

Atmosfer kontrollü modül sisteminin soğukta muhafaza süresince sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde meyve kalitesi ve SO₂ kalıntısı üzerine etkisi

Seda Sevinç ÜZÜMCÜ^{1*}, Atakan GÜNEYLİ², Mehmet Ali KOYUNCU³, Cemile Ebru ONURSAL⁴

¹Eğirdir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Isparta/Türkiye

²Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta/Türkiye

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/Türkiye

⁴Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü, Antalya/Türkiye

Alınış tarihi: 10 Haziran 2022, Kabul tarihi: 12 Kasım 2022

Sorumlu yazar: Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ, e-posta: sedasevincuzumcu@gmail.com

Öz

Amaç: Bu çalışma içerisinde farklı sayıda kükürt dioksit (SO₂) jeneratörü yerleştirilmiş atmosfer kontrollü modül (AKM) sisteminin, Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde muhafaza süresince boyunca meyve kalite değişimine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Optimum dönemde derilen Sultani Çekirdeksiz üzüm salkımları soğutmalı araçla (4± 1°C) hemen laboratuvara nakledilmiştir. Dört gruba ayrılan üzüm salkımları içerisinde 0 (AKM), 8 (AKM+1/3 SO₂) ve 24 (AKM+SO₂) adet SO₂ jeneratörü bulunan AKM ile 1 adet SO₂ jeneratörü konulmuş modifiye atmosferli poşetler (MAP) içerisinde yerleştirilmiştir. Ambalajlanan üzümler 0°C ve % 90 ± 5 oransal nemde 180 gün süreyle depolanmıştır. 30 gün aralıklarla üzümlerde ağırlık kaybı, tane eti sertliği, kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), poşet iç gaz bileşimi, solunum hızı, sap kopma direnci, SO₂ kalıntı miktarı ve duyuşal özellikler belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları:SO₂ uygulamasının meyvelerin kalitesinin korunmasında etkili olduğu görülmüştür. AKM+SO₂ uygulaması üzüm muhafazasında önemli sorunlardan biri olan SO₂ kalıntısının önlenmesinde etkili olmuştur. Ayrıca AKM uygulamaları tane eti sertliği, sap kopma direnci ve tat-aroma bakımından MAP+SO₂ uygulamasını göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Pratikte yaygın olarak kullanılan MAP+SO₂ uygulaması solunum hızı ve bazı kalite parametreleri bakımından bariz olumlu sonuçlar vermiş, ancak depolamanın 2. ayından sonra bu ambalajlarda SO₂ kalıntı oranı 10 ppm sınırını aşmıştır.

Sonuç: Duyusal analiz, tane eti sertliği, sap kopma direnci ve SO₂ kalıntısı sonuçları dikkate alındığında, belirtilen koşullarda 24 (AKM+SO₂) kombinasyonunda üzümler 150 gün soğukta depolanabilmiştir.

Anahtar kelimeler: Üzüm, SO₂ kalıntısı, kalite, depolama, MAP

Effect Of The Atmosphere Controlled Module System On Fruit Quality and SO₂ Residue in Grape CV. Sultani Seedless During Cold Storage

Abstract

Objective: This study was carried out to determine the effects of atmosphere-controlled module (AKM) system having different numbers of SO₂ generators on fruit quality of Sultani Seedless grape during cold storage.

Materials and Methods: Grape fruit harvested at optimum stage were transported immediately to the laboratory under refrigerated conditions (4 ± 1°C). After dividing into four groups, grapes were placed in AKM, which has 0 (AKM), 8 (AKM+1/3 SO₂) and 24 (AKM+SO₂) SO₂ generators, and modified atmosphere bags with 1 SO₂ generator (MAP+SO₂). Packaged grape fruit were stored at 0°C and 90 ± 5% relative humidity for 180 days.

Results: The weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), respiration rate, gas composition of box, stem rupture force, SO₂ residue and sensory quality were determined at monthly intervals during cold

storage. The SO₂ treatments were effective in maintaining the fruit quality of grapes. The AKM+SO₂ treatment had better results in preventing SO₂ residue, which is one of the important problems in grape storage. In addition, AKM treatments gave better results than MAP+SO₂ in terms of fruit flesh firmness, stem rupture force and taste-aroma. The MAP+SO₂ treatment, which is widely used in practice, gave obvious positive results for respiration rate and some quality parameters, but after the 2nd month of storage, the SO₂ residue rate in these packages exceeded the 10 ppm limit.

Conclusion: Considering the results of sensory analysis, fruit flesh firmness, stem rupture force and SO₂ residue, grape fruit could be stored for 150 days in the AKM+SO₂ combination.

Keywords: Grape, SO₂ residue, quality, storage, MAP

Giriş

Üzüm iklim ve toprak istekleri yönünden çok seçici olmaması ve çoğaltma yöntemlerinin kolay olması gibi sebeplerden dolayı dünyadaki en yaygın kültür bitkilerinden biridir (Peyro,2017). Taze tüketimi dışında birçok değerlendirme şeklinin olması yanı sıra insan beslenmesi için önemli vitamin, mineral ve çeşitli biyoaktif bileşikler içerdiği de üzüme olan talebi artırmaktadır (De Simone ve ark., 2020). 2020 yılı FAO verilerine göre, dünyada 78.034 milyon ton üzüm üretimi yapılmaktadır (FAOSTAT, 2022). Dünya üzüm ticaretinde etkin bir role sahip olan Türkiye’de sofralık, kurutmalık ve şaraplık olmak üzere 3.670.00 ton üzüm üretilmektedir (TÜİK, 2022). Bahçe ürünlerinde derim sonrası meyve kalitesini korumak amacıyla kullanılan etkili yöntem soğukta muhafazadır. Ancak üzümlerde derim sonrasında görülen su kaybı ve tanelerinin patojenlere karşı duyarlılığı soğukta muhafazayı sınırlandırmaktadır (Bal ve ark., 2018). Özellikle derim sonrası dönemde kurşuni küfün (*Botrytis cinerea*) neden olduğu salkım esmerleşmesi ve gri küf oluşumu sofralık üzümlerde kalite kayıplarının oluşmasında ana faktördür (Carter ve ark., 2015). Bu kayıpları azaltmak için üzümlerde kullanılan ticari yöntem SO₂ uygulamasıdır (Youssef ve ark., 2015). SO₂ uygulaması *Botrytis cinerea* ve diğer bazı fungusların gelişimi ve yayılması önlerken (Palou ve ark., 2002; Carter ve ark., 2015), üzüm tanelerinde solunum hızının baskılanması ve bazı biyokimyasal bileşiklerin kaybının yavaşlamasını üzerine de etkili olmaktadır (Crisosto ve ark., 2001; Karaçalı, 2012). Diğer taraftan SO₂ gazının belli bir

konsantrasyonun üzerine çıkması, depolama sürecinde üzüm tanelerinde SO₂ zararının oluşmasına neden olabilmektedir. Aşırı miktardaki SO₂ gazı tanelerde ağarma ve esmerleşme yapması dışında insan sağlığı açısından da olumsuz etkilere yol açabilmektedir (De Simone ve ark., 2020). Üzüm depolamasında SO₂ uygulamasında en yaygın uygulanan yöntem yavaş salınımlı SO₂ jeneratörlerinin kullanımınıdır (Söylemezoğlu, 2001). Üzüm muhafazasında genellikle SO₂ pedleri MAP içerisine yerleştirilerek kullanılmaktadır. MAP ürünlerin solunum hızına göre gaz geçirgenlik özelliği düzenlenmiş ve üzüm muhafazasında ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılan bir ambalajlama yöntemidir (Martinez-Romero ve ark., 2003; Artes-Hernández ve ark., 2006; Liguori ve ark., 2015). Diğer bir deyişle, MAP tekniği çabuk bozulma eğiliminde olan ürünlerde dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacıyla ürün yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile ürünün ambalajlanması işlemidir (Çelikkol, 2011). Son yıllarda MAP tekniği kullanılarak çoğu taze üründe derim sonrası kayıplar sınırlandırılmıştır. Ancak MAP kullanılarak yapılan depolama faaliyetlerinde ideal sonuç almak için hemen hemen her ürün türü için farklı geçirgenlik özelliğine sahip ambalaj malzemesi üretmek gerekmektedir. Bazı ürün grupları benzer metabolik faaliyetler gösterdiği için aynı ambalaj malzemesi kullanılarak depolanabilmektedir. Ancak bu durumda değişik olumsuzluklarla karşılaşabilmektedir. Diğer taraftan bu ambalaj malzemelerinin bir defa kullanılabilmesi ve kullanılmayan malzemelerin bekletme sürelerinin birkaç yılla sınırlı olması, MAP’ı ekonomik olmaktan uzaklaştırmaktadır. Ayrıca büyük oranda polietilen esaslı olan bu malzemelerin ciddi bir çevre kirliliği oluşturduğu da göz ardı edilmemelidir.

AKM, son yıllarda yeni geliştirilen depolama teknolojilerinden biridir. Diğer depolama sistemlerine alternatif olan bu sistem kasa (modül) ve özel gaz geçirimli membrana sahip kapaktan oluşmaktadır. Kapaklardaki membran sistemi belirli ölçülerde CO₂ ve O₂ geçişine izin vermektedir. Gaz geçişi pasif difüzyon yoluyla olmaktadır. Dolayısıyla paletli kasa içerisine konulan ve difüzyonla sınırlı gaz geçişi sağlayan özel membranlı kapak kapatıldığında, ürünler kendi solunumları sonucunda oluşan doğal atmosferde kontrollü olarak depolanabilmektedir. Oluşan ortamın ürün üzerindeki etkisi raf ömrü sürecinde devam etmektedir. Depolamada AKM

kullanımının diğer depolama sistemlerine göre farkı incelendiğinde; AKM sistemi ile depolamada her kasa birbirinden bağımsız olduğu için modül içerisinde herhangi bir bozulma ya da çürüme meydana geldiğinde diğer modüller etkilenmediği için ürünler daha sağlıklı olarak muhafaza edilmektedir. Ayrıca modüllerin bağımsız olması aynı dönemde hasat edilen ve depolama koşulları aynı olan farklı meyve türlerinin birlikte depolanmasına imkan sunmaktadır. AKM sisteminde üzüm, kiraz, kayısı gibi kısa süreli depolanan ürünler için normal atmosfer (NA) koşullarında ek bir gereksinim olmadan MAP'a göre ürün atmosferinin daha dinamik olarak kontrol edilebileceği bir depolama ortamı oluşturulmaktadır. Öte yandan bu özel kasa sistemleriyle ürün halde ya da marketlerde pazarlanıncaya kadar ilave bir paketlemeye gerek olmadan sağlıklı olarak taşınabilmekte ve son ana kadar ortam gaz bileşimi ürün isteğine göre ayarlanabilmektedir. Özel membranlı kapak sistemi sayesinde ortam sıcaklığı değişse de kasa içi gaz bileşimi belirli seviyede tutulabilmektedir. Bu özellikleriyle AKM'ler taşınabilir küçük kontrollü atmosferli konteynerler gibi işlev görebilmektedir. Bilindiği kadarıyla şu ana kadar Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde atmosfer kontrollü modül sistemiyle yürütülmüş bir muhafaza çalışması bulunmamaktadır.

Bu çalışmada hem AKM sisteminin hem de AKM sistemi içerisinde farklı oranlarda SO₂ jeneratörü kullanımının soğuk muhafaza süresince üzümlerde kalite değişimlerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metod

Materyal

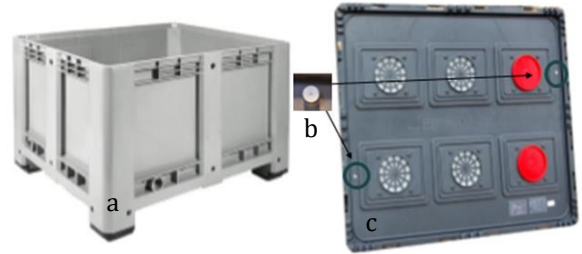
Çalışmada bitkisel materyal olarak Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidi kullanılmıştır. Salkımlar Manisa ili Alaşehir ilçesinde (rakım 186) ticari olarak yetiştiricilik yapılan bir bahçeden temin edilmiştir.

Derim

Üzüm salkımları suda çözünür kuru madde (SÇKM) (%21.6), titre edilebilir asitlik (TA) (0.45 g 100mL⁻¹), ve olgunluk oranı (SÇKM/TA) dikkate alınarak elle derim yöntemiyle optimum olgunlukta toplanmıştır (Türk ve ark., 2017; Yıldız ve Şen; 2015). Optimum derim tarihinde (20 Ekim 2017) derilen üzüm salkımları hemen soğutmali (2±1°C) araçla (kapalı ve soğutmali dorseye sahip 2015 model ISUZU) Meyvecilik Araştırma Enstitüsü (Eğirdir-Isparta) Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına nakledilmiştir.

Meyvelerin ambalajlanması ve depolama

Derimden hemen sonra laboratuvara getirilen meyvelerden çeşide özgü zemin rengini almamış, mekanik zarara uğramış, herhangi bir fungal veya bakteriyel bulaşması olanlar seçilerek deneme dışı bırakılmıştır. Sağlıklı salkımlar paketlenmek üzere 4 gruba ayrılmıştır. Denemede kontrol uygulamasında ticari uygulama baz alınarak her 5 kg'lık MAP (Lifepack®) içerisine 1 adet SO₂ jeneratörü konulmuştur. Atmosfer kontrollü modül (AKM, Sekil 1) uygulamalarında ise salkımlar 5 kg'lık plastik kasalara (Kızılca A.Ş. tarafından üretilen K 350 nolu plastik kasalar) konulmuş ve her modül içerisine 24 kasa yerleştirilmiştir. Uygulamalar; MAP+SO₂ (Kontrol), AKM (modül içerisinde SO₂ jeneratörü olmadan 5 kg'lık kasa içinde üzümler yerleştirilmiştir), AKM+ SO₂ (her 5 kg'lık kasa için 1 adet olmak üzere bir modül için toplam 24 adet SO₂ jeneratörü yerleştirilmiştir) ve AKM + 1/3 SO₂ (bir modül için toplam 8 adet SO₂ jeneratörü yerleştirilmiştir) olacak şekilde düzenlenmiştir. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 modül olarak olacak şekilde kurulmuştur. Her dönem için farklı modüller kullanılarak toplamda denemeye 54 adet AKM dahil edilmiştir. Ambalajlanan üzümler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 6 ay süreyle muhafaza edilmişlerdir (Bayramoğlu ve Şen, 2019). Üzümler 30 gün aralıklarla soğuk odadan çıkartılarak aşağıda belirtilen analizlere tabii tutulmuştur.



Şekil 1. Atmosfer kontrollü modülle ait bir görünüm a)paletli kasa, b)kapak üzerinde bulunan ve içerideki gaz bileşiminin okunduğu kısım c) özel gaz geçirimli membrana sahip kapak (Janny MT; Janny MT Trade Mark Peronne France)

Ağırlık kaybı

Üzümlerdeki ağırlık kaybının hesaplanması için depolama başlangıcında ve her analiz döneminde örnekler 0.01 g'a duyarlı dijital terazi ile tartılmış ve çıkan sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

Ağırlık kaybı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Çakır ve ark., 2014).

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \left(\frac{\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \right) \times 100$$

Tane rengi değişimi

Üzümlerde tane rengi ölçümleri her uygulamadan 15 adet tane ve 15 adet sap tesadüfi olarak seçilerek Minolta CR-400 (KonikaMinoltaInc., Japonya) kromometre cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Rengin değerlendirilmesinde aşağıda verilen hesaplama yöntemi (Giovanelli ve Paradiso, 2002) kullanılarak, Commission Internationale' Eclairage (CIE) L*, a*, b* değerlerinden hesaplanan ve meyve rengi değişimini ifade eden ΔE değeri kullanılmıştır. Renk değişiminin değerlendirmesinde kullanılan L* değeri parlaklığı, + a* değeri kırmızı, - a* değeri yeşil, + b* sarı ve - b* değeri mavi rengi temsil etmektedir.

$$\Delta E = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$$

ΔE = Renk değişimi (CIELab)

L₁* = Başlangıç rengi L* değeri

L₂* = Dönem rengi L* değeri

a₁* = Başlangıç rengi a* değeri

a₂* = Dönem rengi a* değeri

b₁* = Başlangıç rengi b* değeri

b₂* = Dönem rengi b* değeri

SÇKM ve TEA miktarı

Her tekerrürde yaklaşık 700 g üzüm salkımı kullanılarak üzümlerin suyu katı meyve sıkacağı yardımıyla çıkartıldıktan sonra SÇKM dijital refrakto metre ile ölçülmüş ve % olarak ifade edilmiştir. TEA ise otomatik titratör (MettlerToledo T-50) yardımıyla ölçülmüştür. TEA ölçümü için meyve suyundan 5 mL alınarak üzerine saf su eklenerek 50 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 0.1 N sodyum hidroksit ile titre edilerek pH 8.1 oluncaya kadar eklenen sodyum hidroksit miktarı bulunmuştur. Harcanan sodyum hidroksit miktarı üzerinden örneklerde bulunan TEA miktarı, tartarik asit cinsinden g 100mL⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Çakır ve ark., 2014).

SO₂ kalıntı miktarı

Üzüm salkımları her tekerrürde 1'er kg olacak şekilde tesadüfi olarak alınmış ve SO₂ kalıntı miktarı AOAC962.16 metoduna göre ppm olarak belirlenmiştir.

Paket içi gaz bileşimi

Hem MAP hem de AKM modül içerisindeki O₂ ve CO₂ miktarları gaz ölçüm cihazıyla (Tiempo tester Oxybaby Modeli M+i O₂/CO₂) ölçülmüş olup, sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Tane eti sertliği

Tane eti sertliği üzümlerin kabuğu soyularak tanenin yavaş yavaş orta yerinden 5mm çapında uç kullanılarak, 5mm derinliğe kadar ucun 10 cm/dk hızla batırılmasıyla ölçülmüştür. Ölçümde tekstür analiz cihazı (GüssFTA GS14 Güney Afrika) kullanılmıştır (Çakır ve ark., 2014).

Solunum hızı (mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹)

Yaklaşık 500 g alınan salkım örnekleri 2 L'lik kavanozlara yerleştirilmiş ve kavanozların kapakları gaz kaçırmayacak şekilde kapatılmıştır. Örnekler 24 saat 20°C'de bekletildikten sonra kapakta bulunan delikten alınacak gaz örneği gaz kromatografi cihazında (Agilent 7890-A) analiz edilmiştir. Solunum hızı ölçümleri için ısı iletkenlik dedektörü (TCD) bulunan gaz kromatografisi (Agilent GC-6890N) kullanılmıştır. Gaz kromatografisinde ölçümler için S/SL inletin splitmodunda gaz örnekleme valfi ile 1 mL'lik gaz örneğinde fusesilicakapiler kolon (GC-Gaspro, 30 m×0.32 mm I.D.) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz akışı sabit akış modunda 1.7mL dk⁻¹'dir. Fırın ve TCD sıcaklığı sırasıyla 40°C (izotermal) ve 250°C'dir. TCD'de taşıyıcı gaz olarak kullanılan yüksek saflıkta helyum (He) (makeup) ve referans akış hızı 7.0 mL dk⁻¹ 'dir. Solunum hızı (mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) gaz kromatografisinden elde edilen CO₂ değeri üzerinden hesaplanmıştır (Koyuncu,2022).

Kopma direnci

Tanenin saptan kopma kuvveti, Lİ ve ark.(2020)'nin belirttiği yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Tekstür analiz cihazı ile ters kuvvet uygulanarak tanenin salkımdan koparılma anındaki maksimum kuvvet esas alınarak tane kopma direnci gram (g) cinsinden saptanmıştır.

Duyusal Değerlendirme

Üzümlerde örneklerinde dış görünüş değerlendirmeleri 1-9 skalası (1: aşırı zayıf veya tekstür yumuşak;3: zayıf ve yumuşak; 5: orta ve pazarlanabilirliği sınırlı;7: iyi; 9: mükemmel), tat-aroma değerlendirmesi ise 1-5 skalasına(1:Çok kötü; 2: Kötü; 3: Orta; 4:İyi; 5: Çok iyi)göre yapılmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Sap esmerleşmesinin değerlendirilmesi için 1-4 skalası (1: salkım sağlıklı; 2: salkım hafif esmerleşmiş; 3: salkımda orta düzeyde esmerleşme; 4: salkım tam esmerleşmiş), meyvelerdeki patojen ve fizyolojik kaynaklı kayıpların değerlendirilmesi için 1-5 skalası (1: yok; 2: çok az; 3: orta; 4: yüksek; 5: çok yüksek) kullanılmıştır (Çakır ve ark., 2014).

İstatistiksel değerlendirme

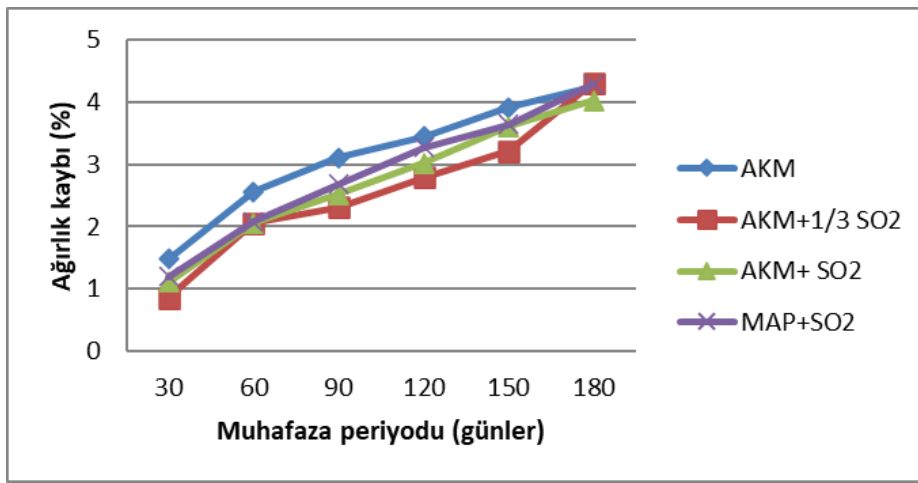
Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP 7 istatistik paket programı (100 SAS NC USA) kullanılarak varyans analizine tabi tutularak, depolama dönemleri ve koşulları ortalamaları arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine (P<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık kaybı

Ürünlerin muhafaza süresini kısıtlayan en önemli faktörlerden biri olan ağırlık kayıpları depolama süresince düzenli olarak artmıştır (Şekil 1). Uygulamalar arasında soğukta muhafaza süresince oluşan ağırlık kayıpları bakımından farklılık bulunmamıştır. Muhafazanın 30. gününde ortalama%1.16 olan ağırlık kaybı değeri, depolama sonunda %4.22'ye ulaşmıştır. En yüksek ağırlık kaybı (% 3.13) AKM uygulamasından elde edilirken, en düşük değer (% 2.59) AKM+1/3 SO₂ uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmamızda yer alan tüm muhafaza sistemleri sınırlı gaz ve su buharı geçirgenliğine izin

verecek şekilde kapalı olduğu için üzümelerde su kaybı yüksek olmamıştır. Çakır ve ark., (2014) ambalaj içi oransal nemin yüksek ve su buharı geçişinin sınırlı olduğu MAP ve benzeri kapalı ambalajlarda depolanan üzümelerde ağırlık kayıplarının az olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Yıldız ve Şen (2015), Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidini üzerinde açıklık bulunan ve bulunmayan ambalajda depolamışlardır. Çalışmada ağırlık kaybının kapalı ambalajlarda daha az olduğunu, bu durumunun oransal nemin yüksek olması ve kullanılan ambalajların (PE ve LDPE) üzüm tanesi ve salkımda su kaybını sınırlandırmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.)



Şekil 1. Soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinde ağırlık kaybı (%) değerlerinde meydana gelen değişimler

SÇKM

Uygulamalarının SÇKM değerleri üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. En yüksek ortalama SÇKM değeri MAP+ SO₂ (% 21) uygulamasından elde edilirken, AKM+1/3 SO₂ uygulaması en düşük değeri (% 20.0) vermiştir. Muhafaza başlangıcında %21.6 olan SÇKM değeri, muhafaza sonunda tüm uygulamalarda azalarak ortalama %19.0 olmuştur. SÇKM miktarı, meyvelerin olgunluk durumuna göre değişebilmekte olup, muhafaza süresince dalgalanmalar göstermiştir ve 150. günden sonra daha belirgin olmak üzere depolama sonunda azalmıştır. Düşük depolama sıcaklığı ve SO₂ uygulamasının solunumu azaltıcı etkisinin SÇKM değerindeki değişim üzerine etkili olduğu düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer şekilde, Ertürk-Çandır ve ark., (2009), üzümelerde depolama

süresinin sonuna doğru SÇKM miktarının azaldığını ve bu azalmanın en fazla SO₂ uygulanmayan üzümelerde elde edildiğini rapor etmiştir. Nitekim bizim çalışmamızda da SO₂ uygulanan örneklerde solunum hızının daha iyi baskılandığı (Çizelge 6) ve bunun 150. günden sonra SO₂ uygulanmayan üzümlere göre uygulanan örneklerde genel olarak daha az SÇKM kaybı şeklinde yansıdığı (Çizelge 1) görülmektedir. Özellikle solunumun en iyi baskılandığı MAP+SO₂ uygulamasında (Çizelge 6) ortalama SÇKM değerinin diğer uygulamalara göre kısmen yüksek kalması (%21) solunum hızı ile SÇKM arasındaki ilişkiyi destekler niteliktedir. Öte yandan Özdemir ve Dündar, (2002); Artes-Hernandez ve ark., (2003); Özkaya ve ark., (2005) ve Yıldız ve Şen (2015) muhafaza süresince SÇKM miktarında hiç azalma olmadığını veya hafif bir azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 1. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin SÇKM (%) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	21.6	20.7	21.2	22.4	21.5	18.9	18.8	20.7A*
AKM+1/3 SO ₂	21.6	20.8	18.8	19.8	20.2	19.7	19.2	20.0C
AKM+ SO ₂	21.6	19.4	20.2	21.7	21.0	19.7	18.7	20.3B
MAP+ SO ₂	21.6	20.3	20.8	21.2	22.1	21.5	19.4	21.0A
Ortalama Muh Sür.	21.6a*	20.3c	20.3c	21.3ab	21.2b	20.0c	19.0d	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05)

TEA

Çalışmamızda TEA üzerine uygulamalar ve muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2). Depolama boyunca TEA değeri tüm uygulamalarda azalmış ancak SO₂ uygulanan üzümler depolama sürecinde TEA değerlerini kısmen korumuşlardır. En yüksek ortalama TEA değeri MAP+ SO₂ (0.41 g 100mL⁻¹) uygulamasından elde edilirken, en düşük asitlik değeri (0.363 g 100mL⁻¹) AKM koşulundan elde

edilmiştir. Meyvelerde TEA gelişme ve olgunlaşmayla birlikte solunumda kullanılma, pektin parçalanması sonucu açığa çıkan katyonlarla nötrleşme, kristalleşme vb. sebeplerden dolayı azalma eğilimindedir (Karaçalı, 2012). Nitekim çalışmamızda da soğukta muhafaza süresince zamana bağlı olarak sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde TEA miktarları düzenli olarak azalmıştır. Benzer şekilde Ertürk-Çandır ve ark. (2009) ve Yıldız ve Şen (2015) depolama boyunca TEA miktarının sınırlı da olsa azaldığını kaydetmişlerdir.

Çizelge 2. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin TEA (g 100 mL⁻¹) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	0.45	0.40	0.35	0.35	0.34	0.31	0.32	0.36C*
AKM+1/3 SO ₂	0.45	0.39	0.38	0.38	0.34	0.32	0.31	0.37C
AKM+ SO ₂	0.45	0.43	0.38	0.37	0.34	0.34	0.32	0.38B
MAP+ SO ₂	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.38	0.36	0.41A
Ortalama Muh Sür.	0.45a*	0.41b	0.38c	0.37d	0.36e	0.342f	0.33g	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05)

Tane Eti Sertliği

Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde muhafaza süresi boyunca saptanan tane eti sertlik değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Tane eti sertlik değerleri muhafaza süresi sonunda başlangıç değerlerine göre azalma göstermiştir. İstatistik olarak önemli olmasa da muhafaza süresince ortalama en yüksek tane eti sertlik değeri (4.21N) AKM+SO₂ uygulamasından elde edilirken, en düşük değer (3.97 N) MAP+ SO₂ uygulamasında saptanmıştır. Üzümün sertlik ve tekstürünün, genellikle meyvenin turgoritesine bağlı olarak değiştiğini, derim sonrası meyvelerin paketlenmesi ya da MAP ortamında depolanmasının, nem kaybının önlenmesinde ve dolayısı ile meyvedeki sertlik değerlerinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Sims ve Halbrooks, 1986). Elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılan çalışmalarla (Artez-Hernandez ve ark., 2004; Valverde ve ark., 2005) benzerlik göstermiş ve muhafaza süresi

sonuna doğru tane eti sertliklerinde azalma görülmüştür.

SO₂ Kalıntı Miktarı

Muhafaza süresince SO₂ kalıntı değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4'de verilmiştir. Muhafaza başlangıcında SO₂ kalıntısı hiçbir grupta ortaya çıkmamıştır. İlk olarak depolamanın 30. gününde saptanan SO₂ kalıntısı 120. günden sonra oransal olarak azalarak devam etmiştir. AKM sisteminde MAP ile kıyaslandığında ortalama SO₂ kalıntı miktarının oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte üzüm tanelerinin korunması ve kayıpların önlenmesi için yeterli SO₂ konsantrasyonu AKM+SO₂ uygulamasından elde edilebilmiştir. Çalışmamızda yer alan patojen ve fizyolojik kaynaklı kayıpların değerlendirildiği Çizelge 8 incelendiğinde kayıpların en az AKM+SO₂ uygulamasından elde edilmesi de bu durumu doğrulamaktadır.

Çizelge 3. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin tane eti sertliği (N) üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	4.83	4.67	4.37	4.23	4.19	3.87	3.02	4.17 ^{od}
AKM+1/3 SO ₂	4.83	4.68	4.38	3.93	3.79	3.21	3.19	4.00
AKM+ SO ₂	4.83	4.64	4.57	4.53	3.70	3.60	3.60	4.21
MAP+ SO ₂	4.83	4.62	4.38	3.69	3.61	3.50	3.14	3.97
Ortalama Muh Sür.	4.83a*	4.65ab	4.43b	4.09c	3.82cd	3.55de	3.24e	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05), ^{od}: Önemli değil

Muhafaza süresince en yüksek SO₂ kalıntı miktarı MAP+SO₂ uygulamasında elde edilmiş ve özellikle 60. günden itibaren bu değer kabul edilebilir sınırın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yaş meyve ve sebzelerde güvenli kabul edilen maksimum SO₂ kalıntı miktarı 10 ppm olarak belirlenmiştir (Bayramoğlu ve Şen, 2019). Aşırı miktardaki SO₂ tanelerde ağarmaya, salkım iskeletinde kahverengileşme gibi kalite kayıplarına yol açmasının yanı sıra insan sağlığı üzerine de olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Söylemezoğlu, 2001 ve Bal ve ark.,

2018). Tozlu (2001) SO₂ kalıntı düzeyini belirlemek amacıyla Sultani çekirdeksiz ve Müşküle üzümünü 3 ay süre ile depolamış, sadece Müşküle çeşidinde muhafazanın 75.gününden itibaren SO₂ kalıntı miktarının insan sağlığı için kritik değer olan 10 ppm sınırını aştığını belirtmiştir. Çandır ve ark., (2014) SO₂ jeneratörleriyle delikli polietilen veya MAP torbalarda depolanan Red Globe üzümünde 3 ay soğukta muhafaza sonucunda çürümelerin düşük oranda olmasına karşın, SO₂ kalıntı miktarının izin verilen 10 ppm sınırını aştığı ve SO₂ zararına bağlı tane renginde beyazlama olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinde SO₂ (ppm) kalıntı miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	0.00	0.91	0.96	1.84	1.49	1.16	0.81	1.02D*
AKM+1/3 SO ₂	0.00	2.45	2.49	1.84	1.11	0.92	0.75	1.36C
AKM+ SO ₂	0.00	1.93	2.45	2.30	2.32	2.12	1.93	1.86B
MAP+ SO ₂	0.00	9.36	16.96	15.72	23.06	9.72	7.30	11.73A
Ortalama Muh Sür.	0.00f*	3.662d	5.71b	5.423c	6.994a	3.48d	2.70e	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05)

Paket içi gaz bileşimi

Muhafaza boyunca MAP ve AKM uygulamalarının ambalaj içi O₂ ve CO₂ oranlarında meydana gelen değişimler Çizelge 5'de verilmiştir. Depolama süresince dönem ilerledikçe ambalaj içi O₂ değeri sürekli azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek O₂ değeri (%9.2) MAP+SO₂ uygulamasından elde

edilirken, en düşük O₂ değeri (% 0.4)SO₂ bulunmayan AKM uygulamasından elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda CO₂ değeri depolama boyunca sürekli artmış ve 180 gün sonunda, AKM+ SO₂ uygulamasında % 13.4'e ulaşmıştır. MAP+SO₂ uygulamasında ise bu değer beklendiği gibi en düşük seviyede (% 6.5) kalmıştır.

Çizelge 5. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinde poşet içi gaz bileşimi (% O₂ ve CO₂) üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	30	60	90	120	150	180		
O ₂	AKM	11.1	6.4	3.1	1.6	1.4	0.4	4.0D*
	AKM+1/3 SO ₂	10.1	5.1	3.3	2.5	2.5	2.1	4.3C
	AKM+ SO ₂	11.0	7.6	6.0	4.9	4.9	4.4	6.5B
	MAP+ SO ₂	17.0	14.3	13.7	12.8	10.7	9.2	13.0A
	Ortalama Muh Sür.	12.3a*	8.3b	6.5c	5.5d	4.9e	4.0f	
CO ₂	AKM	4.9	7.3	8.6	10.7	12.0	13.4	9.5A
	AKM+1/3 SO ₂	5.7	7.8	9.6	10.2	11.5	12.9	9.6A
	AKM+ SO ₂	4.8	6.7	7.3	7.6	8.5	9.8	7.5B
	MAP+ SO ₂	2.1	2.9	3.7	4.1	5.6	6.5	4.1C
	Ortalama Muh Sür.	4.4f	6.2e	7.3d	8.2c	9.4b	10.7a	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05)

Bu sonuçlar solunum hızını en iyi baskılayan uygulamanın MAP+SO₂ olduğunu (Çizelge 6) doğrulamaktadır. Çalışma sonuçlarımıza uyumlu olarak Lurie ve ark. (2006), MAP içerisinde depolanan Thompson Seedles üzüm çeşidinde, muhafaza boyunca paket içi oksijen oranının zamanla düştüğünü ve karbondioksit oranının arttığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Valverde ve ark. (2005) farklı kaplama maddeleri kullanarak MAP içerisinde depolanan üzümlerde, oksijen oranının düştüğü ve karbondioksit oranının ise arttığını ve bu değişikliklerin depolamanın ilk 2 haftasında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Solunum hızı

Muhafaza süresince solunum hızı önce artan sonra azalan şeklinde dalgalanma göstermiştir (Çizelge 6). En yüksek solunum hızı değeri AKM (10.30 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) uygulamasından elde edilirken, MAP+SO₂

kombinasyonu solunumu en iyi baskılayan (6.44 mL CO₂ kg⁻¹s⁻¹) uygulama olmuştur. Keza Çizelge 5'de verilen poşet içi gaz değerleri de bu sonucu desteklemektedir. Denememizde üzüm solunum hızının yavaşlatılmasında SO₂ jeneratörlerinin etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç Karaçalı (2012)'nin üzümlerde SO₂ uygulamalarının solunum hızını yavaşlatarak olgunlaşmayı geciktirmektedir görüşü ile uyum içerisindedir. Benzer şekilde Silva-Sanzana ve ark. (2016) üzüm muhafazasında MAP+SO₂ koşulunun solunum hızını yavaşlatmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çakır ve ark., (2014) KA ve MAP+SO₂ koşullarında solunum hızının azaldığını bildirmiştir. Giraud ve ark. (2012) SO₂'nin solunumda glikoliz sürecini ve krebs döngüsünü baskılandığını, dolayısıyla SO₂ jenatörlerinin üzümlerde solunum hızının yavaşlamasında etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 6. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin solunum hızı (mLCO₂kg⁻¹s⁻¹) değerleri üzerine etkisi

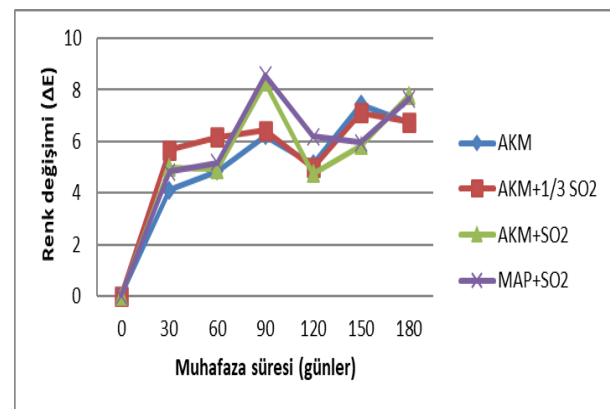
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	8.33	11.30	13.02	10.66	10.38	9.79	8.62	10.30 ^{ed}
AKM+1/3 SO ₂	8.33	9.41	10.39	10.12	9.2	8.84	8.07	9.33
AKM+ SO ₂	8.33	8.43	9.71	9.29	8.04	7.49	7.30	8.37
MAP+ SO ₂	8.33	7.06	7.98	6.26	6.19	4.68	4.57	6.44
Ortalama Muh Sür.	8.33c*	9.05b	10.28a	9.08b	8.46c	7.70d	7.14d	

Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05)^{ed}: Önemli değil.

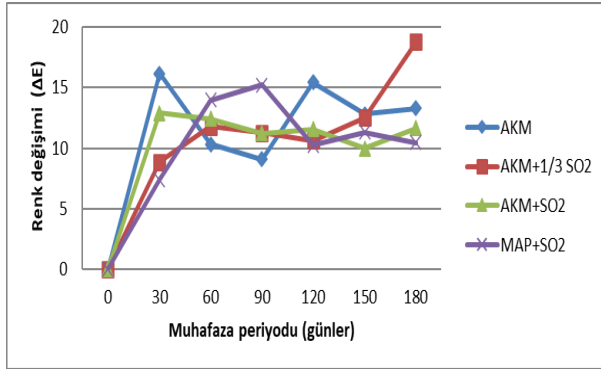
Tane ve salkım rengi değişimi

Şekil 2 ve 3'de Sultani üzüm çeşidinin muhafazası sırasında tane ve sap rengi değerlerinde meydana gelen değişimler verilmiştir. Hem tane hem de sap rengi değişiminde istatistik olarak önemli farklılık tespit edilmemiştir (p<0.05). Muhafaza süresince tane renginde dalgalanmalar görülmekle birlikte en yüksek renk değişimi 5.48 ile MAP+SO₂ uygulamasında, en düşük renk değişimi ise 4.92 ile AKM uygulamasından elde edilmiştir. Sap rengi bakımından elde edilen veriler incelendiğinde en yüksek renk değişimi (11.01) SO₂'siz muhafaza olan AKM uygulamasından elde edilirken, en düşük renk değişimi 9.79 ile MAP+SO₂ uygulamasında tespit edilmiştir. Hem sap rengi hem de tane renginde delta E değerinde meydana gelen değişimler sınırlı olmuştur. Benzer şekilde Yıldız ve Şen (2015) muhafaza süresince üzüm tanesinin a* değerinde kısmi bir artışın olmasına karşın değişimlerin sınırlı olduğunu bu durumunun üzerine düşük sıcaklık (-0.5° C) ve SO₂ uygulamasının etkili olduğu

bildirmiştir. Valizadeh ve Dündar (2018) Red Globe ve Alphonse Lavalée üzümlerinde SO₂ uygulamasının L*,a*,b*,C ve h⁰ değerleri üzerine sınırlı etkilerde bulunduğu bu etkinin istatistik olarak önemli olmadığını ve bildirmişlerdir.



Şekil 2. Soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinde tane rengi değerlerinde meydana gelen değişimler.



Şekil 3. Soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinde sap rengi değerlerinde meydana gelen değişimler.

Sap kopma direnci

Muhafaza süresince uygulamaların sap kopma direnci üzerine olan etkisi Çizelge 7’de verilmiştir. Muhafaza başlangıcında 291.1 g olan sap kopma direnci, muhafaza sonunda 148.1 g değerine düşmüştür. En yüksek sap kopma direnci 230.3 g ile AKM+1/3 SO₂ uygulamasından elde edilirken, en düşük sap kopma direnci ise 169.5 g ile MAP+SO₂ uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle üzüm tanelerinin saptan kopma kuvvetinde kararlı bir azalış eğiliminin görülmesi, yaşlanma ile uyumludur. Çünkü üzüm salkımlarında yaşlanmaya bağlı olarak tanenin saptan kopma kuvvetinde bir azalma görülmektedir (Crisosto ve ark., 2001).

Çizelge 7. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin kopma direnci (g) değerleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama
	0	30	60	90	120	150	180	
AKM	291.1	247.1	216.6	213.5	204.1	158.6	126.4	208.2B*
AKM+1/3 SO ₂	291.1	278.8	228.6	228.5	208.0	196.9	180.4	230.3A
AKM+ SO ₂	291.1	253.9	201.3	186.5	182.5	178.3	170.8	209.2B
MAP+ SO ₂	291.1	169.1	167.9	156.4	151.4	135.5	115.0	169.5C
Ortalama Muh. Sür.	291.1a*	237.2b	203.6c	196.2cd	186.5d	167.3e	148.1f	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P< 0.05).

Duyusal değerlendirme

Muhafaza süresince üzümlerin duyuşal değerlendirme puanları Çizelge 8’de verilmiştir. Denemede dış görünüş bakımından SO₂ pedlerinin bulunduğu uygulamalar (AKM+1/3 SO₂, AKM+SO₂ ve MAP+SO₂) ön plana çıkmaktadır. SO₂ uygulamasının yapılmadığı AKM’de muhafazanın 90. gününden itibaren dış görünüş puanları 3’ün altında (2.50) kalmış ve muhafaza sonunda 1.1 olmuştur. Muhafazanın 180. gününde dış görünüş bakımından AKM+1/3 SO₂ (2.7) ve MAP+ SO₂ (4.8) pazarlanabilir seviyenin altında kalırken, AKM+ SO₂ uygulaması 7 puan ile en iyi değeri almıştır. SO₂’li muhafaza sistemlerinin dış görünüş bakımından ön plana çıkmasında SO₂’nin kararlamayı geciktirici etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Muhafaza süresince tat-aroma bakımından en yüksek değer AKM+SO₂ (4.2), en düşük değer MAP+SO₂ (3.0) uygulamasından elde edilmiştir. Muhafazanın 90. gününden itibaren MAP+SO₂ (2.4) uygulamasında meyve tatlarında büyük oranda kayıpların olduğu tespit edilmiş ve bu durumun meyvede yoğun kükürt kokusu algılanmasıyla ilişkili olduğu kanısına

varılmıştır. Yine muhafazanın 90. gününden itibaren AKM uygulaması 2.4 puanla orta seviyenin (3) altında kalmış ve muhafaza sonuna kadar en düşük puanları olarak devam etmiştir. Bu durumunun AKM uygulamasında muhafazanın 60. gününden itibaren başlayan ve artarak devam eden bozulmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Dış görünüş değerlerine paralel olarak sap esmerleşmesinin geciktirilmesinde de en iyi uygulama AKM+SO₂ (2.31) kombinasyonu olurken, en fazla kararmanın görüldüğü uygulama SO₂ jeneratörlerinin kullanılmadığı AKM (1.34) olmuştur. Bu durum yine SO₂’nin kararlamayı geciktirici etkisinden kaynaklanmaktadır. Muhafazanın 60. gününden itibaren AKM (2.00) uygulamasında, 120. günde ise AKM+1/3SO₂ (2.50) uygulamasında esmerleşme başlamış ve daha sonrasında her iki uygulamada da artarak devam etmiştir. Patojen ve fizyolojik kaynaklı bozulmalar bakımından uygulamalar değerlendirildiğinde en fazla bozulmanın AKM (3.54) uygulamasında, en az bozulmanın ise AKM+SO₂ (1.53) uygulamasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda kayıpların en az görüldüğü koşullar yine SO₂

jeneratörlerinin kullanıldığı uygulamalar olmuştur. Elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak Gabler ve ark. (2010) ve Çakır ve ark. (2014) üzümün dış görünüşleri üzerine SO₂'nin fungus gelişimini yavaşlatıcı özelliğinden dolayı olumlu etkisinin olduğunu bildirmiştir. Ertürk-Çandır ve ark., (2009) 'Red Globe' üzüm çeşidini MAP, MAP+etanol jeneratörü, MAP+SO₂ ve delikli polietilen poşet+SO₂ kullanarak muhafaza etmişlerdir. Denemede

meyvedeki sap esmerleşmelerinin önlenmesinde SO₂ ile kombineli MAP ve delikli polietilen uygulamalarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yıldız ve Şen (2015) SO₂ uygulanan üzüm salkımlarında 4 aylık depolama sonunda esmerleşmesinin hafif düzeylerde olduğunu belirlemişlerdir. Özdemir ve Dündar (2002) SO₂ uygulanan üzümlerde mantarsal bozulmanın en az olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 8. Uygulamaların soğukta depolama boyunca Sultani üzüm çeşidinin dış görünüş, tat, sap kararması ve kayıp değerleri üzerine etkisi

	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalamalar
		0	30	60	90	120	150	180	
Dış görünüş	AKM	9.0	8.1	6.3	2.5	2.4	1.2	1.1	4.4D*
	AKM+1/3 SO ₂	9.0	8.2	7.8	6.2	5.6	5.2	2.7	6.4C
	AKM+ SO ₂	9.0	8.8	8.3	8.1	8.0	7.1	7.0	8.0A
	MAP+ SO ₂	9.0	8.5	6.9	6.5	6.4	5.6	4.8	6.8B
	Ort. Muh. Sür.	9.0a*	8.4b	7.3c	5.8d	5.6d	4.8e	3.9f	
Tat-aroma	AKM	5.00	4.6	4.0	2.4	2.2	1.8	1.5	3.1C
	AKM+1/3 SO ₂	5.00	4.9	4.1	4.2	2.8	2.5	1.5	3.6B
	AKM+ SO ₂	5.00	4.6	4.4	4.5	4.2	3.4	3.3	4.2A
	MAP+ SO ₂	5.00	4.9	3.7	2.2	2.0	2.0	1.0	3.0C
	Ort. Muh. Sür.	5.0a	4.8a	4.1b	3.3c	2.8d	2.4e	1.8f	
Sap kararması	AKM	1.00	1.00	2.00	2.30	2.90	3.50	3.50	2.31A
	AKM+1/3 SO ₂	1.00	1.00	1.30	2.10	2.50	3.10	3.20	2.03B
	AKM+ SO ₂	1.00	1.00	1.00	1.10	1.20	1.30	2.80	1.34C
	MAP+ SO ₂	1.00	1.00	1.00	1.30	1.50	1.70	3.00	1.50C
	Ort. Muh. Sür.	1.00f	1.00f	1.33e	1.70d	2.03c	2.40b	3.13a	
Kayıp miktarı	AKM	1.00	1.40	3.20	4.70	4.80	4.80	4.90	3.54 ^{öd}
	AKM+1/3 SO ₂	1.00	1.00	2.00	2.50	2.90	3.30	4.40	2.44
	AKM+ SO ₂	1.00	1.00	1.00	1.10	1.70	1.80	3.10	1.53
	MAP+ SO ₂	1.00	1.00	1.00	1.40	2.40	2.90	3.50	1.89
	Ort. Muh. Sür.	1.00f	1.10f	1.80e	2.43d	2.95c	3.20b	3.98a	

*Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.05), ^{öd}: Önemli değil.

Sonuç

Kalite parametreleri incelendiğinde SO₂'li muhafaza sistemlerinin SO₂'siz sistemlere kıyasla Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin soğukta muhafaza sırasında kalitesinin korunmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. MAP+SO₂ uygulamasının bazı kalite parametreleri üzerine bariz olumlu etkisi olmasına rağmen depolamanın 60.gününden itibaren bu kombinasyonda SO₂ kalıntı miktarının 10 ppm'in üzerine çıktığı belirlenmiştir. AKM uygulamalarının sertlik, sap kopma direnci ve tat-aroma bakımından MAP+SO₂ uygulamasını geride bırakması dikkat çekici olmuştur. AKM sistemi üzüm muhafazasında önemli sorunlardan biri olan SO₂ kalıntısının önlenmesinde etkili olmuştur. AKM+ SO₂ uygulamasına tabi tutulan üzüm salkımları duyu analizi, tane eti sertliği, sap kopma direnci ve SO₂

kalıntısı sonuçları dikkate alındığında, belirtilen koşullarda 150 gün soğukta muhafaza edilebilmiştir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

SSÜ: Araştırmanın yürütülmesi, araştırmada yer alan fiziksel, kimyasal ve duyu analizlerinin takip edilmesi ve ölçümünün gerçekleştirilmesi, literatür taraması, araştırma bulgularının makaleye dönüştürülmesinde katkı sağlamıştır.

AG: Araştırmada yer alan fiziksel, kimyasal ve duyu analizlerinin takip edilmesi ve ölçümünün gerçekleştirilmesi elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesinde katkı sağlamıştır.

MAK: Araştırmanın planlanması, elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yayınlanmasına

ilişkin gerekli düzeltmelerin gerçekleştirilmesi ve kontrolünde katkı sağlamıştır.

CEO: Araştırmanın planlanması ve makale yazımının kontrolünde katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Artes-Hernández, F., Aguayo, E., & Artes, F. (2004). Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 31(1), 59-67.
- Artes-Hernández, F., Tomás-Barberán, F. A., & Artes, F. (2006). Modified atmosphere packaging preserves quality of SO₂-free 'Superior seedless' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 39(2), 146-154.
- Bal, E., Torçuk, A.İ., & Demir, K.Ö.K. (2018). Derim Sonrası UV-C ve Etanol Uygulamalarının Red Globe Üzüm Çeşidinin Kalitesi ile Muhafaza Süresi Üzerine Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3), 335-347.
- Bayramoğlu, A., & Şen, F. (2022). The Effects of Different Rates of Polyethylene Bags Openings on Storage of 'Sultana Seedless' Grape Variety. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3), 381-387.
- Carter, M. Q., Chapman, M. H., Gabler, F., & Brandl, M.T. (2015). Effect of sulfur dioxide fumigation on survival of foodborne pathogens on table grapes under standard storage temperature. *Food Microbiology*, 49, 189-196.
- Çakır, İ.O., Koyuncu, M.A., Erbaş, D. (2014). "Red Globe"üzüm çeşidinin soğukta muhafazası üzerine ozon uygulamasının etkisi. Proceedings of the VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu; Sep 23-25; Bursa, Turkey. p. 32-38.
- Crisosto, C. H., Smilanick, J. L., & Dokoozlian, N. (2001). Table grapes suffer water loss, stem browning during cooling delays. *California Agriculture*, 55(1).
- Çelikkol I. (2011). Bazı Ön Uygulamaların Ve Modifiye Atmosferde Paketleme (Map)'Nin Taze Ve Tüketime Hazır (Fresh-Cut) AlphonseLavallee Üzüm Çeşidinin Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi. S 88
- De Simone, N., Pace, B., Grieco, F., Chimienti, M., Tyibilika, V., Santoro, V., & Russo, P. (2020). Botrytis cinerea and table grapes: A review of the main physical, chemical, and bio-based control treatments in post-harvest. *Foods*, 9(9), 1138.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A., (2016). 1-Metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Ertürk-Çandır, E., Özdemir, A. E., Kamiloğlu, Ö., Soyulu, E. M., Dilbaz, R., & Üstün, D. (2009). Modified atmosphere packaging and ethanol generators to control decay of Red Globe table grapes during storage. *6th International Postharvest Symposium*, 8-12.
- FAOSTAT, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.faostat.fao.org>. Erişim tarihi: 07.01.2022.
- Gabler, F. M., Mercier, J., Jimenez, J. I., & Smilanick, J. L. (2010). Integration of continuous biofumigation with Muscodor albus with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 55(2), 78-84.
- Giraud, E., Ivanova, A., Gordon, C. S., Whelan, J., & Considine, M. J. (2012). Sulphur dioxide evokes a large scale reprogramming of the grape berry transcriptome associated with oxidative signalling and biotic defence responses. *Plant, cell & environment*, 35(2), 405-417.
- Giovanelli, G., & Paradiso, A. (2002). Stability of dried and intermediate moisture tomato pulp during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(25), 7277-7281.
- Kader, A.A. (1997). A summary of CA requirements and recommendations for fruit other than apples and pears. In: CA '97 Proc. Volume 3: Post harvest Horticulture Series, 17, 1-34.
- Karaçalı, İ. (2012). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Koyuncu, M.A. (2020). The effect of hot water, 1-MCP, and lovastatin on fresh-cut apples after long-term controlled atmosphere storage, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: 44(2), 9.
- Liguori, G., Sortino, G., De Pasquale, C., & Inglese, P. (2015). Effects of modified atmosphere packaging on quality parameters of minimally processed table grapes during cold storage. *Adv. Hortic. Sci*, 29, 152-154.
- Lurie, S., Pesis, E., Gadiyeva, O., Feygenberg, O., Ben-Arie, R., Kaplunov, T., & Lichter, A. (2006). Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 42(3), 222-227.
- Martínez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2003). Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. *Journal of Food Science*, 68(5), 1838-1843.

- Özdemir, A.E., Dündar, Ö. (2002). Red Globe Üzüm Çeşidinin Soğukta Muhafazası. Türkiye 5. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu, Bildiri, 5-9 Ekim 2002, Kapadokya- Nevşehir, sf:403-407.
- Palou, L., Usall, J., Munoz, J. A., Smilanick, J. L., & Vinas, I. (2002). Hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of clementine mandarins. *Postharvest biology and Technology*, 24(1), 93-96.
- Peyro, H., Mirjalili, S. A., & Kavooosi, B. (2017). Effect of salicylic acid and aloe vera gel on postharvest quality of table grapes (*Vitis Vinifera*). *Trakia Journal of Sciences*, 15(2), 154-159.
- Sims, C. A., & Halbrooks, M. C. (1986). Quality comparison of "Orlando Seedless" with "Thompson Seedless" grapes.. In *Proceedings of the... annual meeting of the Florida State Horticulture Society (USA)*.
- Silva-Sanzana, C., Balic, I., Sepúlveda, P., Olmedo, P., León, G., Defilippi, B. G., & Campos-Vargas, R. (2016). Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on rachis quality of 'Red Globe' table grape variety. *Postharvest Biology and Technology*, 119, 33-40.
- Söylemezoğlu, G., (2001). Sofralık üzümün muhafazasında ön soğutmanın önemi. *Gıda* 26 (2), 141-146
- TUIK. (2022). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> Date of access: 07.01.2022
- Türk, R., Güneş, N.T., Erkan, M. & Koyuncu, MA. (2017). Bahçe ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somtad yayınları.
- Tozlu, C. (2001). Sofralık üzüm çeşitlerinin muhafazası ve pazarlanması aşamalarında kükürt dioksit (SO₂) kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara. 47s).
- Valverde, J. M., Guillen, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., & Valero, D. (2005). Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7458-7464.
- Yaldız, S., & Şen, F. (2015). Sofralık sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin depolanmasında farklı kükürt dioksit jeneratörlerinin etkinliğinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), 297-305.
- Youssef, K., Roberto, S.R., Chiarotti, F., Koyama, R., Hussain, I., & de Souza, R.T. (2015). Control of Botrytis mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 193, 316-321.