve Var, 2016). Özellikle gıdalarda TBA değerinin 3 mg/kg'dan fazla olması üründe kötü koku ve tat oluşumunun algılanması ile sonuçlanabileceği vurgulanmıştır (Yılmaz ve Demirci, 2010; Kocabaş ve Gökmen, 2017). Mantı üretiminde gözlenen yüksek lipid oksidasyon düzeyi etin yağ oranının yanı sıra, dolgu malzemesinin uzun süre bekletilmesi, içeriğin kavrulmasına bağlı oksidasyon stabilitesinin azalması, dolum ve kapama aşamalarında ışık ve oksijene maruziyet gibi durumlara bağlı olarak oluşabilmektedir (Yücepete, 2011).

### **Mikrobiyolojik Değerlendirme**

Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantıların muhafaza süresi boyunca mikrobiyolojik parametrelerinde gözlenen değişimler Tablo 3'de verilmiştir.

Bütün paketlenme gruplarındaki mantı örneklerinin toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı zamana bağlı olarak 90 günlük muhafaza süresince anlamlı bir artış göstermiştir ( $p<0.01$ ). Muhafaza süresi boyunca tüm paketlenme grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken, ortam havası ile paketlenen mantı örneklerinin toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı modifiye atmosfer paketlenen mantılara göre daha yüksek seyretmiştir. 90 günlük muhafaza süresince en düşük TAMB sayısı, 80/20 CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub> gaz içeriğine sahip modifiye atmosfer paketlenme uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Ortam havası ile paketlenen mantı örneklerinin TAMB sayısı, 90 günlük muhafaza süresi boyunca başlangıç değerinden yaklaşık 5 log kob/g artış göstermişken, yüksek CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketlenen örneklerde yaklaşık 3 log kob/g artış gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Tüm paketlenme gruplarındaki mantı örneklerinin koliform ve *S. aureus* sayılarındaki değişim muhafaza süresi boyunca an-

lamli bulunurken ( $p < 0.05$  ve  $p < 0.01$ ), paketleme grupları arasındaki farklılıklar muhafazanın 30., 45., 60. ve 75. günlerinde önemli bulunmuştur. Muhafazanın 60. gününe kadar bütün gruplarda artış gösteren koliform bakteri sayıları, mu-

hafazanın bugününden itibaren 90. güne kadar azalma göstermiştir. Mantı örneklerine ait *S. aureus* sayıları ise muhafazanın 45. gününe kadar artarken, depolamanın devam eden günlerinde azalma trendine girmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Farklı gaz karışımları ile paketlenen mantıların 90 günlük muhafaza süresince mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler (log kob/g)

**Table 3.** Changes in microbiological properties of mantı packaged with different gas mixtures during 90-day storage (log cfu/g)

Özellik	Paketleme	0. GÜN	15. GÜN	30. GÜN	45. GÜN	60. GÜN	75. GÜN	90. GÜN	P
<b>TAMB</b>	Ortam havası	2.534 <sup>F</sup>	4.099 <sup>aE</sup>	5.644 <sup>aD</sup>	6.014 <sup>aC</sup>	6.724 <sup>aB</sup>	7.248 <sup>aA</sup>	7.396 <sup>aA</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	2.534 <sup>F</sup>	2.633 <sup>dE</sup>	3.056 <sup>cD</sup>	3.715 <sup>cC</sup>	4.132 <sup>cB</sup>	5.124 <sup>dA</sup>	5.654 <sup>dA</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	2.534 <sup>F</sup>	2.792 <sup>cE</sup>	3.229 <sup>bcD</sup>	3.968 <sup>cC</sup>	4.315 <sup>cB</sup>	5.613 <sup>cA</sup>	5.949 <sup>cA</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	2.534 <sup>F</sup>	2.869 <sup>cE</sup>	3.368 <sup>bD</sup>	4.363 <sup>bC</sup>	5.206 <sup>bB</sup>	5.886 <sup>cA</sup>	6.158 <sup>cA</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	2.534 <sup>F</sup>	3.114 <sup>bE</sup>	3.500 <sup>bD</sup>	4.538 <sup>bC</sup>	5.536 <sup>bB</sup>	6.276 <sup>bA</sup>	6.531 <sup>bA</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.233	0.115	0.231	0.289	0.119	0.162	-
	p	-	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.002</b>	-
<b>Koliform</b>	Ortam havası	1.000 <sup>F</sup>	2.000 <sup>E</sup>	2.230 <sup>aD</sup>	2.929 <sup>aC</sup>	3.642 <sup>aA</sup>	3.230 <sup>aB</sup>	2.342 <sup>D</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>E</sup>	1.301 <sup>C</sup>	1.505 <sup>cB</sup>	1.579 <sup>cB</sup>	1.699 <sup>dA</sup>	1.208 <sup>dD</sup>	1.000 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>E</sup>	1.380 <sup>D</sup>	1.579 <sup>bcC</sup>	1.699 <sup>cB</sup>	1.845 <sup>cA</sup>	1.699 <sup>cB</sup>	1.000 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>F</sup>	1.447 <sup>D</sup>	1.645 <sup>abcC</sup>	1.845 <sup>bB</sup>	2.000 <sup>cA</sup>	1.845 <sup>bB</sup>	1.208 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>E</sup>	1.580 <sup>D</sup>	1.845 <sup>abC</sup>	2.000 <sup>bB</sup>	2.342 <sup>bA</sup>	2.000 <sup>bB</sup>	1.699 <sup>C</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.208	0.139	0.266	0.087	0.289	0.358	-
	p	-	0.213	<b>0.026</b>	<b>0.032</b>	<b>0.000</b>	<b>0.007</b>	0.102	-
<b>S. aureus</b>	Ortam havası	1.000 <sup>E</sup>	1.602 <sup>D</sup>	2.301 <sup>aC</sup>	2.778 <sup>aA</sup>	2.699 <sup>aA</sup>	2.477 <sup>aB</sup>	1.778 <sup>D</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>E</sup>	1.182 <sup>D</sup>	1.238 <sup>cC</sup>	1.565 <sup>dA</sup>	1.477 <sup>dB</sup>	1.301 <sup>cC</sup>	1.000 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>F</sup>	1.238 <sup>E</sup>	1.323 <sup>cD</sup>	1.602 <sup>cA</sup>	1.566 <sup>cdB</sup>	1.477 <sup>cBC</sup>	1.206 <sup>E</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>E</sup>	1.301 <sup>CD</sup>	1.500 <sup>bBC</sup>	1.878 <sup>cA</sup>	1.644 <sup>cB</sup>	1.500 <sup>cBC</sup>	1.339 <sup>C</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.000 <sup>D</sup>	1.477 <sup>C</sup>	2.000 <sup>aB</sup>	2.301 <sup>bA</sup>	2.078 <sup>bB</sup>	2.000 <sup>bB</sup>	1.500 <sup>C</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.115	0.173	0.058	0.144	0.115	0.173	-
	p	-	0.131	<b>0.006</b>	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	0.078	-
<b>Küf-Maya</b>	Ortam havası	1.698 <sup>E</sup>	2.596 <sup>aD</sup>	3.516 <sup>aC</sup>	4.122 <sup>aB</sup>	5.256 <sup>aB</sup>	6.044 <sup>aA</sup>	6.945 <sup>aA</sup>	<b>0.000</b>
	%80 CO <sub>2</sub> + %20 N <sub>2</sub>	1.698 <sup>E</sup>	1.933 <sup>cD</sup>	2.342 <sup>cC</sup>	3.079 <sup>dB</sup>	3.944 <sup>dAB</sup>	4.304 <sup>cA</sup>	5.058 <sup>dA</sup>	<b>0.000</b>
	%60 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.698 <sup>E</sup>	2.047 <sup>cD</sup>	2.477 <sup>cC</sup>	3.263 <sup>cC</sup>	4.176 <sup>cB</sup>	4.682 <sup>cA</sup>	5.223 <sup>cA</sup>	<b>0.000</b>
	%40 CO <sub>2</sub> + %60 N <sub>2</sub>	1.698 <sup>E</sup>	2.109 <sup>bD</sup>	2.623 <sup>cD</sup>	3.316 <sup>cC</sup>	4.201 <sup>cB</sup>	5.033 <sup>bA</sup>	5.587 <sup>cA</sup>	<b>0.000</b>
	%20 O <sub>2</sub> + %40 CO <sub>2</sub> + %40 N <sub>2</sub>	1.698 <sup>F</sup>	2.513 <sup>aE</sup>	2.876 <sup>bD</sup>	3.704 <sup>bC</sup>	4.503 <sup>bB</sup>	5.380 <sup>bA</sup>	6.024 <sup>bA</sup>	<b>0.000</b>
	SE	-	0.233	0.115	0.231	0.087	0.144	0.242	-
	p	-	<b>0.031</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>	-

<sup>a-d</sup>: Aynı sütundaki farklı küçük harfler, farklı gaz karışımlarıyla paketlenen uygulama grupları arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ )

<sup>A-F</sup>: Aynı satırdaki farklı büyük harfler, ilgili paketleme grubunun muhafaza günleri arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ )

Mantı örneklerinin küf ve maya sayıları tüm paketleme uygulamalarında muhafaza süresi boyunca anlamlı bir artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Ortam havası ile paketlenen mantı örneklerinin küf ve maya sayılarında 90. günde başlangıç mikroorganizma yüküne göre 5 log kob/g artış kaydedilirken, muhafaza periyodu boyunca en düşük küf ve maya sayısı, %80 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketleme uygulanan mantı örneklerinde tespit edilmiştir (Tablo 3).

Sitti (2011), modifiye atmosfer paketlenen (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) mantıların toplam aerobik mezofil bakteri sayılarında 90 günlük muhafaza süresince anlamlı ( $p<0.05$ ) bir artış tespit ettiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra, 3 aylık muhafaza süresi boyunca *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* spp. gelişimi gözlenmediğini ifade etmiştir.

Yücestepe ve Güneş (2016), modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin küf-maya sayısının 35 günlük depolama boyunca ortam havası ile paketlenen örneklerden düşük seyrettiğini; MAP uygulanan örneklerde küf-maya sayısının 2 log kob/g'ın altında kaldığını, hava paketlenen örneklerde ise 4.62 log kob/g'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu durum, CO<sub>2</sub>'in mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisi ve modifiye atmosfer paketler içerisindeki O<sub>2</sub>'in sınırlandırılması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, unlu mamullerde özellikle küflere bağlı bozulmanın, a<sub>w</sub> değerinin 0.80'e düşürülmesi ve paketlemede %70 CO<sub>2</sub> kullanılması ile önlenileceği bildirilmiştir (Giorni ve ark., 2008).

### Renk Özelliklerdeki Değişimler

Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantıların muhafaza süresi boyunca parlaklık ( $L^*$ ), kırmızılık ( $a^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerlerindeki değişimler Şekil 1'de verilmiştir.

Mantı örneklerinin  $L^*$  değeri ortam havası ile paketlenen mantılarda muhafaza süresi boyunca zamana bağlı olarak anlamlılık gösterirken, modifiye atmosfer paketlenen örneklerde 90 günlük muhafaza boyunca istatistiksel olarak bir farklılık şekillenmemiştir. Paketleme yöntemine bağlı olarak gruplar arasındaki farklılık sadece muhafazanın 90. gününde anlamlı bulunurken ( $p<0.01$ ), diğer günlerde  $L^*$  değeri bakımından paketlemenin etkisi önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bütün paketleme gruplarındaki mantı örneklerinin parlaklık değerleri muhafazanın 30. gününe kadar artış gösterirken, 30. günden itibaren muhafazanın sonuna kadar bir azalma şekillenmiştir. Muhafaza periyodu boyunca en yüksek  $L^*$  değerleri, %80 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketlenmiş mantı örneklerinde kaydedilmiştir (Şekil 1).

Muhafaza süresi boyunca, mantı örneklerinin  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerindeki değişimler hiçbir paketleme uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Mantı örneklerinin kırmızılık değerleri bütün gruplarda muhafazanın 30. gününe kadar artarken, 45. günden itibaren azalmaya başlamıştır. Mantı örneklerinin sarılık değerleri ise bütün gruplarda muhafazanın 60. gününe kadar artmış, bugünden itibaren muhafazanın sonuna kadar azalmıştır. Muhafaza süresi boyunca en yüksek kırmızılık ve sarılık değerleri, ortam havası ile paketlenen mantı örneklerinde gözlenmiştir (Şekil 1).

Sitti (2011), modifiye atmosfer paketlenen mantıların  $L^*$  değerinin 90 günlük muhafaza süresi boyunca nispi bir artış gösterdiğini, ancak bu artışın istatistiksel açıdan önemli olmadığını vurgulamıştır ( $p>0.05$ ). Mantının yapıldığı andaki parlak beyaz rengini korunmasının tüketici tercihi açısından etkili olduğu ifade edilirken, modifiye atmosfer paketleme uygulanan mantıların başlangıç renk değerlerinin muhafaza süresince korunduğu ve beyaz parlak renkte bir değişim gözlenmediği bildirilmiştir. Ayrıca, depolama süresince mantıların  $a^*$  değerinde bir değişim gözlenmediği ve  $b^*$  değerinde gözlenen değişimlerin de anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir.

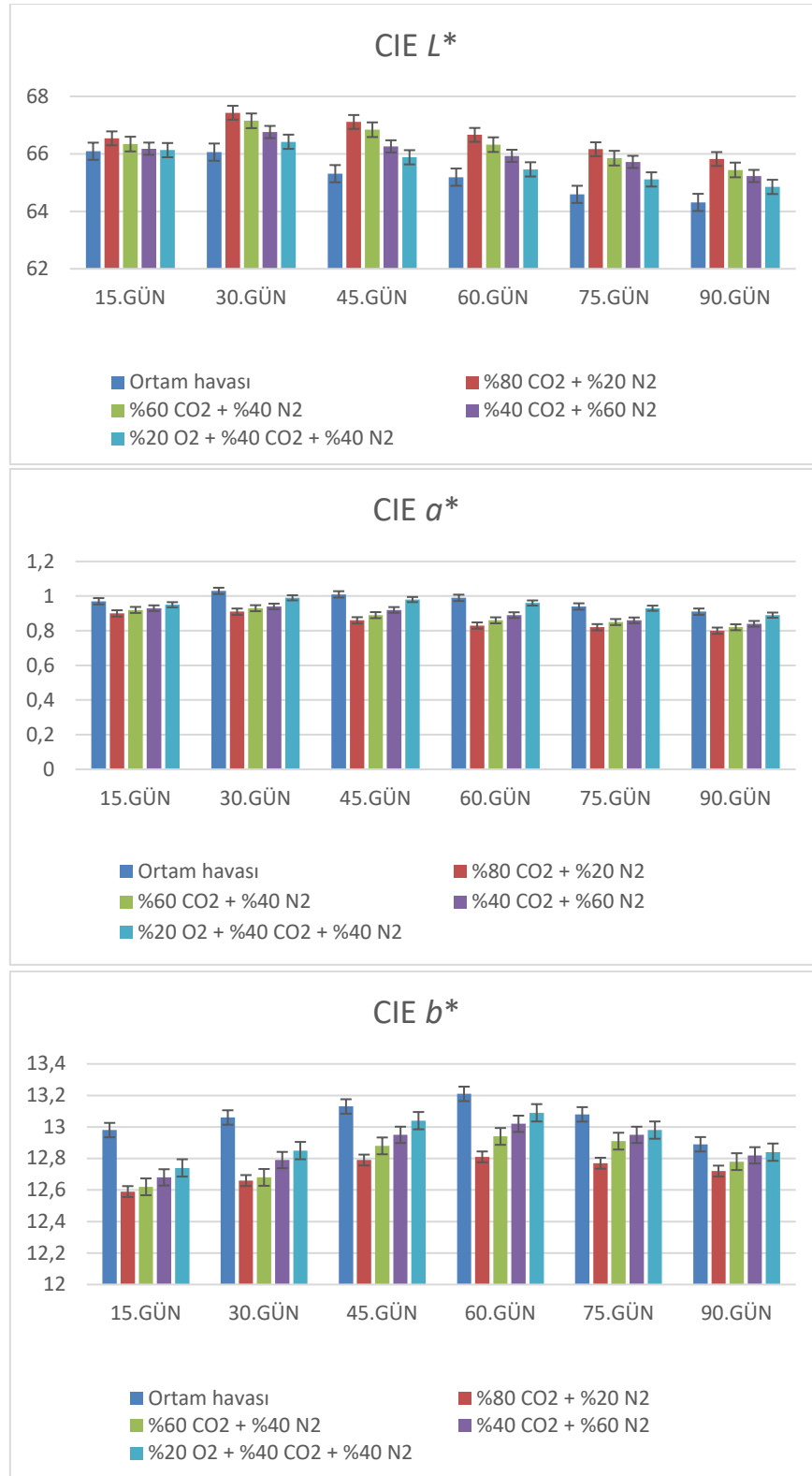
### Duyusal Değerlendirme

Muhafaza süresi boyunca mantı örneklerine ait duyuşsal değişimler Şekil 2'de gösterilmiştir. Bütün paketleme gruplarındaki mantı örneklerinin görünüm, koku, lezzet ve tekstür değerleri muhafaza süresince azalma göstermiştir.

Ortam havası ve farklı gaz karışımları ile paketlenen mantı örneklerinin görünüm değerleri, artan muhafaza süresine bağlı olarak panelistler tarafından başlangıç değerlerinden daha düşük puanlanmıştır. Muhafazanın 45. gününden sonra gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuş, ortam havası ile paketlenen mantılar 60. günden, %20 O<sub>2</sub> içeren MAP grubu 75. günden itibaren kabul edilebilirlik sınırının altına inmeye başlamıştır. Buna karşın, yüksek CO<sub>2</sub> içeren paketler muhafazanın son günü bile görünüm kriterleri bakımından kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

Mantı örneklerinin koku değerleri tüm paketleme grupları için muhafazanın 45. gününe kadar istatistiksel olarak farklılık göstermezken, bugünden sonra ortam havası ve modifiye atmosfer ile paketlenen mantı örnekleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Bakteriyel üreme ve lipid oksidasyona bağlı olarak paket içerisinde oluşan nahoş koku panelistler tarafından ortam havası ile paketlenen mantı örneklerinde 60. günden itibaren algılanmıştır. Buna karşın, CO<sub>2</sub> içeren paketler muhafazanın son gününde bile kabul edilebilir koku profiline sahip olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2).





**Şekil 1.** Farklı gaz karışımları ile paketlenen mantıların 90 günlük muhafaza süresince CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerindeki değişimler

**Figure 1.** Changes in CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of mantı packaged with different gas mixtures during 90-day storage



**Şekil 2.** Farklı gaz karışımları ile paketlenen mantıların 90 günlük muhafaza süresince duyu özelliklerindeki değişimler

**Figure 2.** Changes in sensory properties of manti packaged with different gas mixtures during 90-day storage

Panelistler tarafından tekstürel özellikler çiğ ve haşlanmış mantı örnekleri için muhafazanın 60. gününe kadar kabul edilebilir sınırlar içerisinde puanlanmıştır. Çiğ üründe yapılan parmak hissi değerlendirmesi ortam havası ve %20 O<sub>2</sub> içeren mantı örnekleri için 75. günden itibaren arzu edilmeyen tekstürel yapıyı işaret ederken, muhafazanın son günü sadece %80 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketli mantı örnekleri kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir (Şekil 2).

Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin lezzet değerleri ortam havası ile paketlenen örnekler göre daha yüksek puanlanırken, modifiye atmosfer uygulamasında kullanılan CO<sub>2</sub> oranı arttıkça, lezzet puanlarının da yükseldiği gözlenmiştir. Panelistler tarafından %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> gaz karışımı ile paketlenen mantı örneklerinin lezzet profilleri 60 günlük değerlendirmede hemen hemen ilk günkü kalite özelliklerini koruduğu belirtilmiş, sadece ortam havası ile paketlenen mantılar 60. gün değerlendirmesinde kabul edilebilir sınırın altında bulunmuştur (Şekil 2). Ortam havası ve düşük CO<sub>2</sub> ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinde muhafazanın 60. gününden sonra paket içerisindeki bazı örneklerde küf oluşumuna rastlanması nedeniyle lezzet değerlendirmesi yapılmamıştır.

Mantı örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri muhafazanın 45. gününe kadar birbirine yakın seyrederken, 45. günden sonra gruplar arasında anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Ortam havası ile paketlenmiş mantı örnekleri muhafazanın 60. gününden itibaren genel kabul edilebilirlik sınırlarının altında kalmıştır. Panelistler tarafından kabul edilmez olarak değerlendirme %40 CO<sub>2</sub> içeren gruplarda 75. günde, %60 CO<sub>2</sub> içeren grupta ise 90. günde olurken, %80 CO<sub>2</sub> içeren grup 90 günlük muhafaza boyunca kabul edilebilir sınırlar içerisinde puanlanmıştır (Şekil 2).

Sitti (2011), modifiye atmosfer altında paketlenen (%30 CO<sub>2</sub> + %70 N<sub>2</sub>) mantıların koku, görünüş, tat ve ağız hissi puanlarında muhafaza süresi boyunca anlamlı ( $p < 0.05$ ) bir azalma saptadığını belirtirken, muhafazanın 90. gününde duyuşal değerlendirmenin belirlenemediğini ifade etmiştir. Uzunlu ve Var (2016), pişmiş mantı örneklerine ait görünüm, tat, koku ve tekstür puanlarının muhafazanın 126. gününe kadar benzer bir eğilim gösterdiğini tespit etmişlerdir. pH değerleri ve lipid oksidasyonda gözlenen değişkenliğin duyuşal algıyı olumsuz etkilemediğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Gökmen ve Çağlar (2021), mantı örneklerinin lipid oksidasyon değerindeki artışın duyuşal kalitede olumsuz bir değişikliğe yol açmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca Uzunlu ve Var (2016), çiğ örnekler için puanların, buzdolabı koşullarında muhafaza süresince benzer bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Duyuşal değerlendirme sonucunda, muhafaza süresince pişmiş

mantı örnekleri için en çok %40 CO<sub>2</sub> + %60 N<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketli örneklerin tercih edildiğini, çiğ mantı örnekleri için en yüksek puanları %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketli örneklerin aldığını bildirmişlerdir. Bu doğrultuda, modifiye atmosfer paketlenen çiğ mantıların buzdolabı koşullarında saklanmasını ortam havası ile paketlenmeye kıyasla altı kata kadar uzatabildiği ve %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> bileşenini içeren modifiye atmosfer paketli mantıların 126 günlük depolama süresinin sonuna kadar kalite özelliklerini koruyabildiği sonucuna varmışlardır (Uzunlu ve Var, 2016). Yüçetepe ve Güneş (2016) ise modifiye atmosfer paketlenen çiğ mantı örneklerinin 35 günlük muhafaza süresince taze örnekler benzer bir duyuşal kaliteye sahip olduklarını, ancak ortam havası ile paketlenen çiğ mantıların duyuşal kalitesinin muhafazanın 21. gününden itibaren kabul edilebilir sınırın altına düştüğünü bildirmişlerdir. Bununla birlikte, %70 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketli pişmiş mantı örneklerinin muhafazanın 35. gününde kabul edilebilir duyuşal kalite özelliklerine sahip olduğunu ve taze örnekler benzer puanlar aldıklarını ifade etmişlerdir.

## Sonuç

Bu çalışmada, farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen etli mantıların 90 günlük muhafaza süresi boyunca fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, renk ve duyuşal özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Yüksek CO<sub>2</sub> ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin kalite özelliklerinin muhafaza süresi boyunca ortam havası ile paketlenen örnekler kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır. Farklı gaz karışımları ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin duyuşal özellikleri ortam havası ile paketlenen örnekler göre daha yüksek puanlanmış ve modifiye atmosfer uygulamasında kullanılan CO<sub>2</sub> oranı arttıkça, örneklerin görünüm, tekstür ve lezzet puanlarının da yükseldiği gözlenmiştir. %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> ile modifiye atmosfer paketlenen mantı örneklerinin 90 günlük muhafaza süresi boyunca kalite özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, yüksek CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosfer paketlenme uygulaması ile etli mantıların kalite özellikleri korunarak, raf ömrünün uzatılabileceği ve ekonomik kayıpların önüne geçilebileceği belirlenmiştir.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

**Veri erişilebilirliği:** Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

**Finansal destek:** Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

**Aksu, M.I., Kaya, M., Ockerman, H.W. (2005).** Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastırma produced from frozen/thawed meat. *Journal of Muscle Foods*, 16, 192-206.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2005.08404.x>

**AMSA (2012).** American Meat Science Association. Meat Color Measurement Guidelines. Champaign, IL.

**AOAC (2005).** Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists (18<sup>th</sup> Ed.) (Washington). Determination of pH and moisture. Method 940.23 and 950.46B.

**Aygün, G. (2021).** Kinoa ve amarant unu ilavesinin Türk mantısının kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

**Biçer, H.G. (2011).** Farklı Mantı Çeşitlerinde Mikrobiyolojik Kalite Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

**Bingöl, E.B., Colak, H., Cetin, O., Kahtaman, T., Hampikyan, H., Ergun O. (2012).** Effects of high-oxygen modified atmosphere packaging on the microbiological quality and shelf life of Tekirdağ kofte: A Turkish type meatball. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(17), 3148-3155.

<https://doi.org/10.3923/javaa.2012.3148.3155>

**Giorni, P., Battilani, P., Pietri, A., Magan, N. (2008).** Effect of  $a_w$  and  $CO_2$  level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moisture maize post-harvest. *International Journal of Food Microbiology*, 122, 109-113.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.051>

**Gökmen, S. (2021).** Effect of different thawing methods on quality properties of stuffed pasta (manti). *Italian Journal of Food Science*, 33(SP1), 170-178.

<https://doi.org/10.15586/ijfs.v33iSP1.2128>

**Gökmen, S., Çağlar, A. (2021).** The effect on sensory quality of the stuffed pasta (manti) of increased malondialdehyde amount with the UV-C radiation and storage. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(9), 10586-10591.

**Han, J. (2005).** Innovations in Food Packaging. Elsevier, London: Academic Press. ISBN-10: 0123116325

**ISO 16649-2 (2001).** Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*, Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide.

**ISO 21527-1 (2008).** Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95.

**ISO 4832 (2006).** Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of coliforms, Colony-count technique.

**ISO 4833-1 (2013).** Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms-Part 1: Colony count at 30°C by the pour plate technique.

**ISO 6579-1 (2017).** Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*, Part 1: Detection of *Salmonella* spp.

**ISO 6887-1 (2017).** Microbiology of the food chain. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination-Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions.

**ISO 6888-1 (2021).** Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1: Method using Baird-Parker agar medium.

**ISO 7937 (2004).** Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of *Clostridium perfringens*, Colony-count technique.

**ISO 8586 (2023).** Sensory analysis. Selection and training of sensory assessors.

**Kasar, H. (2022).** Mikrodalga plazma teknolojisi ve gıda/ye-mek sanayinde kullanımı: Manti örneği. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karaman.

**Kızılırmak Esmer, O., Irkin, R., Değirmencioğlu, N., Değirmencioğlu, A. (2011).** The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, 88, 221-226.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.021>

**Kocabaş, A., Gökmen, S. (2017).** Lipid peroxidation and its antimicrobial effect in foods. *Science within Food: Up-to-date Advances on Research and Educational Ideas*. 164.

**Shrestha, S., Min, Z. (2006).** Effect of lactic acid pretreatment on the quality of fresh pork packed in modified atmosphere. *Journal of Food Engineering*, 72, 254-260.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.004>

**Sitti, S. (2011).** Vakum ve modifiye atmosfer ambalajlamanın Kayseri mantısının bazı kalite nitelikleri üzerine etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

**Uzunlu, S. (2019).** Effect of active antimicrobial films on the growth of pathogenic bacteria in Manti. *Food Science and Technology*, 39(1), 203-209.

<https://doi.org/10.1590/fst.01118>

**Uzunlu, S., Var, I. (2016).** Effect of modified atmosphere packaging on the refrigerated storage of manti. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(1), 36-40.

<https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.36-40.535>

**Yılmaz, I., Demirci, M. (2010).** Effect of different packaging methods and storage temperature on microbiological and physicochemical quality characteristics of meatball. *Food Science and Technology International*, 16(3), 259-265.

<https://doi.org/10.1177/1082013210366779>

**Yüce-tepe, A. (2011).** Modifiye atmosferde ambalajlamanın etli mantının kalitesi üzerine etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

**Yüce-tepe, A., Güneş, G. (2016).** Quality of 'Manti' (Meat-Filled Pasta Product) as affected by modified atmosphere packaging during refrigerated storage. *Journal of Food and Health Science*, 2, 189-198.

<https://doi.org/10.3153/JFHS16020>