

Araştırma Makalesi

Geçici Şeftali Çeşitlerinin Depolanmasında 1-MCP ve Dinamik Kontrollü Atmosfer Koşullarının Kullanımı

Kenan Kaynaş^{1*}  Hatice Nihan Çiftçi¹  Cemre Aktürk²  Hulusi Kıyı² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale

²Anadolu Etap Penkon Gıda A.Ş. Gönen / Balıkesir

*Sorumlu yazar: k_kaynas@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.08.2023

Kabul Tarihi: 20.03.2024

Öz

Taze meyve ve sebzelerin depolanmasında en yeni teknoloji olan Dinamik Kontrollü Atmosferde (DKA) muhafaza modeli, elmalarda ticari uygulamaya olanak bulmasına karşılık diğer türlerde halen araştırılma aşamasındadır. Bu çalışma kapsamında çok geçici ve uzun süre depolanan bazı şeftali çeşitlerinin en az kayıpla ve depolama sürelerini uzatmak amacıyla 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulaması ile DKA koşullarında depolama ve sadece DKA koşullarında depolamanın etkileri araştırılmıştır. Çalışmada-bitkisel materyal olarak Anadolu Etap Penkon Gıda A.Ş.'nin Çanakkale Kumkale beldesinde tesis edilmiş olan bahçelerinden temin edilen çok geçici ANET 30, ANET 33 ve ANET 55 şeftali çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır. Hasattan sonra meyvelere gaz izolasyonlu kontrollü atmosfer odalarında 24 saat süreyle 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapıldıktan sonra, kademeli olarak sıcaklığı 1°C düşürülen DKA koşullarında 60 gün süreyle depolama yapılmıştır. DKA çalışmalarında, Balıkesir ili Gönen İlçesinde bulunan ticari kontrollü atmosfer depolarında chlorophyll fluorescence sensörleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortam CO₂ oranı ise ürünlerin solunumu sonucu ortama verilen CO₂ sayesinde sabit (%3) tutulmuştur. Ancak çalışmada meyvelerde oluşabilecek risk nedeniyle ortam O₂ oranı minimum %1 seviyesinde sabitlenmiştir. Çalışmada meyveler 60 gün süreyle depolanmış ve başlangıça göre depolama sonunda meyve eti sertliği (MES), suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asit (TEA), şeker içerikleri ve kabuk rengindeki değişimler saptanmıştır. Genel olarak şeker içerikleri ve SÇKM miktarı bakımından DKA konularının NA konusuna göre daha düşük değerlerde kaldığı belirlenmiştir. İlaveten fenolik madde miktarı Anet 30 ve Anet 55 çeşitlerinde NA depolamada daha yüksek seyretmiştir. Bu özelliklerdeki değişimler dikkate alındığında şeftali çeşitlerinin DKA koşullarında (%1 O₂ + %3 CO₂) önemli bir kalite kaybı olmadan 60 gün depolanabileceği tespit edilmiştir. Projede en uzun depolama süresi 60 gün olarak hedeflenmesine karşılık gözlemler bu meyvelerin DKA koşullarında 75-80 güne kadar depolanabileceği yönündedir.

Anahtar Kelimeler: ANET 30-33-55 Şeftali Çeşitleri, 1-Metilsiklopropan, Dinamik Kontrollü Atmosfer, Depolama, Kalite.

The Effects of 1-MCP Use of Dynamically Controlled Atmospheric Conditions in the Storage of Late Peach Varieties

Abstract

Although the Dynamic Controlled Atmosphere (DCA) storage model, the newest technology in the storage of fresh fruits and vegetables, has found commercial application in apples, it is still under research in other species. Within the scope of this study, the effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) application and storage under DCA conditions and storage only under DCA conditions were investigated in order to minimize losses and extend the storage period of some peach varieties stored very late and for a long time. As plant material in the study, the fruits of the very late ANET 30, ANET 33 and ANET 55 peach varieties obtained from the orchards of Anadolu Etap Penkon Gıda A.Ş. located in Çanakkale Kumkale were used. After harvest, 1-MCP was applied to the fruits at a dose of 625 ppb for 24 hours in gas-insulated controlled atmosphere rooms, and then stored for 60 days under DKA conditions, where the temperature was gradually lowered by 1°C. DCA studies were carried out using chlorophyll fluorescence sensors in commercial controlled atmosphere warehouses located in Gönen District of Balıkesir province. The ambient CO₂ ratio was kept constant (3%)

thanks to the CO₂ released into the environment as a result of respiration of the products. However, in the study, the ambient O₂ rate was fixed at a minimum level of 1% due to the risk that may occur in fruits. Fruits were stored for 60 days and at the end of storage, fruit firmness, water soluble dry matter, titratable acid, sugar contents and changes in skin color were determined. In general, it was determined that DCA subjects remained at lower values than NA subjects in terms of sugar content and water soluble dry matter amount. Additionally, the amount of phenolic substances was higher in Anet 30 and Anet 55 varieties during NA storage. Considering the changes in these characteristics, it has been determined that peach varieties can be stored for 60 days under DCA conditions (1% O₂ + 3% CO₂) without any significant quality loss. Although the longest storage period is targeted as 60 days in the project, the observations are that these fruits can be stored up to 75-80 days under DCA.

Keywords: ANET 30-33-55 Peach Varieties, 1-Methylcyclopropane, Dynamic Controlled Atmosphere, Storage, Quality.

Giriş

Günümüzde soğutma, üstün mühendislik teknolojileriyle desteklenerek büyük bir endüstriye dönüşmüştür. Bugün meyve ve sebzelerin muhafazası yalnızca soğukta bekletme yöntemi olarak kalmamıştır. Son yıllarda geliştirilen ve kullanımı yaygınlaşan kontrollü atmosferli depo sistemleri ürünlerin solunumlarını kontrol altına alarak bekleme sürelerinin sınırlarını zorlamaktadır.

Şeftali (*Prunus persica* L.), ılıman iklime sahip alanlarda yetiştirilen ve tüketiciler tarafından sevilen ve aranan bir meyve türüdür. Dünya 25 milyon ton olan şeftali ve nektarin üretiminde, ülkemiz 856.500 ton üretimiyle 5. sırada bulunmaktadır. Çanakkale ise bu meyvelerin yetiştiriciliğinde ilk sırayı 126 489 ton şeftali ve 36 654 ton nektarin üretimi ile almaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Türkiye'nin sahip olduğu çeşitli iklim koşulları sayesinde çok erkenci ve çok geçici çeşitler dahil olmak üzere pazarda beş ay boyunca şeftali taze meyve olarak tüketime sunulabilmektedir. Türkiye'de günümüze kadar şeftali ihracatının yeterince gelişmesine engel olan faktörler geçici, pazar isteklerine uygun, şeftali çeşitlerinin yetiştirilmemesi ve şeftali meyvesinin kısa olan depolama süresi ve raf ömrüdür. Çalışmamızda materyal olarak seçilen geçici şeftali çeşitlerinin özellikle dış pazarda ilgi görmesi nedeniyle daha uzun süre boyunca pazara sunmak ve depolayarak raf ömürlerini uzatmak ülke ekonomisi açısından önem taşımaktadır.

Şeftali 0 °C sıcaklık, %90 oransal nem olan uygun depolama koşullarında dahi en fazla 3-4 hafta muhafaza edilebilen, fizyolojik bozulmaları hızlı gerçekleşen ve mantar etmenine bağlı çürümelere oldukça hassas olan bir meyve türüdür. Depolama süresince şeftalide %12-28 oranı arasında kayıplar meydana gelmekte olup bu kayıplar özellikle ağırlık kayıpları, yünleşme, meyve eti kahverengileşmesi, üşüme zararı gibi fizyolojik bozulmalar ile kahverengi çürüklük, (*Sclerotinia fructicola*), monilia çürüklüğü (*Monilinia fructicola*) ve rizopus çürüklüğü (*Rhizopus stolonifer*) gibi mantarsal faktörler kökenlidir. Su kaybı ile birleşen bahsi geçen bozulmalar önemli boyutlarda ticari kayıplara sebep olmaktadır (Crisosto, 2002; Neves ve ark., 2013; Kesmen ve Kaynaş, 2018).

Türkiye'de toplam 7 milyon m³ kapasiteli 1896 adet soğukta muhafaza tesisi olmasına karşılık bunların çok az bir kısmı yeni teknolojilerle donanımlıdır. Son yıllarda yabancı ve yerli kuruluşlar tarafından kurulan tesislerde bulunan yeni teknolojiler maalesef uygulama şekli konusunda bilgi eksikliği nedeniyle aktif kullanılmamakta, sınırlı olarak sadece elma muhafaza edilmeye çalışılmaktadır (Türk, 2018).

Taze meyve ve sebzelerde derim sonrası kayıpları azaltmak için günümüzde değişik depolama teknikleri ve hasat sonrası uygulamalar geliştirilmiştir. Normal soğuk depolarda muhafaza yanında, değişik özelliklere sahip modifiye atmosfer (MA) torbaların kullanımı ve kontrollü atmosferde (KA), ultra düşük oksijende (ULO), dinamik kontrollü atmosferde (DKA) depolama en yaygın kullanılan teknolojilerdir (Zanella ve ark., 2005; Watkins, 2008).

Dinamik Kontrollü Atmosfer (DKA) sistemi patentli bir teknoloji olup, ticari olarak pazarlanması İtalyan Isolcell firmasına aittir. DKA; statik kontrollü atmosferli muhafazadan farklı olarak oda içi atmosfer değerlerinin anlık olarak ölçülebildiği ve depolanan ürünün isteğine göre yine bu oda atmosfer değerlerin anlık olarak değiştirilebildiği dinamik bir sistemdir. Bu sistemde; içine 6 adet meyve konulabilen ve içinde bir ışık kaynağı ile klorofil flüoresans sensörleri bulunan özel kaplar kullanılmaktadır. DKA sisteminin konsepti depoda atmosfer bileşimindeki oksijen düzeyinin meyvenin tolerans gösterebileceği en alt seviyeye kadar indirilmesidir. Bu durum anaerobik kompanse noktası (ACP) olarak da tanımlanmaktadır (DeEll ve ark.,1995). Gelişmiş ülkelerin kullandığı DKA koşullarında depolama, elma, armut, avokado gibi meyvelerde başarılı sonuçlar vermiş ve uygulamaya

geçmiştir (Burdon ve ark., 2010). Şeftali çeşitleri için dünyada dinamik kontrollü atmosfer koşullarında depolama konusunda az sayıda çalışma yapılmıştır. Ferrer-Mairal ve ark. (2012), geçici ve et şeftali çeşitlerinden Jesca ve Evaisa meyvelerinin KA koşullarında 45 güne kadar depolandığını açıklamışlardır. Diğer yandan Cano-Salazar ve ark. (2013), Big Top, Early Rich, Venus ve Sweet Dream nektarin çeşitlerinde KA koşullarında (%2 O₂ + %5 CO₂) aroma ve diğer kalite öğelerinin kaybının en az olduğunu saptamışlardır. Truque ve ark. (2012) Miraflores şeftali çeşidinde KA'da depolama ile fungal çürümelerin tamamen önlendiğini, CO₂ konsantrasyonunun 10 kPa değerinin üzerine çıkartıldığı zaman aroma kaybının görüldüğünü açıklamışlardır. Şeftali ve nektarinlerin KA koşullarında araştırma çalışmaları bulunmasına karşılık DKA koşullarında depolanması ve raf ömrü konusunda Türkiye'de yapılmış çalışma yoktur.

Diğer yandan şeftali – nektarin muhafazasında farklı gaz geçirgenlik özelliklerine sahip torbalar kullanılarak MA koşullarında muhafaza çalışmaları yapılmıştır.

Taze meyve ve sebze ürünlerinin başarı ile muhafazasında etilenin kontrolü önemli etkenlerinden biridir. Olgunlaşma hormonu olarak bilinen hormon hücreler tarafından sentezlenmekte ve ürünü hızla olgunlaşmaya ve yaşlanmaya götürmektedir. Günümüze kadar olan süreçte etilen sentezinin yavaşlatılması veya durdurulması ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bunların arasında depo atmosferinden etilenin temizlenmesi, etilen emici kimyasalların kullanımı gibi seçeneklerin yanında son zamanlarda 1-MCP'nin kullanımı sebzelerde ve özellikle klimakterik gösteren meyvelerde ticari olarak çok yaygınlaşmıştır. 1-MCP hücre zarında bulunan etilen reseptörlerine yerleşerek etilen sentezini düşürecek şekilde etki eden ve muhafaza alanında büyük gelişme sağlanmasına olanak tanıyan bir materyaldir (Watkins ve ark., 2000; Blankenship ve Dole, 2003). 1-MCP ile ilgili olarak tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çok fazla sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak diğer meyve türlerine kıyasla şeftali için uygulanma ihtimaline dair araştırma sayısı azdır.

Çalışmamızda şeftali depolanmasında depolama süresini uzatmak ve en az kalite kaybı ile öngörülenden daha uzun süre depolama yapmak amacıyla; meyvelerin DKA sisteminin teksel ve 1-MCP ile birlikte kullanımının potansiyeli araştırılmıştır. Bu kapsamda farklı amaçlara yönelik ekonomik ticari uygulama kombinasyonları ortaya konulabilecektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada bitkisel materyal olarak ANET 30, ANET 55 ve ANET 33 şeftali çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır. Meyveler, sertlik, meyve kabuk rengi ve suda eriyebilir kuru madde değerleri izlenerek (Ertan ve ark.1984). ANET 33 ve ANET 55 çeşitleri 27.09.2021 tarihinde, ANET 30 çeşidinde ait meyveler 14.10.2021 tarihinde hasat edildikten sonra Anadolu Etap Penkon Gıda Gönen ilçesinde bulunan tesislerine götürülmüş ve 8-10°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra aynı sıcaklıkta gaz izolasyonlu kontrollü atmosfer odalarında 625 ppb dozunda 1-MCP ile muamele edilmiştir. 1-MCP uygulanan ve uygulama yapılmayan meyveler 5 günlük süreç içerisinde kademeli olarak oda sıcaklığı düşürülerek 1-2°C sıcaklıkta DKA koşullarında depolama yapılmıştır. Soğuk oda, DKA moduna alındıktan sonra depo atmosferi O₂ oranı azot jeneratörü sayesinde %3 seviyelerine çekilmiş bu arada solunum sonucu CO₂ gerekli yüksek seviyeye geldikten sonra O₂ oranının düşmesi ve meyveyi strese sokarak anerobik kompanse noktasında pik almaya zorlanmıştır. Ancak, O₂ oranı azot jeneratörü yardımıyla %1'e kadar düşürülse de oda tamamen dolu olmadığı için anerobik kompanse noktası piki görülmemiştir. Bunun sonucunda DKA koşullarında oda O₂ oranı %1-2 arasında, ortam CO₂ oranı ise ürünlerin solunumu sonucu ortama verilen CO₂ sayesinde sabit (%3) tutulmuştur.

Hasattan sonra 1-MCP uygulanan meyveler ile 1-MCP uygulanmamış meyveler oda içi atmosfer değerlerinin anlık olarak ölçülebildiği ve depolanan ürünün isteğine atmosfer değerlerin anlık olarak değiştirilebildiği, klorofil flüoresans sensörleri (Flourescence Interactive Response Monitor) bulunan özel kaplar içinde 60 gün süreyle depolanmışlardır. Kullanılan DKA sisteminde depo atmosferinde gaz oranlarının sabit tutulabilmesi amacına tesisin kapısının açılmaması ve çalışmanın 1000 ton kapasiteli ticari odada yapılması nedeniyle depolama süresince belirli zaman aralıklarında meyvelerde kalite kontrolü ve ağırlık kaybı takibi yapılmamıştır. Depolamada kullanılan 1-MCP için ön çalışma sonucu seçilen 625 ppb dozu seçilmiştir. Depolama süresince ilk 5 gün sonra 0°C sıcaklık, %90-95 oransal nem, %1 O₂ ve %3 CO₂ koşulları termostat, higrostat, gaz analizatörleri ile anlık olarak ölçülmüş ve gerektiğinde müdahale edilmiştir.

Çalışmada kalite değerlendirmesinde el tipi sertlik ölçüm cihazı (Effegi 48011) ile doğrudan (kg) olarak meyve eti sertliği (MES), refraktometre ile (%) suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), elektrometrik titrasyon yöntemi ile şeftalide etkin organik asit olan malik asit cinsinden titre edilebilir asit miktarı ($g \cdot 100g^{-1}$), (Cemeroğlu, 1992), UV-VIS spektrofotometresi yardımıyla şeker içerikleri ($g \cdot 100g^{-1}$) (Ross, 1959) belirlenmiştir. Meyve kabuk rengindeki değişimler Minolta Kolorimetresi (CR 300, Minolta, Japonya) ile CIE $L^* a^* b^*$ cinsinden ölçülerek Hue açısı (h°), kroma (C^*) ve L^* değerleri belirlenmiştir (McGuire, 1992). Meyvelerin toplam fenolik madde içeriği FolinCiocalteu metoduna göre mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) $mg/100 ml$ cinsinden verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

İstatistik Analizler

Çalışmada sadece başlangıç ve 60 gün depolama sonunda alınan değerlerde incelenen kalite özelliklerinin uygulamalara göre değişimini ortaya koymak için; elde edilen bulgular Temel Bileşen Analizine tabi tutularak değerlendirilmiştir (Abdi ve Williams, 2010). Temel Bileşen Analizine (TBA) ait grafikler şekil olarak ve rakamlar çizelge halinde sunulmuştur. Temel Bileşen Analizi Minitab 17 istatistik paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Depolama süresince belirli zaman aralıklarına ait değerler alınmadığı için varyans analizinden ziyade TBA tercih edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda yer alan meyvelerde olgunlaşma, yaşlanma belirtisi olarak kabul edilen meyve kabuk renk değerlerinde çok büyük bir değişim görülmemiştir. Başlangıçta yeşil sarı olan kabuk ve et rengi kısmen açılım göstermiş, meyve TEA, SÇKM ve MES değerlerinde beklenen değişimler kontrol meyvelerine göre önemli derecede düşük oranda gerçekleşmiştir. DKA odasında depo tamamen doldurulamadığı bu nedenle depo oransal nem değeri istenen %90-95 düzeyinde tutulamaması nedeniyle tüm çeşitlere ait meyvelerde su kaybı olduğu için sertlik ölçümlerinde meyvelerin elastiki özellik kazanmasından dolayı bazı MES değerleri yüksek bulunmuştur.

DKA koşullarında yapılan depolama şeklinde meyvelerde yapılan gözlemlerde 60 gün sonra ANET 33 ve ANET 55 çeşitlerinde kısmen meyve eti kararması görülürken, ANET 30 çeşidinde herhangi bir fizyolojik bozulma görülmemiştir. 1-MCP uygulanarak ve uygulanmadan doğrudan DKA koşullarında muhafaza edilen meyvelerde mantari etmenlerden ileri gelen kahverengi çürüklük (*Brown rot*), (*Sclerotinia fructicola*), monilia çürüklüğü (*Monilinia fructicola*) ve rizopus çürüklüğü (*Rhizopus stolonifer*) hiç görülmemiştir. Depolamada çok düşük O_2 ve yüksek CO_2 değerleri bu etmenleri tamamen etkisiz duruma getirmiştir. Daha önceki araştırmalarda ürünün bulunmuş olduğu ortamdaki O_2 miktarı azaldıkça çürüme miktarında da azalmalar olduğu belirtilmiş ve en az çürümenin oksijensiz ortamda sağlandığına değinilmiştir (El-Grooni ve Sommer, 1981). Çalışmamızda da sağlanan düşük oksijen koşulları üründe meydana gelebilecek kararmaları Anet 30 çeşidi için bozulmaları ise tüm çeşitler için önlemiştir. Bununla beraber oksijen oranı %1 'in altına düşen koşullarda ürünlerde oksijensiz solunum başlamakta bu nedenle lipid peroksidasyonu, vitamin ve aminoasit bozulması ile etanol ve asetadehit birikimi görülmekte sonuç olarak meyvelerde tat ve aromanın bozulmasına neden olmaktadır (Thompson, 2010). Bu duruma istinaden oksijen seviyesinin %1 'in altına inmesi önlenmiştir.

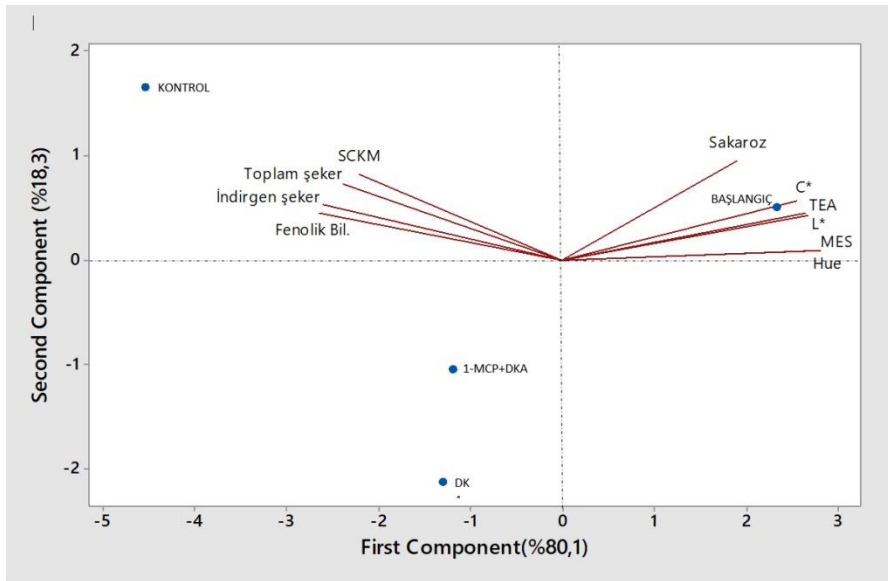
ANET 30 şeftali çeşidi meyvelerinin Normal Atmosfer (NA), Dinamik Kontrollu Atmosfer (DKA) ve 1-MCP uygulaması yapılarak DKA koşullarında 60 gün depolanması sonucu bazı kalite özelliklerindeki değişimler Çizelge 1 'de sunulmuştur.

ANET 30 şeftali çeşidinin muhafaza çalışmasında yapılan TBA analiz sonucuna göre ilk iki temel bileşen varyasyonun %98,40'ını açıklamaktadır (Şekil 1). TB1 ile yüksek korelasyon gösteren indirgen şeker ve fenolik bileşik değişkenleri arasında negatif korelasyon bulunmuşken, meyve eti sertliği (MES), titre edilebilir asitlik (TEA), renk parlaklığı (L^*), Hue açı değeri (h°), kroma (C^*) değişkenleri arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. TB2 ile yüksek korelasyon gösteren toplam şeker, sakaroz ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değişkenleri arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 2). Başlangıç konusu üzerine MES, TEA, L^* , h° , C^* ve sakaroz değişkenleri pozitif yönde etkili iken, SÇKM, toplam şeker, indirgen şeker ve fenolik bileşikler negatif yönde etkilidir. Kontrol konusunda ise SÇKM, toplam şeker, indirgen şeker ve fenolik bileşikler pozitif yönde etkili, MES, TEA, L^* , h° , C^* ve sakaroz değişkenleri negatif yönde etki etmiştir.

Table 1. Changes in some quality characteristics after 60 days of storage of ANET 30 peach variety fruits under different conditions

Çizelge 1. ANET 30 şeftali çeşidi meyvelerinin farklı koşullarda 60 gün depolanması sonucunda bazı kalite özelliklerindeki değişimler

Kalite Özellikleri	Depolama Süresi	Depolama Koşulları		
		NA	1-MCP + DKA	DKA
MES (kg)	Başlangıç	4,48	4,48	4,48
	60 gün	3,54	3,86	3,96
SÇKM (%)	Başlangıç	11,80	11,80	11,80
	60 gün	13,37	11,80	11,78
TEA (g. 100 g ⁻¹)	Başlangıç	1,02	1,02	1,02
	60 gün	0,25	0,32	0,34
Kabuk rengi L*	Başlangıç	64,73	64,73	64,73
	60 gün	51,41	53,80	53,02
Kabuk rengi (h°)	Başlangıç	92,58	92,58	92,58
	60 gün	86,41	90,11	92,58
Kabuk rengi (C*)	Başlangıç	55,52	55,52	55,52
	60 gün	26,17	26,56	25,41
Fenolik bileşikler (mg. 100 ml ⁻¹ GAE)	Başlangıç	102,86	102,86	102,86
	60 gün	296,71	181,55	133,06
İndirgen şeker (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	2,63	2,63	2,63
	60 gün	4,85	3,12	3,05
Sakaroz (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	3,05	3,05	3,05
	60 gün	2,89	2,87	2,68
Toplam şeker (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	5,84	5,84	5,84
	60 gün	7,89	6,21	5,86



Şekil 1. ANET 30 şeftali çeşidine ait meyvelerin bazı kalite özelliklerindeki değişimin temel bileşen analizinde dağılımı

Figure 1. Distribution of changes in some quality characteristics of fruits of ANET 30 peach variety in principal component analysis

Başlangıçta renk değerleri ve TEA ile sakaroz miktarı yüksek iken depolama sürecinde SÇKM, toplam şeker, fenolik bileşikler ve indirgen şeker değişkenleri Kontrol, 1-MCP+DKA ve DKA konularını artan değerler ile etkilemekle beraber bu etki kontrol konusunda olduğu kadar yüksek bir etki değildir. Bununla birlikte kontrol konusu (NA)'nın şekerler ve fenolik bileşikler bakımından diğer konulara oranla daha yüksek değerlere sahip olduğu ve diğer konulara oranla meyve kalitesini

korumada zayıf kaldığı görülmektedir. Bu durum şekerler ve fenolik bileşikler bakımından DKA koşullarının meyve kalitesini korumada etkili olduğuna işaret etmektedir. 1-MCP+DKA ve DKA konularını karşılaştırdığımızda ise SÇKM, toplam şeker, fenolik bileşikler ve indirgen şeker değişkenleri 1-MCP+DKA daha fazla etkilemiştir. Anet 30 şeftali çeşidi için uygulamalar arasında DKA koşullarında depolamanın meyve kalitesinin korunması ve uzun süre depolama için en uygun yöntem olduğu ifade edilebilir.

Table 2. Principal component matrix of some quality characteristics of ANET 30 peach variety fruits
Çizelge 2. ANET 30 şeftali çeşidi meyvelerine ait bazı kalite özelliklerinin temel bileşen matrisi

Kalite Özellikleri	TB 1	TB 2	TB 3
MES	0,350	0,053	-0,280
SCKM	-0,276	0,451	-0,348
TEA	0,330	0,250	-0,293
L*	0,334	0,236	-0,143
h°	0,347	0,048	0,444
C*	0,319	0,309	-0,245
Fenolik Bileşikler	-0,329	0,250	0,323
İndirgen Şeker	-0,324	0,289	-0,160
Sakaroz	0,238	0,522	0,554
Toplam Şeker	-0,298	0,398	0,023

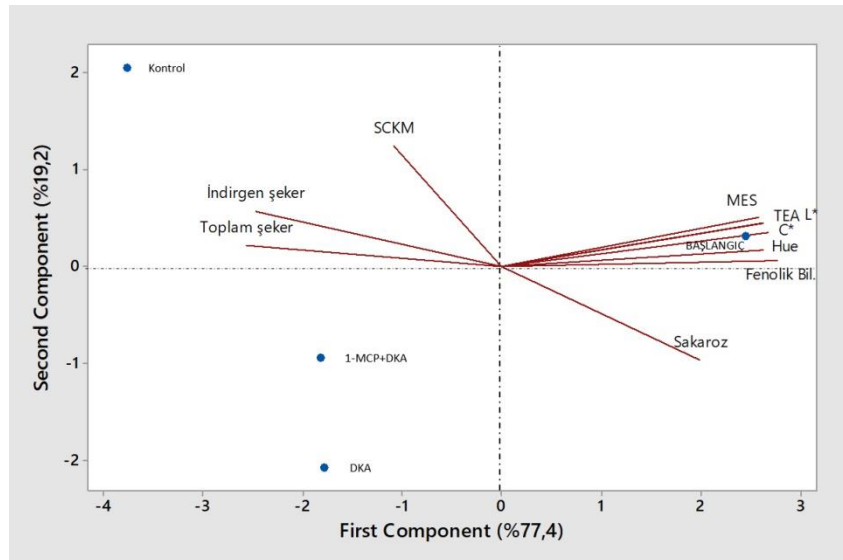
ANET 33 şeftali çeşidi meyvelerinin NA, DKA ve 1-MCP uygulaması yapılarak DKA koşullarında 60 gün depolanması sonucu bazı kalite özelliklerindeki değişimler Çizelge 3'de sunulmuştur.

ANET 33 çeşidinde yapılan muhafaza çalışmasına ait temel bileşen analizi(TBA) sonuçlarına göre ilk iki temel bileşen toplam varyasyonun %96,60'ını açıklamaktadır (Şekil 2). Çizelge 4'de verilen temel bileşen matrisi incelendiğinde ilk temel bileşen (TB1) ve MES, TEA, L*, h°, C*, fenolik bileşik, indirgen şeker ve toplam şeker değişkenleri arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu değişkenlerden indirgen şeker ve toplam şeker ile TB1 arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Diğer altı değişken ise TB1 ile pozitif korelasyon göstermektedir. İkinci temel bileşen (TB2), SÇKM ve sakaroz bileşenleri ile açıklanmakta olup sakaroz negatif, SÇKM ise TB2 ile pozitif korelasyon göstermektedir. Başlangıç konusu TB1 ile ifade edilen değişkenlerle güçlü şekilde açıklanmaktadır. Ancak başlangıç konusu üzerinde indirgen şeker ve toplam şeker negatif yönde etkilidir. Kontrol konusunun üzerinde ise indirgen şeker, SÇKM ve toplam şeker pozitif yönde etkiliyken, diğer değişkenler negatif yönde etkilidir. İndirgen ve toplam şeker 1-MCP+DKA ve DKA konusu üzerinde kontrol konusundan daha az etkilidir. Ayrıca DKA konusu üzerinde sakaroz pozitif yönde etkiliyken, SÇKM negatif yönde etkilidir.

Table 3. Changes in some quality characteristics after 60 days of storage of ANET 33 peach variety fruits under different conditions

Çizelge 3. ANET 33 şeftali çeşidi meyvelerinin farklı koşullarda 60 gün depolanması sonucunda bazı kalite özelliklerindeki değişimler

Kalite Özellikleri	Depolama Süresi	Depolama Koşulları		
		NA	1-MCP + DKA	DKA
MES (kg)	Başlangıç	4,56	4,56	4,56
	60 gün	4,09	4,08	3,95
SÇKM (%)	Başlangıç	11,40	11,40	11,40
	60 gün	12,70	11,50	10,60
TEA (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	0,95	0,95	0,95
	60 gün	0,50	0,41	0,45
Kabuk rengi L*	Başlangıç	64,38	64,38	64,38
	60 gün	52,18	51,60	50,24
Kabuk rengi (h°)	Başlangıç	90,42	90,42	90,42
	60 gün	83,90	82,90	85,85
Kabuk rengi (C*)	Başlangıç	57,48	57,48	57,48
	60 gün	27,40	26,25	27,41
Fenolik bileşikler (mg. 100 ml ⁻¹ GAE)	Başlangıç	217,31	217,31	217,31
	60 gün	53,51	111,44	90,70
İndirgen şeker (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	1,65	1,65	1,65
	60 gün	6,29	2,74	3,24
Sakaroz (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	3,71	3,71	3,71
	60 gün	1,92	3,25	3,85
Toplam şeker (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	5,55	5,55	5,55
	60 gün	8,31	6,24	7,35



Şekil 2. ANET 33 şeftali çeşidine ait meyvelerin bazı kalite özelliklerindeki değişimin temel bileşen analizinde dağılımı

Figure 2. Distribution of changes in some quality characteristics of fruits of ANET 33 peach variety in principal component analysis

Diğer bir değişle Anet 33 çeşidi Anet 30' benzer sonuçlar göstermekle birlikte fenolik bileşikler bakımından farklı bir sonuç elde edilmiş ve NA koşullarında en düşük değere ulaşılmıştır. Muhafaza uygulaması ile ulaşılmaya çalışılan özellikler ürünün yaşlanmasını ifade eden şeker bileşenlerinin pozitif yönde değişiminin olmamasıdır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde 1-MCP+DKA ve DKA uygulamaları olumlu kabul edilebilir.

Table 4. Principal component matrix of some quality characteristics of ANET 33 peach variety fruits
Çizelge 4. ANET 33 şeftali çeşidi meyvelerine ait bazı kalite özelliklerinin temel bileşen matrisi

Kalite Özellikleri	TB 1	TB 2	TB 3
MES	0,333	0,267	0,089
SCKM	-0,139	0,650	0,331
TEA	0,337	0,233	-0,223
L*	0,340	0,233	-0,035
h°	0,340	0,091	-0,519
C*	0,346	0,184	-0,149
Fenolik Bileşikler	0,358	0,034	0,141
İndirgen Şeker	-0,318	0,300	-0,352
Sakaroz	0,258	-0,500	-0,135
Toplam Şeker	-0,330	0,116	-0,615

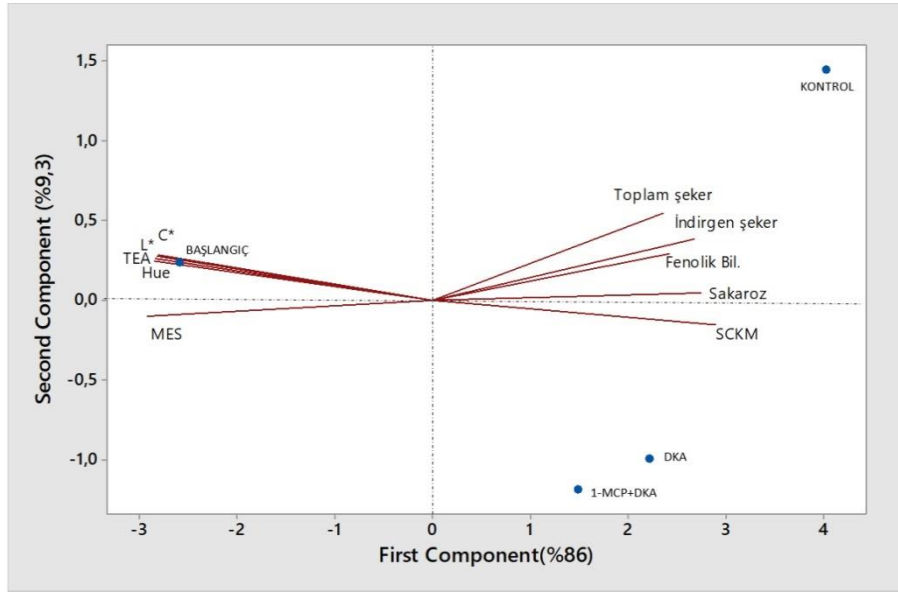
ANET 55 şeftali çeşidi meyvelerinin Normal Atmosfer (NA), Dinamik Kontrollü Atmosfer (DKA) ve 1-MCP uygulaması yapılarak DKA koşullarında 60 gün depolanması sonucu bazı kalite özelliklerindeki değişimler Çizelge 5’de sunulmuştur.

ANET 55 çeşidi muhafaza çalışmasında gerçekleştirilen TBA sonucuna göre ilk iki temel bileşenin açıkladığı toplam varyasyon oranı %95,90 dır (Şekil 3). TB1 ile yüksek korelasyon gösteren değişkenlerden SÇKM ve sakaroz pozitif korelasyon gösterirken, MES, TEA, L*, h°, C* ise negatif korelasyon göstermiştir. TB2 ile yüksek korelasyon gösteren indirgen şeker, toplam şeker ve fenolik bileşenler pozitif korelasyon göstermiştir. Başlangıç konusu üzerinde MES, TEA, L*, h°, C* değişkenleri pozitif yönde etkilidir. Diğer değişkenler ise negatif yönde etkilidir. Kontrol konusu üzerinde ise toplam şeker, indirgen şeker, sakaroz, SÇKM değişkenleri ve fenolik bileşenler pozitif etkili diğer bileşenler ise negatif etkilidir.

Table 5. Changes in some quality characteristics after 60 days of storage of ANET 55 peach variety fruits under different conditions

Çizelge 5. ANET 55 şeftali çeşidi meyvelerinin farklı koşullarda 60 gün depolanması sonucunda bazı kalite özelliklerindeki değişimler

Kalite Özellikleri	Depolama Süresi	Depolama Koşulları		
		NA	1-MCP + DKA	DKA
MES (kg)	Başlangıç	5,86	5,86	5,86
	60 gün	3,66	4,57	4,64
SÇKM (%)	Başlangıç	10,17	10,17	10,17
	60 gün	13,00	12,50	12,57
TEA (g.100g ⁻¹)	Başlangıç	1,30	1,30	1,30
	60 gün	0,33	0,34	0,32
Kabuk rengi L*	Başlangıç	61,44	61,44	61,44
	60 gün	51,95	52,52	50,74
Kabuk rengi (h°)	Başlangıç	92,12	92,12	92,12
	60 gün	84,45	85,19	83,92
Kabuk rengi (C*)	Başlangıç	56,38	56,38	56,38
	60 gün	28,12	27,52	26,32
Fenolik bileşikler (mg.100ml ⁻¹ GAE)	Başlangıç	97,62	97,62	97,62
	60 gün	123,61	113,59	100,00
İndirgen şeker (g.100 g ⁻¹)	Başlangıç	2,36	2,36	2,36
	60 gün	4,77	2,85	3,43
Sakaroz (g.100 g ⁻¹)	Başlangıç	3,12	3,12	3,12
	60 gün	4,56	3,58	4,51
Toplam şeker (g.100 g ⁻¹)	Başlangıç	5,64	5,64	5,64
	60 gün	9,57	5,65	6,98



Şekil 3. ANET 55 şeftali çeşidine ait meyvelerin bazı kalite özelliklerindeki değişimin temel bileşen analizinde dağılımı

Figure 3. Distribution of changes in some quality characteristics of fruits of ANET 55 peach variety in principal component analysis

Anet 55 çeşidinde ise kontrol üzerinde pozitif etkili olan bileşenler yani fenolik bileşikler ve şekerler diğer iki uygulamayı da etkilemiş olmakla birlikte kontrole göre daha az etkiye sahiptir. Bu durum 1-MCP+DKA ve DKA konularının muhafazada daha başarılı olduğunu, bu iki konu arasında ise 1-MCP+DKA konusunun daha olumlu sonuçlar verdiği göstermektedir (Çizelge 6).

Table 6. Principal component matrix of some quality characteristics of ANET 55 peach variety fruits
Çizelge 6. ANET 55 şeftali çeşidi meyvelerine ait bazı kalite özelliklerinin temel bileşen matrisi

Kalite Özellikleri	TB 1	TB 2	TB 3
MES	-0,336	-0,105	-0,171
SCKM	0,335	-0,160	0,082
TEA	-0,326	0,284	-0,074
L*	-0,325	0,298	0,075
h°	-0,328	0,268	0,057
C*	-0,324	0,310	-0,052
Fenolik Bileşikler	0,280	0,320	0,747
İndirgen Şeker	0,309	0,417	-0,150
Sakaroz	0,318	0,051	-0,546
Toplam Şeker	0,274	0,590	-0,262

Çeşitli araştırmacılar tarafından 1-MCP'nin şeftali muhafazasına etkisi üzerine yapılan çalışmalarda 1-MCP uygulamalarının meyve eti sertliğini daha iyi koruduğu ve yumuşamayı geciktirdiği (Liu ve ark., 2015; Kluge ve Jacomina, 2002), SÇKM'de daha yavaş ve kademeli artış sağlamakla birlikte etkilerinin çeşide bağlı değişkenlik gösterdiği (Kaynaş ve ark., 2022; Liu ve ark., 2005; Fan ve ark., 2002), TEA miktarının olgunlaşmaya bağlı azaldığı ancak 1-MCP etkisi ile bu azalışın daha yavaş gerçekleştiği (Liu ve ark., 2005; Fan ve ark., 2002), renk özellikleri değerlendirildiğinde kabuk rengini kontrol konusuna kıyasla 1-MCP uygulamalarının daha iyi koruduğu (Şen ve Türk, 2008; Kluge ve Jacomina, 2002), 1-MCP uygulamalarıyla fenolik maddelerin birikiminin geciktiği ve yavaşladığı (Liu ve ark., 2015), muhafaza süresince meydana gelen şeker miktarı artışının kısmen yavaşlatıldığı (Kaynaş ve ark., 2022) belirtilmiştir. Çalışmamızın sonuçlarında önceki çalışmalara benzer niteliktedir. Özellikle Anet 55 çeşidinde 1 MCP+DKA kombinasyonunun daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Dinamik kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza çalışmaları yoğun olarak elmalarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde genel olarak DKA koşullarının ve 1-MCP uygulamalarının meyve eti sertliği bakımından diğer yöntemlere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu (Moran ve McManus, 2005; Bessemans ve ark., 2016), DKA koşullarında muhafaza edilen meyvelerde renk değerlerinin diğer yöntemlere kıyasla daha iyi koruduğu (Bessemans ve ark., 2016), normal atmosfer muhafazasına göre DKA şartlarında muhafazanın titre edilebilir asitlik kaybında azalma sağladığı ayrıca DKA şartlarında depolanan meyvelerin daha dengeli bir SÇKM/TEA oranına sahip olduğu (Mditshwa ve ark., 2017) sonuçlarına varılmıştır. Çalışmamızın sonuçları DKA etkileri yönünden daha önceki bilgilere benzer olmakla birlikte şeftali muhafazasında mevcut kısa süreli muhafaza sorununa DKA şartlarında muhafaza yönteminin yardımcı olabileceği yönündedir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak; taze meyve ve sebze muhafazasında dinamik kontrollü atmosferde depolama bugün ulaşılan en üstün teknolojidir. Çalışmamızda şeftali meyvelerinde önemli kalite özelliklerindeki değişimler dikkate alındığında; her 3 şeftali çeşidinin de DKA koşullarında (%1 O₂ + %3 CO₂) önemli bir kalite kaybı olmadan 60 gün depolanabileceği tespit edilmiştir. Çalışmada en uzun depolama süresi 60 gün olarak hedeflenmesine karşılık depolama sonrasında yapılan gözlemler bu meyvelerin DKA koşullarında 75-80 güne kadar depolanabilme potansiyelinin olduğu görülmüştür.

Diğer yandan şeftali çeşitlerinin hepsi çok olumlu sonuç vermesine rağmen, tüm kalite özelliklerindeki değişimler dikkate alındığında ANET 30 çeşidinin diğer çeşitlere göre daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abdi, H., Williams, L.J., 2010. Principal component analysis. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics. 2 (4): 433-452.
- Bessemans, N., Verboven, P., Verlinden, B., Nicolaï, B., 2016. A novel type of dynamic controlled atmosphere storage based on the respiratory quotient (RQ-DCA). Postharvest Biology and Technology. 115: 91–102.
- Blankenship, S.M., Dole, J.M., 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology. 28: 1-25.
- Burdon, J., Lallu, N., Haynes, G., Pidakala, P., Billing, D., McDermott, K., 2010. Dyanmic controlled atmosphere storage of new zealand grown “hass” avocado fruit. ActaHort. 876: 47-54.
- Cano-Salazar, J., Lopez, M.L., Echeverria, G., 2013. Relationship between the instrumental and sensory characteristic of four peach and nectarine cultivars stored under air and ca atmospheres. Postharvest Biol. Technol. 75: 58-67.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Üniversite Kitapları Serisi: 02. 2. Ankara.
- Crisosto, C.H., 2002. How do we increase peach consumption. Acta Hort. 592: 601-605.
- DeEll, J.R., Prange, R.K., Murr, D.P., 1995. Chlorophyll fluorescence as a potential indicator of controlled atmosphere disorders in ‘marshall’ msintosh apples. HortScience. 30: 1084-108.
- El-Grooni, M. A., Sommer, N. F., 1981. Effect of modelling atmospheres on postharves of fruit and vegetables. Hort. Rev. 3: 412-461.
- Ertan, Ü., Özelkök, S., Kaynaş, K., Demirören, S., 1984. Marmara Bölgesinin Muhtelif Yörelerinde Yetiştirilen Bazı Standart Şeftali Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Proje ve Uygulama Gn. Müd. Sonuç Raporu. Yalova.
- Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J. P., 2002. Interactive effects of 1-MCP and temperature on ‘elberta’ peach quality. Hortscience. 37 (1): 134-138.
- Ferrer-Mairal, A., Remon, S., Peiro, J.M., Oria, R., 2012. Effects of intermittent conditioning on the color and enzymatic activity of peaches during controlled atmosphere storage. J. Food Bio-chem. 36: 129-138.

- Kaynaş, K., Alkın, G., Çiftci, H.N., Kıyı, H., Aktürk, C., Yaman, Ş., 2022. Anet 30 şeftali çeşidinin depolanmasında 1- metilsiklopropan ve modifiye atmosfer paketlemenin kalite özelliklerine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10 (1): 99 -107.
- Kesmen, N., Kaynaş, K., 2018. Bayramiç beyazı nektarin çeşidinde farklı uygulamaların depolama ve pazarlama kalitesine etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 4 (2): 46-58.
- Kluge, R.A., Jacomina. A.P., 2002. Shelf life of peaches treated with 1-MCP. Scientia –Agricola. 59: 69-72.
- Liu, H., Cao, J., Jiang, W., 2015. Changes in phenolics and antioxidant property of peach fruit during ripening and responses to 1-methylcyclopropene. Postharvest Biology and Technology. 108 (2015): 111–118.
- Liu, H., Jiang, W., Zhou, L., Wang, B., Luo, Y., 2005. The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) ripening and disease resistance. International Journal of Food Science and Technology. 40: 1–7.
- Lopez, J.F., Martos, M.V., 2018. Application of essential oils in food systems. Foods. Introduction to the Special Issue. Multidisciplinary Dig. Pub. Ins. 7: 56.
- McGuire, R. G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience. 27 (12): 1254-1255.
- Mditshwa, A., Fawole, O. A., Vries, F., van der Merwe, K., Crouch, E., Opara, U. L., 2017. Minimum exposure period for dynamic controlled atmospheres to control superficial scald in Granny Smith apples for long distance supply chains. Postharvest Biology and Technology. 127: 27–34.
- Moran, R. E., McManus, P., 2005. Firmness retention and prevention of coreline browning and senescence in ‘Macoun’ apples with 1-methylcyclopropene. Hortscience. 40 (1): 161–163.
- Neves, L.C., Campos, A.J., Prill, M.A.S., Roberto, S.R., 2013. woolliness and leatheriness in late peach cultivars submitted to both delayed storage and to cold storage. Acta Scientiarum. 35 (3): 363-369.
- Ross, A.F., 1959. Dinitrophenol Methot For Reducing Sugar, In Potato Processing. Ed. W.F. Tulburt and O. Smith.S.P. Tavi Publishing co.: 469-470. Westport, Connecticut.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Amer. J.of Enology and Viticulture. 16 (3): 144-158.
- Şen, F., Türk, E. F., 2008. Bahçe ürünlerde 1-metilsiklopropan (1-MCP) kullanımı. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 45 (3): 221-228.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı, İl Müdürlüğü, Çanakkale İli Brifing Raporu. <http://www.fao.org>, (Eylül, 2021).
- Thompson, A. K., 2010. Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables. Cab International, 2nd Ed.: 1-10. Wellingford Oxon, UK.
- Truque, E., Aguayo, E., Artes-Hernandez, F., Gomez, P., Artes, F., 2012. Controlled atmosphere for the export of miraflores peaches. Acta Hortic. 962: 585-590.
- Türk, R., 2018. Soğuk muhafazanın tarihsel gelişimi, önemi ve genel durumu. Bahçe. 1 (45): 1-6.
- Watkins, C.B., 2008. Dynamic controlled atmosphere storage – a new technology for the new york storage industry. New York Fruit Quarterly. 16 (1): 23-26.
- Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B.D., 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Postharvest Biology and Technology. 19: 17-32.
- Zanella, A., Cazzanelli, P., Panarese, A., Coser, M., Cecchinell, M., Rossi, O., 2005. Fruit fluorescence response to low-oxygen stress: modern storage technologies compared to 1- MCP treatment of apple. Acta Hortic. 682: 1535– 1542.
- Ziedan, E.H., Farrag, E.S., 2008. Fumigation of peach fruits with essential oils to control postharvest decay. Research J. Agriculture and Biological Sciences. 4 (5): 512-519.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License