



The effect of modified atmosphere packaging on keeping quality in green garlic (*Allium sativum* L.) leaves

Modifiye atmosferli paketlemenin yeşil sarımsak (*Allium sativum* L.) yapraklarında kalite korunumuna etkisi

Selen AKAN¹, Özge HORZUM¹, Nurdan TUNA GÜNEŞ¹

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ankara, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:18.07.2019

Kabul tarihi/Accepted:10.09.2019

Keywords:

Green garlic leaves, MAP, quality, storage.

✉ Corresponding author: Nurdan TUNA GÜNEŞ

✉: tuna@agri.ankara.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In this study which has been carried out due to demand of industry, the effect of modified atmosphere packaging (MAP) on keeping quality in green garlic leaves during a storage period of 12 days was investigated.

Methods and Results: Green garlic leaves were harvested from Bala/Ankara. After precooling (stored in cooled room at 2°C for 5 hours) they were packed with low density polyethylene packages and then stored at 2 °C, 75-85 % relative humidity conditions for 12 days. During the storage period, changes in some quality parameters such as weight loss, color, soluble solids and titratable acidity content, antioxidant capacity, visual quality properties and relative chlorophyll content (SPAD) were investigated. According to the results, modified atmosphere packaging had positive effect on keeping soluble solids content (SSC), weight loss and visual quality of green garlic leaves. Generally, weight loss and titratable acidity values increased by prolonging of storage period.

Conclusions: Storage of green garlic leaves under MAP conditions positively affected consumer preference, slowed down the increase in SSC and weight loss during storage.

Significance and Impact of the Study: This study on green garlic leaves was firstly conducted in Turkey to prevent losses during storage period. It has been expected that this study could provide knowledge for further studies.

Atıf / Citation: Akan S, Horzum Ö, Tuna Güneş N (2019) The effect of modified atmosphere packaging on keeping quality in green garlic (*Allium sativum* L.) leaves. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24(3) : 165-173.

GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum* L.) ülkemizde ve yurtdışında yüzyıllardır tüketilen ve insan sağlığına olumlu etkileri olduğu bilinen bir sebze türüdür. Sarımsak üzerinde yürütülen araştırmalarda genellikle kuru veya taze sarımsak baş ve dişleri kullanılmış, yeşil sarımsak yaprakları ile ilgili çok az sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bununla birlikte yeşil sarımsak yaprakları yurtdışında günlük diyetlerde pişirilerek ya da taze olarak salata ve yemeklerde kullanılmaktadır. Özellikle Kuzey Asya, Orta Doğu, Güney Afrika, Avrupa, Kuzey ve Orta Amerika'da yoğun olarak kızartmalarda veya Güneydoğu Asya'da özellikle çorbalarda ve güveçte pişirilerek

tüketilmektedir (Upadhyay, 2016). Ülkemizde ise yeşil sarımsak yaprakları, Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Akdeniz mutfağında zeytinyağlı ve et yemeklerinin yanı sıra kavurmada, salata ve çorbalarda tercih edilmektedir. Sarımsak başlarının olgunlaşmadığı evrede bitkinin hasat edilmesi ile elde edilen ürün, taze sarımsak olarak isimlendirilir. Bu ürünün aroma özellikleri kuru sarımsak başlarına göre daha düşüktür. Ayrıca görünüm ve tüketim şekli olarak taze soğana benzer.

Ülkemizde yeşil sarımsak üretimi 25 519 ton, ekili alan ise 20 579 dekar olup, 61 ilde yeşil sarımsak üretilir. Üretici iller sırasıyla Gaziantep (4 871 ton), Şanlıurfa (3 054 ton), Kahramanmaraş (2 747 ton), Balıkesir (1 848 ton) ve Antalya (1 094 ton)'dır (Anonim, 2018).

Besin değeri yönü ile 100 g yeşil sarımsak, 9.5 mg glikoz, 15.6 mg fruktoz, 4.6 mg sakaroz, % 7.0 nem, % 7.6 ham protein, % 1.8 ham yağ, % 6.6 kül, % 9.9 lif ve % 77.0 toplam karbonhidrat içerir. Başlıca mineraller ise K (1.14 mg 100 g⁻¹), Ca (679.05 mg 100 g⁻¹), P (342.09 mg 100 g⁻¹) ve Na (130.42 mg 100 g⁻¹) olarak sıralanır. En yaygın bulunan amino asitler ise prolin (781.10 mg 100g⁻¹), glutamik asit (605.70 mg 100g⁻¹), metiyonin (1.16 mg 100g⁻¹) ve sistein (1.13 mg 100g⁻¹)'dir (Lee ve ark., 2005). Nambiar ve Sharma (2014)'ya göre yeşil sarımsak zengin β-karoten (2376.97 µg 100 g⁻¹ yaş ağırlık) kaynağıdır. Yeşil sarımsak yaprakları, taze sarımsak başları gibi, düşük miktarda flavonoidler, asidik bileşikler ile dialil sülfat, alliin, ajoen, allisin gibi birçok kükürtlü bileşik içerir (Khuda-Bukhsh ve ark., 2014). Yeşil sarımsak yapraklarında 0.26 mg mL⁻¹ düzeyinde allisin bulunduğunu bildiren Arzanlou ve Bohlooli (2010), yeşil sarımsağın günlük diyetle yer alması gerektiğini ve içerdiği allisin sayesinde de sağlığa yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Yeşil sarımsak, insülin seviyesini düzenleyen ve vücutta ekstra lipid konsantrasyonunu azaltan güçlü antidiyabetik ve kardiyovasküler bir ajandır. Kanseri ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkları önlemek ve tedavi etmek için kullanılan organosülfür bileşikleri içerir. Hepatoprotektiftir, antikanser ve kemopreventif aktiviteler ile immünomodülasyon ve antienflamatuar etkiler gösteren, kanser hücrelerinin çoğalmasını baskılar (Tapiero ve ark., 2004, Chu ve ark., 2013). Khatua ve ark. (2013)'e göre yeşil sarımsaklar kalp ve damar sistemi hastalıklarını önleme potansiyeline sahiptir ve bu hastalık kaynaklı ölüm oranının en düşük olduğu Akdenizliler tarafından kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu olarak bilinir. Ayrıca yeşil sarımsağın kalın bağırsak ve rahim ağzı kanserini baskılamada etkili olduğu ve *in-vivo*'da ışın koruyucu aktivite gösterdiği belirlenmiştir (González ve ark., 2011; Batcioglu ve ark., 2012; Jin ve ark., 2013).

Yeşil sarımsakların soğuk hava depolarında depolama koşulları kuru sarımsaklardan oldukça farklıdır. Kuru sarımsaklar için 0-1 °C sıcaklık ve % 60-70 oransal nem önerilirken (Akan ve Halloran, 2012), yeşil sarımsakların ise 0 °C sıcaklık ve % 95-100 oransal nem koşullarında 3-4 hafta süre ile depolanabileceği belirtilmiştir (Goldy, 2000; Cantwell ve Suslow, 2002).

Yapılan araştırmalarda gerek ülkemiz gerekse uluslararası platformda, yeşil sarımsağın derim sonrası işlemleri ve depolaması ile ilgili araştırmaya rastlanmamıştır. Yeşil sarımsağa yapısal olarak benzeyen ürün olan yeşil soğanda kalite kriterleri, yaprakların taze ve temiz olması, mekanik zararlanmadan ari olması, düzgün ve minimal kesim yapılmış olması, gövde (boyun)

kısının sert olması, üst yapraklarda sararma ve solmanın olmaması ve tam yeşil renkli olması şeklinde sıralanmaktadır (Anonymous, 2005). Hong ve ark. (2000), yeşil soğanlardaki kalite kayıplarını, minimal işleme sırasında kök kesme işlemi dikkatli ve hassasiyetle yapılmadığında gövdenin alt kısmında (taban) iç beyaz yaprak gelişimi ve uzaması (teleskopik), ürün yatay olarak yerleştirildiğinde ise meydana gelebilecek yaprak eğriliği olarak belirtmiştir.

Hong ve ark. (2000), Amerika'da taze soğanların ticari olarak % 1 O₂+% 8-10 CO₂ gaz bileşimi içeren MAP ambalajlarında 5 °C sıcaklıkta depolandığını ancak görsel kalitenin en iyi 5 °C sıcaklık, % 0.1-0.2 veya % 0.1-0.2 O₂ içeren % 7.5-9 CO₂ kontrollü atmosfer koşullarında korunduğunu ve raf ömrünün en az 2 hafta uzatılabildiğini bildirmiştir. Ayrıca, 55 °C'de 2 dak. süre ile yapılan sıcaklık uygulamasının iç yapraklarda uzamanın engellenmesinde başarılı olduğunu vurgulamıştır.

MAP, yapraklı sebzelerde depolama sırasında kalite korunumunda olumlu etkilere sahiptir. Gonzáles ve ark. (2012), vakumlu ambalajlarda 4 °C sıcaklıkta depolanan taze soğanlarda, ambalaj kullanılmayanlara kıyasla dayanıklılığın arttığını bildirmişlerdir.

Sarımsak konusunda yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunda bitkisel materyal olarak baş ve dişler kullanılmıştır. Yeşil yapraklı sarımsaklarda MAP'ın kalite korunumuna etkisi konusunda yürütülen araştırmalar oldukça sınırlıdır. Çalışmamızda, yeşil sarımsak yapraklarında MAP'ın kalite korunumuna etkisi incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Yerel genotiplerimizden biri olan 'Avşar Sarımsağı' na ait yeşil sarımsak yaprakları Ankara ili Bala İlçesi'ne bağlı Avşar Köyü'nden 23 Mayıs 2019 tarihinde hasat edildikten sonra bitki boyu, yaprak genişliği, renk, hastalık ve mekanik zararlanmalardan arılık vb. özelliklerine göre birörnek olan bitkiler seçilerek Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

Yöntem

İşleme, paketlenme ve depolama

Taze sarımsak yaprakları, en dış yapraklar alındıktan sonra yaprak uzunluğu 25 cm olacak şekilde keskin bir bıçak yardımı ile başlardan ayrılmıştır. Yeşil sarımsak yaprakları, musluk suyu ile yıkanarak kağıt havlu (40x40 cm) üzerine serilerek 20±2 °C sıcaklık ve % 31±5 oransal nemde (laboratuvar koşullarında) 30 dak. süreyle kurutulduktan sonra ve 2°C sıcaklıkta 5 saat süre ile

soğuk hava deposunda ön soğutma işlemine tabi tutulması sonrasında 36 x 24 cm boyut ve 75 mikron kalınlığındaki düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) paketlere yerleştirilmiştir. Packtech marka PCS-200 model (300W, 220/240V, 50/60 Hz) paketleme cihazı ile pasif MAP işlemi yapılmıştır. MA'de paketlenen ve paketlenmeyen (kontrol) örnekler, 2 °C sıcaklık ve % 75-85 oransal nemde 12 gün süre ile normal atmosferli depolarda muhafaza edilmiştir.

Kalite parametreleri

Depolama öncesi (0. gün) ve 12 günlük depolama sürecinde 3'er gün aralıklarla yeşil sarımsak yapraklarında aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapılmıştır.

Ağırlık kayıpları; Mettler Toledo marka 0.01 g duyarlılıktaki dijital terazi ile her bir analiz tarihinde belirlenen taze sarımsak ağırlıklarının başlangıç ağırlığına oranlanması yolu ile % olarak hesaplanmıştır.

Renk; CR-200 Minolta marka renk ölçer ile L (L=0 siyah ve L=100 beyaz), a* (kırmızılık-yeşillik) ve b* (sarılık-mavilik) renk düzleminde ölçülmüş ve sonuçlar açı (°) ve kroma (C*) cinsinden sunulmuştur (McGuire, 1992).

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) kapsamı; katı meyve sıkacağı ile elde edilen yeşil sarımsak suyunda yapılmıştır. Sarımsak suyu kaba filtre kâğıdından süzülerek ön filtrasyona tabi tutulmuş, alınan örneklerde dijital masa tipi refraktometre (Leica) ile SÇKM değerleri % olarak ölçülmüştür (AOAC, 1990).

Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı; SÇKM analizlerinde kullanılan süzüntüden alınan 3 mL'lik örnek 50 mL saf su ile seyreltikten sonra DL 50 Mettler Toledo marka otomatik titratörde 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilmiş ve titre edilebilir asitlik miktarı yüzde % sitrik asit olarak belirlenmiştir (Anonim, 2016).

Antioksidan kapasite; Brand-Williams ve ark. (1995) ile Zor (2006)'un kullandığı yöntem kısmen modifiye edilerek belirlenmiştir. Bu amaçla 10 g örneğe 25 mL saf su ilave edilerek örnek 2 dak. süre ile homojenizatörde (Janke ve Kunkel IKA- Labortechnik Ultra-turrax T25 marka) 24 000 devirde homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 30 dak. bekletildikten sonra 4 °C'de 10 000 devirde (Sigma 3K30 marka) 10 dak. santrifüj edilmiş ve üstte kalan sıvı kısım (süpernatant) tekrar aynı sıcaklık ve devirde 10 dak. santrifüj edilmiştir. Hazırlanan ekstraktın (300 µL) üzerine, metanol:su (70:30) çözeltisi ile hazırlanan 6×10^{-5} M DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil, Sigma, D9132) karışımından 3600

µL eklenmiştir. Kontrol örneği olarak sarımsak ekstraktı yerine aynı miktarda (300 µL) distile su kullanılmıştır. Hazırlanan karışım ve su (kontrol) ayrı ayrı vortekste karıştırıldıktan sonra karanlık bir ortamda 25°C sıcaklıkta 60 dak. bekletilmiştir. Örneklerin absorpsiyon değerlerindeki değişimler, şahit olarak metanol kullanılarak Shimadzu UV spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda belirlenmiştir. DPPH radikalinin (%) inhibisyonu şahit ve örneğin absorpsiyon değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Görsel kalite; Hong ve ark. (2000)'a göre, 8 kişilik panelist grup tarafından yapraklardaki yeşil renklilik, eğrilik ve iç yaprakların uzaması durumları göz önüne alınarak 1-9 puan (1: kullanılamaz, 3: zayıf, 5:orta, 7: iyi, 9: çok iyi) arasında değerlendirilmiştir. Çalışmamızda görsel kalite, tüketiciler tarafından kabul edilebilirlik düzeyi olarak nitelendirilmiştir.

Nispi klorofil içeriği; SPAD metre (Spektrum CM 1000) ile günün aynı saatlerinde ölçülmüştür (Bağcı, 2010).

Deneme deseni ve istatistiksel değerlendirme

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitkiye ait yeşil sarımsak yaprakları kullanılarak yürütülmüştür. Elde olunan sonuçlara MINITAB 17 paket programında $P \leq 0.05$ hata düzeyinde iki yönlü (muhafaza süresi ve paketleme durumu) varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Ortaya çıkan önemli farklılıklar MSTAT-C paket programında Tukey testi ile $P \leq 0.05$ hata düzeyinde kontrol edilmiş ve farklı gruplar harfler yardımı ile gösterilmiştir. Çalışmada % olarak hesaplanan ağırlık kaybı verileri, açı değerlerine dönüştürüldükten sonra istatistiksel değerlendirmelerde kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ağırlık kaybı değerleri, muhafaza süresi ve paketleme şeklinin ayrı etkilerine bağlı olarak değişim göstermiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 1). Ağırlık kaybı değeri 12. günün sonunda hızla artarak kontrolde 9.56'ya, MAP'de ise 4.92'e çıkmıştır. Araştırmada, depolama süresine bağlı olarak ağırlık kaybı korunumunda paketlemenin etkisi belirgin bulunmuştur. 12 günlük depolama sonunda DYPE içinde paketlenen yapraklarda %5 düzeyinde daha az ağırlık kaybı belirlenmiştir. Taze sarımsakların boyun alt kısmında yapılan kesim işleminin, yapraklardaki metabolik aktiviteyi teşvik ederek ağırlık kaybını hızlandırması olasıdır (Tsouvaltzi ve ark., 2006).

Çizelge 1. Soğukta muhafaza edilen taze sarımsaklarda MA'de paketlemenin yeşil sarımsak yapraklarının ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | | Ortalama |
|-----------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | Kontrol | MAP | |
| 0 | 0.00 ± 0.00 ¹ | 0.00 ± 0.00 | 0.00 ± 0.00 d ² |
| 3 | 2.86 ± 1.01 | 1.68 ± 1.53 | 2.27 ± 1.31 c |
| 6 | 5.09 ± 0.79 | 2.32 ± 1.14 | 3.70 ± 0.96 b |
| 9 | 7.34 ± 0.58 | 4.38 ± 0.30 | 5.86 ± 0.44 a |
| 12 | 9.56 ± 0.93 | 4.92 ± 0.46 | 7.24 ± 0.67 a |
| Ortalama | 4.97 ± 0.66 a ² | 2.01 ± 0.69 b | |

¹Veriler ortalama ± ortalamanın standart hatası (OSH) olarak sunulmuştur,

²P ≤ 0.05 düzeyinde, yatay harfler paketleme uygulamaları, dikey harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Yaprakların depolanma sürecinde C* değerleri, her iki grup örneklerde de dalgalanmalar göstermiştir (Çizelge 2). Çalışmanın başlangıcında 17.13 olarak kaydedilen C* değeri, 12 günlük süreç sonunda MA'de paketlenen örneklerde 18.81, kontrollerde ise 20.13 olarak ölçülmüştür. Genel olarak her iki grupta da muhafaza başlangıcı ve sonunda ölçülen C* değerleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Uygulamalar arasında gözlenen farklılık sadece 6. gün örnekleri için anlamlı bulunmuş ve bu tarihte MA'de paketlenen örneklerde belirlenen C* değeri (31.37), kontrollere ait değerden (18.53) istatistiksel düzeyde daha yüksek olmuştur (P ≤ 0.05).

Yaprakların açılı değeri muhafaza süresi başlangıcında 138.34° iken, muhafaza süresi sonunda kontrolde 137.20°, MAP'de 137.50° olarak belirlenmiş ve bu değerler aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 2). Yeşil sarımsak yapraklarında, muhafaza süresinin ilerlemesine paralel olarak açılı değerlerinde düzenli bir düşüş gözlenmemiştir. Bu durum yapraklardaki metabolik aktivitenin yavaş olduğunun bir göstergesi olabilir. Uygulamalar arasında gözlenen farklılıklar ise C*

değerlerinde olduğu gibi sadece muhafaza süresinin 6. günü için önemli bulunmuş ve kontrol grubu örneklerde ölçüden açılı değeri (140.05°), MA'de paketlenen örneklerde ölçülen değerden (126.55°) istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur (P ≤ 0.05). Her ne kadar muhafaza süresi x paket materyali etkileşimleri önemli çıkmış olsa da paketleme materyalinin yeşil sarımsaklarda 12 gün boyunca rengin korunumunda katkı sağladığını söylemek olanaklı değildir. Bu durumun muhafaza süresinin kısa tutulmasından ve yaprak rengi ölçümlerinin boyuna yakın bölgeden yapılmasından kaynaklanabileceği ve yaprakların uç kısımlarında, muhafaza süresi sonunda özellikle kontrol grubunda gözlenen yaprak sararmalarının değerlere yansıtılmadığı düşünülmektedir. Ayrıca yaprak rengi değerlerimiz, Cantwell ve ark. (2001), Fan ve ark. (2003) ve Kasim ve ark. (2008)'in da taze soğanda elde ettiği değerlere (sırasıyla 108-112°, 107-112° ve 95-105°) göre daha yüksektir. Bu durumun tür ve yaprak yapısı farklılığı ve işleme şekillerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketlemenin C* ve açılı değerlerine etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | C* | | Açılı (°) | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|
| | Kontrol | MAP | Kontrol | MAP |
| 0 | 17.13 ± 1.29 b, A ¹ | 17.13 ± 1.29 b, A | 138.34 ± 1.91 ab, A ¹ | 138.34 ± 1.91 a, A |
| 3 | 21.14 ± 0.21 a, A | 20.13 ± 1.55 b, A | 136.13 ± 0.95 b, A | 137.38 ± 1.01 a, A |
| 6 | 18.53 ± 0.54 ab, B | 31.37 ± 0.57 a, A | 140.05 ± 0.81 a, A | 126.55 ± 0.21 b, B |
| 9 | 21.42 ± 1.03 a, A | 18.88 ± 0.39 b, A | 136.30 ± 1.17 ab, A | 137.72 ± 0.80 a, A |
| 12 | 20.13 ± 0.82 ab, A | 18.81 ± 1.21 b, A | 137.20 ± 0.29 ab, A | 137.50 ± 0.45 a, A |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur. P ≤ 0.05 düzeyinde, küçük harfler her bir paketleme uygulaması için muhafaza süreleri, büyük harfler ise her bir muhafaza süresi için paketleme uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Taze sarımsakların depolamaya bağlı nispi klorofil içerikleri üzerinde ne muhafaza süresi x paket materyali etkileşimleri ne de paketleme şekli istatistiksel düzeyde etkilememiştir. Bu parametre değerleri,

muhafaza süresinin ilerlemesine paralel olarak değişim göstermiştir (P ≤ 0.05) (Çizelge 3). Diğer yandan muhafaza süresi başlangıcında (243.33) ve sonunda (250.83) ölçülen ortalama SPAD değerleri aynı istatistiksel grupta

yer almıştır. En düşük ortalama SPAD değeri muhafaza süresinin 6. gününde 197.00 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi yaprakların renk değerleri ile SPAD değerleri benzer değişimler göstermiştir. İlaveten, depolama sürecinde örneklerin SPAD değeri farklılıkları, arazide gün ışığına karşı okuma yapılması dolayısıyla oluşabileceği düşünülmektedir. Diğer bir deyimle, güneş ışınlarının yoğun olduğu günlere denk gelen okumalarda klorofil içerikleri daha net belirlenirken, güneş ışınlarının

olmadığı günlerde yapılan okumalarda sonuçlar daha düşük çıkmıştır. Genel olarak MA'de paketlenme yeşil sarımsaklarda rengin değişimine önemli düzeyde olumlu katkı sağlamamış gibi görünmektedir. Ancak bu durumun ölçümlerin yeşil sarımsaklarda boyuna yakın kısımdan yapılmasından ve her bir analiz tarihinde aynı örneklerin değil farklı örneklerin kullanılmasından ve örnekler arasındaki varyasyonun fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Soğukta muhafaza edilen taze sarımsaklarda MAP'ın nispi klorofil (SPAD) içeriğine etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | | Ortalama |
|-----------------------|----------------------------|----------------|------------------------------|
| | Kontrol | MAP | |
| 0 | 243.33 ± 7.86 ¹ | 243.33 ± 7.86 | 243.33 ± 4.97 a ² |
| 3 | 199.00 ± 6.66 | 214.00 ± 3.61 | 206.50 ± 4.77 bc |
| 6 | 204.70 ± 16.60 | 189.30 ± 10.80 | 197.00 ± 9.50 c |
| 9 | 238.50 ± 1.50 | 205.70 ± 10.90 | 218.67 ± 8.19 b |
| 12 | 242.33 ± 2.85 | 259.33 ± 6.69 | 250.83 ± 5.00 a |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur,

² $P \leq 0.05$ düzeyinde, harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Muhafaza süresi x paketlenme materyali etkileşimlerini yeşil sarımsak yapraklarında SÇKM değerlerini istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketlenmenin suda çözünür kuru madde miktarına (%) etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------|
| | Kontrol | MAP |
| 0 | 16.10 ± 0.00 a, A ¹ | 16.10 ± 0.00 a, A |
| 3 | 10.60 ± 0.05 c, B | 14.87 ± 1.03 ab, A |
| 6 | 13.23 ± 0.03 b, A | 14.60 ± 0.40 bc, A |
| 9 | 16.95 ± 0.15 a, A | 14.60 ± 0.72 bc, B |
| 12 | 10.16 ± 0.03 c, B | 13.23 ± 0.46 c, A |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur. $P \leq 0.05$ düzeyinde, küçük harfler her bir paketlenme uygulaması için muhafaza süreleri, büyük harfler ise her bir muhafaza süresi için paketlenme uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Depolama süresi başlangıcında % 16.10 olan SÇKM miktarı 12. günün sonunda kontrolde ve MA'de paketlenen örneklerde sırasıyla % 10.16 ve % 13.23 olarak saptanmıştır (Çizelge 4). MA'de paketlenen örneklerin SÇKM değerlerinde muhafaza süresi boyunca izlenen düzenli düşüş kontrollerde gözlenmemiştir. Bu durumun, açıkta muhafaza edilen kontrol grubunda hızlı su kaybından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. MA'de paketlenen örneklerde gözlenen düşüşün nedeni olarak SÇKM'yi oluşturan şeker ve organik asitlerin, solunumda kullanılması gösterilebilir (Torun, 2015). Örneklerdeki TEA miktarı, depolama sırasında paketlenme ve depolama süresinin ayrı ayrı etkilerine bağlı olarak

değişmiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 5). Muhafaza süresi boyunca açıkta muhafaza edilen kontrol grubunda ölçülen TEA miktarı (% 0.33), paketlenmiş örneklere (% 0.31) göre daha yüksek olmuştur. Bu durumun yoğun mikrobiyal aktiviteden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim Soccol ve ark. (2006)'ın yaptığı çalışmada *Penicillium* spp. kaynaklı mikrobiyal aktivitenin artışına paralel olarak depolanan ürünlerde asitliğin arttığı ifade edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte titre edilebilir asitlik miktarı dalgalanmalar göstermiştir.

Çizelge 5. Soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketlemenin titre edilebilir asitlik (% sitrik asit) miktarına etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | | Ortalama |
|-----------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | Kontrol | MAP | |
| 0 | 0.30 ± 0.00 ¹ | 0.30 ± 0.00 | 0.30 ± 0.00 c ² |
| 3 | 0.34 ± 0.00 | 0.29 ± 0.02 | 0.31 ± 0.01 c |
| 6 | 0.35 ± 0.00 | 0.34 ± 0.02 | 0.34 ± 0.00 ab |
| 9 | 0.36 ± 0.00 | 0.34 ± 0.01 | 0.35 ± 0.00 a |
| 12 | 0.32 ± 0.00 | 0.31 ± 0.00 | 0.32 ± 0.00 bc |
| Ortalama | 0.33 ± 0.00 a ² | 0.31 ± 0.00 b | |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur,

²P≤0.05 düzeyinde, yatay harfler paketleme uygulamaları, dikey harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Yeşil sarımsak yapraklarında, DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan kapasitesi değerlerindeki değişimler Çizelge 6'da sunulmuştur. Söz konusu parametre değerlerinin değişimini, muhafaza süresi x paketleme uygulamaları interaksyonları istatistiki olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($P \leq 0.05$). Diğer bir ifade ile MA'de paketleme, örneklerdeki antioksidan kapasitesinin korunumu üzerinde etkili değildir. Diğer yandan muhafaza süresinin ilerlemesine bağlı olarak ortalama antioksidan aktive değerleri istatistiksel düzeyde önemli düşüş göstermiştir. Muhafaza başlangıcında 56.37 olarak kaydedilen ortalama değer, 12 günlük muhafaza süresi sonunda 39.76 olarak saptanmıştır. Buradaki azalmanın sarımsakta antioksidan kapasitesinin büyük çoğunluğunu oluşturan kükürtlü bileşik ve fenolik bileşik ve C vitamininin

depolamanın ilerleyen günlerinde parçalanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Koca ve ark. (2016)'nın yaptığı araştırma sonuçlarında taze sarımsaklarda antioksidan kapasite değerleri 30.80-82.97 arasında değişmiştir. Sonuçlarımız araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisindedir. Genel olarak antioksidan kapasite değerlerindeki farklılıklar genetik kaynak, ekolojik faktörler ve depolama koşullarından kaynaklanmaktadır (Bayili ve ark., 2011). Öte yandan, Koca ve ark. (2016)'nın aynı yöntemle taze sarımsaklarda belirledikleri antioksidan kapasite değerleri 9.40-9.50 arasında değişmiş olup bu değerler çalışmamızda belirlediğimiz değerlerden daha yüksektir. Bu farklılığın bitkisel materyal olarak başın da örnekler dahil edilmesi, çeşit ile vejetasyon periyodundaki ekolojik koşullardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketlemenin antioksidan kapasitesine (% inhibisyon) etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | | Ortalama |
|-----------------------|---------------------------|---------------|-----------------------------|
| | Kontrol | MAP | |
| 0 | 56.37 ± 0.03 ¹ | 56.37 ± 0.03 | 56.37 ± 0.02 a ² |
| 3 | 33.73 ± 6.10 | 30.97 ± 2.78 | 32.35 ± 3.06 b |
| 6 | 44.32 ± 2.20 | 33.08 ± 8.90 | 38.70 ± 4.81 b |
| 9 | 34.17 ± 2.07 | 32.47 ± 2.17 | 34.56 ± 1.82 b |
| 12 | 37.20 ± 8.20 | 42.30 ± 10.10 | 39.76 ± 5.94 b |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur,

²P≤0.05 düzeyinde, dikey harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Yeşil sarımsak yapraklarında tüketici tercihi olarak da nitelendirilebilecek, görsel kalite değerlendirmesi yeşil renk durumu, yapraklarda eğrilik ve iç yaprak uzaması parametrelerinin 1-9 puan arasında değerlendirilmesi esasına göre gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarımız, bu parametre değerlerinin gerek paketleme durumu gerekse muhafaza süresinin etkisi ile önemli düzeyde değiştiğini göstermiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 7, şekil 1). Paket materyallerine ait ortalama değerler incelendiğinde, paketli yeşil sarımsak yapraklarının,

açıkta muhafaza edilen kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek tüketici tercihi puanlarına sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ürünlerin görsel kalite puanlamalarında önemli düşüş saptanmıştır. Bu durum taze sarımsak yapraklarının da diğer yapraklı sebze türlerinde olduğu gibi hasattan sonra en kısa süre içinde tüketiciye ulaştırılması gereğini ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçlarımız Fan ve ark. (2003)'ün yaptığı

soğandaki genel görsel kalite sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 7. Soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketlemenin görsel kaliteye (1-9 puan) etkisi

| Muhafaza Süresi (gün) | Uygulama | | Ortalama |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|
| | Kontrol | MAP | |
| 0 | 9.00 ± 0.00 ¹ | 9.00 ± 0.00 | 9.00 ± 0.00 a ² |
| 3 | 5.00 ± 0.00 | 6.33 ± 0.66 | 5.66 ± 0.42 b |
| 6 | 4.33 ± 0.66 | 5.66 ± 0.66 | 5.00 ± 0.51 b |
| 9 | 3.00 ± 0.00 | 4.33 ± 0.66 | 3.66 ± 0.42 c |
| 12 | 2.33 ± 0.66 | 4.33 ± 0.66 | 3.33 ± 0.61 c |
| Ortalama | 4.73 ± 0.64 b² | 5.93 ± 0.51 a | |

¹Veriler ortalama ± OSH olarak sunulmuştur,

²P≤0.05 düzeyinde, yatay harfler paketleme uygulamaları, dikey harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir.



Şekil 1. Açıkta (üst) ve MA'de paketlenerek (Alt) soğukta muhafaza edilen yeşil sarımsak yapraklarının depolama süresince görünümü.

Araştırma sonuçlarına göre, yeşil sarımsak yapraklarında MA'de paketleme, 2 °C sıcaklıkta ve % 75-85 oransal nem koşullarında gerçekleştirilen 12 günlük soğukta muhafaza süresince ağırlık kayıplarını azaltmış, suda çözünür kuru madde kapsamındaki düşüşü yavaşlatmıştır. Ayrıca MA'de paketlenen yeşil sarımsak yaprakları, daha iyi bir görsel kalite ve tüketici beğenisine ulaşmıştır. Diğer yandan MA'de paketleme, yeşil sarımsak yapraklarının renk ve nispi klorofil kapsamı ile antioksidan kapasitesi değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir. MA'de paketlenen örneklerde 12 günlük soğukta muhafaza sonunda TEA kapsamı değerleri, daha düşük olarak ölçülmüştür. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, MA'de paketlenmeyen yeşil sarımsak yaprakları 6 gün, MA'de paketlenen yeşil sarımsak yapraklarının ise 12 gün süre

ile 2 °C'de soğuk hava depolarında optimum kalitede depolanabileceği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda yeşil sarımsak yapraklarının MA'de paketlenerek depolanması ve pazarlanmasının, kalite korunumu bakımından önemli bir potansiyele sahip olabileceği belirlenmiş olmakla birlikte bu alanda, özellikle farklı geçirgenliklere sahip olan ambalaj materyalleri ve farklı derim sonrası uygulamaların kalite korunumuna etkisini ortaya koyabilecek araştırmalara gereksinim vardır.

ÖZET

Amaç: Sektörün talebi doğrultusunda yürütülen bu çalışmada, 12 günlük depolama sürecinde yeşil sarımsak yapraklarının kalite korunması üzerine modifiye atmosferli paketleme (MAP)'nin etkisi incelenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Bala/Ankara'dan hasat edilen yeşil sarımsak yaprakları, ön soğutma (2°C sıcaklıkta 5 saat süre ile soğuk hava deposunda bekletilmiştir) sonrasında düşük yoğunluklu polietilen torbalarda paketlenerek 2°C sıcaklık, % 75-85 oransal nemde 12 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sürecinde, ağırlık kaybı, renk, suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) kapsamı, antioksidan kapasite, görsel kalite özellikleri ve nispi klorofil içeriği (SPAD) gibi bazı kalite bileşenlerinde oluşan değişimler izlenmiştir. MAP, yeşil sarımsak yapraklarında, SÇKM ve TEA miktarı, ağırlık kaybı ve görsel kalite üzerinde etkili olmuştur. Genellikle muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak ağırlık kayıpları ve TEA değerleri artış göstermiştir.

Genel Yorum: Yeşil sarımsak yapraklarının modifiye atmosferli koşullarda paketlenerek depolanması, tüketici tercihini olumlu etkilemiş, muhafaza süresince SÇKM kapsamındaki düşüş ile ağırlık kayıplarındaki artışı yavaşlatmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Yeşil sarımsak yapraklarında pazarlama sırasında oluşan kayıpların engellenmesine yönelik olarak ülkemizde ilk kez yürütülen bu çalışmanın, gelecek çalışmalar için aydınlatıcı bir zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil sarımsak yaprakları, MAP, kalite, depolama.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akan S, Halloran N (2012) Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Uygulamaların Sarımsakta Depo Ömrü ve Kaliteye Etkisi. *Gıda* 37(4), 227-234.
- Anonim (2016) Mettler Toledo Retrieved May 25, 2019, from <http://tr.mt.com/tr/tr/home.html>. (Erişim tarihi: 10.06.2019)
- Anonim (2018) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim tarihi: 17.06.2019)
- Anonymous (2005) Shipping point and market inspection instructions for common green onions. Retrieved June 18, 2019, from https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Common_Green_Onions_Inspection_Instructions%5B1%5D.pdf
- AOAC (1990) Solids (soluble) in fruits and fruits products. In: K. Helrich (ed.) Official Methods of Analysis. 15th ed., AOAC Inc., 1230., Arlington, VA.

- Arzanlou M, Bohlooli S (2010) Introducing of green garlic plant as a new source of allicin. *Food Chem* 120, 179-183.
- Bağcı EG (2010) Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde kuraklığa bağlı oksidatif stresin fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerle belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Ens., Toprak Bölümü ve Bitki Besleme ABD. 420 s.
- Batcioglu K, Yilmaz Z, Satilmis B, Uyumlu AB, Erkal HS, Yucel N, Gunal S, Serin M, Demirtas H (2012) Investigation of in vivo radioprotective and in vitro antioxidant and antimicrobial activity of garlic (*Allium sativum*). *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 16(3), 47-57.
- Bayili RG, Abdoul-Latif F, Kone OH, Diao M, Bassole IHN, Dicko MH (2011) Phenolic compounds and antioxidant activities in some fruits and vegetables from Burkina Faso. *Afr. J. Biotechnol* 10, 13543-13547.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT -Food Sci Technol* 28, 25-30.
- Cantwell M, Suslow T (2002) Garlic. Recommendations for maintaining postharvest quality. Retrieved June 20, 2019, from <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFact> s.
- Cantwell M, Hong G, Suslow T (2001) Heat treatments control extension growth and enhance microbial disinfection of minimally processed green onions. *HortSci* 36(4), 732-737.
- Chu YL, Raghu R, Lu KH, Liu CT, Lin SH, Lai YS, Cheng WC, Lin SH, Sheen LY (2013). Autophagy therapeutic potential of garlic in human cancer therapy. *J Tradit Complement Med* 3(3), 159-62.
- Fan X, Niemira BA, Sokorai KJB (2003). Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves. *J Food Sci* 68(4), 1478-1483.
- Goldy R (2000) Producing garlic in Michigan. Extension Bulletin E-2722, 1-12. Retrieved June 15, 2019, from [https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/producting-garlic-in-michigan_\(e2722\).pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/producting-garlic-in-michigan_(e2722).pdf)
- González CA, Travier N, Luján-Barroso L, Castellsagué X, Bosch FX, Roura E, et al. (2011) Dietary factors and in situ and invasive cervical cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition study. *Int J Cancer* 129, 449-59.
- González A, Cález G, Moreno F, Rodríguez N, Sotelo I (2012). Análisis combinado acústico-mecánico durante el almacenamiento de cebolla (*Allium fistulosum* L.) mínimamente procesada. *Scientia Agropecuaria* 3(2), 117-122.

- Hong G, Peiser G, Cantwell M (2000) Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. *Postharvest Biol Technol* 20, 53-61.
- Jin ZY, Han RQ, Zhang XF, Wang XS, Wu M, Zhang ZF, Zhao JK (2013) The protective effects of green tea drinking and garlic intake on lung cancer in a low cancer risk area of Jiangsu province. *China. Chin J Epidemiol* 34 (2), 114-9.
- Kasim MU, Kasim R, Erkal S (2008) UV-C treatments on fresh-cut green onions enhanced antioxidant activity. maintained green color and controlled 'telescoping'. *J Food Agric Environ* 6, 63-67.
- Khatua TN, Adela R, Banerjee SK (2013) Garlic and cardioprotection: Insights into the molecular mechanisms. *Can J Physiol Pharmacol* 91, 448-58.
- Khuda-Bukhsh AR, Das S, Saha SK (2014) Molecular approaches toward targeted cancer prevention with some food plants and their products: Inflammatory and other signal pathways. *Nutr Cancer* 66, 194-205.
- Koca I, Tekgüler B, Koca AF (2016) Antioxidant properties of green *Allium* vegetables. *ISHS. VII Int. Sym. on Edible Alliaceae*, October 28, Niğde, Turkey. pp 201-206.
- Lee MK, Park JS, Na HS (2005) Proximate compositions of green garlic powder and microbiological properties of bread with green garlic. *Korean J. Food Preserve* 12(1), 95-100.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective color measurements. *HortSci* 27(12), 1254-1255.
- Nambiar VS, Sharma M (2014) Carotene content of coriander leaves (*Coriandrum sativum*). *Amaranth. Red (Amaranthus Sp. Green garlic (Allium sativum) and Mogri (Raphanus caudatus) and its products. J App Pharm Sci* 4(8), 069-074.
- Soccol CR, Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Pandey A (2006) New perspectives for citric acid production and application. *Food Technol Biotechnol* 44(2), 141-149.
- Tapiero H, Townsend DM, Tew KD (2004) Organosulfur compounds from alliaceae in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother* 58,183-93.
- Torun M (2015). Gama ışınlatma ve yenilebilir kaplamanın farklı koşullarda depolanan soyulmuş diş sarımsağın raf ömrü üzerine etkisi. *Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Gıda Mühendisliği ABD*, 148 s.
- Tsouvaltzis P, Siomos AS, Gerasopoulos D (2006) Effect of hot water treatment on leaf extension growth. fresh weight loss and color of stored minimally processed leeks. *Postharvest Biol and Technol* 39, 56-60.
- Upadhyay RK (2016) Garlic: A potential source of pharmaceuticals and pesticides: A review. *Intern J Green Pharm* 10(1), 1-28.
- Zor TT (2006) Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) allicin ve alliin içeriğinin HPLC ile belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği ABD*. 75 s.