



1–Methylcyclopropane Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının “Fuji Kiku” Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri

Fatih Cem Kuzucu^{1*} Meryem Nur Aydın²

¹ ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale.

² Ziraat Yüksek Mühendisi, İstanbul.

*Sorumlu yazar: fatihcem2005@hotmail.com

Geliş Tarihi: 24.03.2014

Kabul Tarihi: 02.06.2014

Özet

Çanakkale koşullarında 2012–2013 depolama döneminde yapılan bu çalışmada; yeni elma çeşitlerinden olan, üstün renk ve tat özellikleri ile öne çıkan Fuji Kiku elma çeşidinde hasat sonrası depolama periyodunda ticari anlamda yüksek oranda kullanılan 1–Methylcyclopropane (1–MCP) uygulamasının meyve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada Tekirdağ– Banarlı bölgesinde üreticiye ait “Fuji Kiku” elma çeşidiyle kurulmuş bahçeden hasat edilen meyveler kullanılmıştır. Meyveler hasat edildikten hemen sonra Çanakkale’ye getirilmiştir. Farklı derecelerde depolanacak şekilde iki ayrı gruba ayrılmışlardır. Her iki gruba ait meyvelerden bir kısmı kontrol olarak ayrılırken, diğer kısım meyvelere 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 1–Methylcyclopropane (1–MCP) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılan ve yapılmayan meyveler 0°C ve 2°C sıcaklıkta %90–95 oransal nem koşullarında 180 gün süreyle muhafaza edilmişlerdir. Her iki depolama koşulunda da depolama dönemlerine (60, 120 ve 180 gün) ilaveten 7 gün süreyle raf ömrüne (18–22°C sıcaklık, %55 nem) tutulan meyvelerde; meyve eti sertliği (MES), suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir toplam asitlik (TETA), toplam fenolik bileşik miktarı, meyve eti kararması ve fungal etmenli iç kararma oranı gibi kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; 1–MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanakları incelenmiştir. Yüksek sıcaklık koşullarında depolamayla, kalite kaybının olmadığı tespit edilmiştir. Ticari anlamda uygulanabilir olacak bu uygulamayla, ülkemiz için enerji tasarrufuna katkı da sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Elma, 1–MCP, Depolama, Kalite, Depolama sıcaklığı.

Abstract

The Effects Of 1–Methylcyclopropane Treatments and Different Storage Temperatures On Quality Of Fuji Kiku Apple Variety

In this research, we studied the effects of one–Methylcyclopropane (1–MCP) application –used very commonly as part of post–harvest physiology and commercial storage period–on the quality characteristics of the Fuji Kiku apples. Fuji Kiku apples are one of the most recent apple types with their superior color and taste. A study is conducted using harvests of the Fuji Kiku apple trees of a local producer in Tekirdağ–Banarlı. 'Fuji Kiku' apples were transported to Dardanelles immediately after harvest. 1–Methylcyclopropane was applied to apple fruits at two different doses; one group of fruits was stored at 0°C temperature and 90–95% relative humidity, and the other group of fruits was stored at 2°C temperature and 90%– 95% relative humidity conditions for 60, 120 and 180 days. At the end of each storage period, both groups of apples were subjected to shelf–life at a temperature of 18°C to 22°C for 7 days. Fruit quality characteristics such as fruit firmness (MES), the value of soluble solids (TSS), total titratable acidity (TETA), the total amount of phenolic compounds, fruit flesh darkening and fungal decay agent rate of fruit quality are evaluated. 1– MCP applications had a positive effect on the quality of apples at both storage temperatures. It has been identified that storing at high–temperature conditions resulted in no loss of quality in the apples. Results of this study can be applied in commercial terms, enabling energy conservation for our country.

Key Words: Apple, 1–MCP, Storage, Quality, Storage temprature.

Giriş

Elma, ülkemizde uzun yıllardan beri yetiştiriciliği yapılan, dünyanın pek çok yerinde yetişen ve çok eskiden beri bilinen bir ılıman iklim meyve türüdür. Bu meyve türünde ülkemiz oldukça geniş bir çeşit zenginliğine sahiptir (Özbek, 1978).

Ülkemizde elma yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı iller; Isparta, Karaman, Denizli, Niğde, Antalya, Çanakkale ve Bursa'dır. Bunun yanında Trakya Bölgesi başta olmak üzere diğer bölgelerde de elma üreticiliği hızla yayılmaktadır. Ülkemiz açısından yıllardan beri üretilen "Starking Delicious", "Golden Delicious" ve "Gala" gibi standart çeşitlerin yanı sıra "Granny Smith", "Pink Lady", "Fuji" ve "Jeromine" gibi çeşitlerin yetiştiriciliği de son yıllarda hızla yayılmıştır (Kaynaş ve Sakaldaş, 2012).



Fuji Grubu elmalar içerisinde tüketiciler tarafından en fazla tutulan çeşit ‘Fuji Kiku’dur. Renklenmesi mükemmel olup meyve üzerindeki lentiseller (kabuktaki benekler) belirgindir. İstenilen irilikte meyve elde etmek için meyve seyreltmesi kuvvetli yapılmalıdır. Ağacı kuvvetli ve dik gelişir. Her yıl düzenli ürün veren, oldukça verimli bir çeşittir. Meyvesi orta irilikte olup, kabuk sarı zemin üzerine mat kırmızı renktir. Sulu, sert, lezzetli ve gevrek, yeme kalitesi mükemmeldir. Meyve yakut kırmızısı renkte ve güneş almayan kısımlarda bile çok belirgin çizgilere sahiptir. Soğuk şartlarda uzun süre muhafaza edilebilir. Soğuk depolarda 9, kontrollü atmosfer şartlarında ise 12 ay süre ile muhafaza edilebilir. Ortalama; 60 mm genişlikte, sap hariç 55 mm uzunlukta olup yaklaşık 150 gram ağırlığındadır.

Diğer meyve türlerinde olduğu gibi elma yetiştiriciliği ve pazarlanmasında da sorunlarımız mevcuttur. Bunun sebepleri arasında Türkiye’de üretilmekte olan çeşitlerin uygun derim tarihlerinin ve muhafaza koşullarının yeterince incelenmemesi ve bazı hallerde de hala kontrollü atmosferli muhafaza olanaklarının sağlanmamış olması gelmektedir. Bu sorunun çözümü ise ürünlerin deriminden pazarlanmasına kadar geçirmiş oldukları zamanda fizyolojik durumlarının iyice araştırılması ve dolayısıyla bunların rasyonel bir şekilde uygulanmasıyla mümkün olur (Özelkök ve ark., 1987). Tarımda karşılaşılan bu sorunlar özellikle bu ürünlerin derimi ile başlamakta ve pazarlama kanallarının çeşitli evrelerini içine alan “soğuk zincir” (derim–depolama öncesi işlemler–depolama–taşıma–pazarlama) boyunca devam etmekte ve sonuçta büyük oranda ürün kayıplarıyla sonuçlanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu oranın %5’i aşmadığı düşünülürse, yüksek kayıpların sürdüğü ülkemizde yüzlerce ton ürünün tüketiciye ulaşmadığı ve büyük ekonomik kayba uğradığı bir gerçektir (Özelkök ve ark., 1992).

1–MCP, genel anlamda etileni inhibe eden ve yaşlanmayı geciktiren bir madde olarak literatürlere geçmiştir. Watkins (2002) bu maddenin etilenin fizyolojisi ile ilişkili olarak meyve ve sebzelerin üzerinde olan etkilerini özetlemiştir. Buna göre; 1–MCP kimyasal anlamda etilen reseptörlerini tutar ve etilen bağlanması engellenerek aktivasyonu gerçekleşmez. Normal koşullarda 1–MCP, molekül ağırlığı 54 ve kimyasal formülü C_4H_6 olan kimyasal bir maddedir.

1–MCP etilen oluşumunu bloke eder. Meyve etilen üretebildiği halde kaynağına bağımlı olmadığı için tepki gerçekleşmez. Normal olarak etilen, reseptör molekülüne eklenir ve tepki meydana gelir. Reseptöre eklenen etilen, anahtar reseptörün olduğu kilide uyan bir anahtara benzetilir. Etilenin reseptöre eklenmesi durumu kilidin dönüp kapının açılması gibidir. Bu şekilde meyvenin yumuşamaya başlaması, yaprakların sararması veya çiçek dökülmesi gibi birçok kademeli aktivite başlatılır. Diğer bir gaz, 1–MCP, kapıyı açamayan bir anahtarın rolünü üstlenebilir. 1–MCP anahtarı kilitteyken etilen anahtarının kilide girmesi imkansızdır. 1–MCP kapının açılmaması için kilidin dönmesini engeller. Bu yöntemle 1–MCP bitkilerde inhibitör görevi görür (Blankenship, 2001).

Sisler ve Serek (1997), 1–MCP’nin etilen ile kıyaslandığında çok daha düşük konsantrasyonlarda bile aktif olabildiğini ayrıca birçok türde etilen biyosentezini etkilediğini öngörmüşlerdir.

1–MCP uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda uygulamanın ürünlerdeki solunum oranını azalttığı görülmektedir. Çilekte erken hasat edilmiş meyvelerde solunum uygulamayla birlikte yavaşlamıştır (Tian ve ark., 2000). Avokado’da ise solunumun artması 1–MCP ile birlikte 6 gün kadar geciktirilmiş ve solunum oranı %40 kadar azalmıştır. Aynı şekilde eriklerde de 1–MCP klimakterik solunumu geciktirmiştir (Abdi ve ark., 1998; Dong ve ark., 2002). 1–MCP uygulamasının yapıldığı kayısılarda yine solunum oranında düşüşler görülmüştür (Fan ve ark., 2000a).

Elma ve armut meyvelerinin 1–MCP ye tepkisini bazı faktörler etkiler. Bunlar; 1–MCP konsantrasyonu, uygulama süresi, meyve olgunlaşması, uygulama zamanında sıcaklık, hasat ve uygulama arasındaki süredir. 1–MCP’nin teşvik ettiği tepkilerin süresi, meyve olgunlaşma ve uygulama konsantrasyonu arasındaki interaksyondan etkilenebilir. Daha olgunlaşmamış meyve, 1–MCP teşvikli tepkilerin maksimum süresine erişmek için etkili aralığın sonundaki üst konsantrasyon (1ppm) kullanımını içeren uygulamaya ihtiyaç duyabilir. 1–MCP KA’ de fark edilir bir tepkiyi teşvik edebilmek için 0,625 ppm’i aşan konsantrasyonuna ihtiyaç duyabilmektedir (Mattheis ve ark., 2000).

1–MCP uygulamasının dezavantajı, etilen duyarlılığını elemine etmeyle birlikte uçucu bileşiklerin üretimini azaltmasıdır. Bu bileşikler, meyveye önemli derecede lezzet ve aroma katıcıdır. Bu, KA’ de uzun depolamanın etkisine benzer olarak meyvede uçucu bileşiklerin kapasitesini azaltır. Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada ‘Bartlett’ ve ‘d’Anjou’ armutlarında 1–MCP’nin etkisi oluştuğunda uçucu üretimi yeniden başlamıştır. Armutlara 1–MCP uygulamasının en önemli



faýdalarından biri, fizyolojik bozulmaları azaltmasıdır. Örneğin; 0,625 ppm 1–MCP'nin uygulanması 180 gün süresince yüzeysel yanıklığın gelişmesini engellemiş, uygulanmış meyvelerin yaklaşık %80'i sağlıklı bulunmuştur. Meyve olgunlaşmış olsa bile 1–MCP'nin etkisi, kabuk kahverengileşmesine, çürümeye ve meyve kabuğunda kalıntı kalması gibi olumsuzlukları önlemiştir. Bu etki, kullanım esnasında olgunlaşan armutların pazarlanması ve tüketiciler tarafından taşıma sırasında önemli derecede rastlanan kayıpları azaltmıştır. 1–MCP'nin kullanımı, armutlarının depolanması için etkin bir yöntem olabilir (Mattheis ve ark., 2000).

1–MCP maddesinin meyve, sebze ve süs bitkilerinin hasat sonrası fizyolojileri kapsamında bir çok sayıda çalışma yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir. Sonuçlar genel anlamda değerlendirildiğinde 1–MCP'nin özellikle klimakterik özellik gösteren bahçe ürünlerinde etilen aktivasyonunu önemli oranlarda engellediği ve yaşlanmayı geciktirdiği tespit edilmiştir (Sakaldaş ve ark., 2007).

Çalışmamızın amacı, en yeni elma çeşitlerinden olan ve üstün renk ile tat özellikleri ile öne çıkan Fuji Kiku çeşidinin hasat sonrası fizyolojisi ve elma depolamasında ticari anlamda çok yüksek oranda kullanılan 1–MCP uygulamasının söz konusu çeşidin hasat sonrası fizyolojisi ve kalitesi üzerine etkilerini incelemektir. Diğer taraftan, 1–MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanaklarını ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Yürütülen bu çalışmada; bitki materyali olarak, Tekirdağ– Banarlı bölgesinde özel üretici bahçesinde yer alan 4m x 1m dikim mesafelerinde, 5 yaşlı M9 anacı üzerine aşılı Knipe– Baum şeklinde ara aşılı yöntemine göre yetiştirilen Fuji Kiku elma ağaçlarından, hasat edilen meyveler kullanılmıştır. Meyveler 25.10.2012 tarihinde hasat edilmiştir. Denemede zarar görmemiş, homojen olarak seçilen meyveler (150±20 g) kullanılmıştır. Meyvelerde hasat zamanı; çeşide özgü olarak Kaynaş ve Sakaldaş'ın 2011 yılında Fuji Zhen Aztec elma çeşidinin hasat zamanının belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada belirlenen hasat zamanı dikkate alınarak tayin edilmiştir.

Çalışmadaki uygulama materyali olarak; Dow Agrosience kuruluşuna bağlı Agrofresh firması kapsamında Rohm and Haas Kimya Tic. Ltd. Şti. tarafından temin edilen 1–MCP kullanılmıştır. 'Fuji Kiku' çeşidine ait elma meyveleri hasat edildikten hemen sonra araçla Çanakkale'ye nakledilmişlerdir. Nakledilen meyveler ilk olarak farklı derecelerde depolanacak şekilde iki ayrı gruba ayrılmışlardır. Her iki gruba ait meyvelerde kontrol grubu dışındaki meyvelerde 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 1–MCP uygulamaları 10°C sıcaklıkta hava geçirgenliği olmayan konteynir içerisinde 24 saat süreyle gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu uygulamalara tabi tutulan meyveler, herhangi bir uygulama yapılmamış elmalarla (kontrol) birlikte 0°C ve 2°C sıcaklık ve %90–95 oransal nem şartlarında iki ayrı grup halinde 60, 120 ve 180 gün süreyle depolamaya alınmışlardır. Her depolama periyodu sonunda meyveler 18°C ile 22°C arası sıcaklık koşullarında 7 gün raf ömrüne tabi tutulmuşlardır. Depolama ve raf ömrü çalışması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Soğuk Hava ve İklimlendirme Odalarında gerçekleştirilmiştir.

Depolama periyotları sonunda soğuk hava deposundan çıkarılan meyve grupları üzerinde uygulamalar ve farklı depolama sıcaklıklarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla; meyve eti sertliği (MES, effe–gi el tipi penetrometre –11mm uç, kg), toplam suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM, el tipi dijital refraktometre, %), titre edilebilir toplam asitlik (TETA, Orion A120 pH metre, g.100g⁻¹), toplam fenolik bileşik miktarı (Zheng ve Wang, 2001'e göre, mg/100g), meyve eti kararması (%), fungal etmenli iç kararma oranı (%), gibi kalite parametreleri gözlenerek ölçümler yapılmış tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede her tekerrürde 15 adet meyve kullanılmıştır. Elde edilen veriler "Minitab 16" istatistik paket programı kapsamında varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Uygulamalara ve interaksiyonlara ait ortalama değerler ise LSD çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Meyve eti sertliği (Kg)

Meyvelerin muhafazasında dayanıklılığın ifadesi olan MES değeri yönünden meyvelerde depolama süresi, depolama sıcaklıkları ve uygulama ortalamaları yönünden önemli (p<0,05) farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 1.). Depolama süresi uzadıkça MES'de önemli azalmalar olmuştur.



Başlangıçta 7,04 kg olan MES değeri 60+7 gün depolama süresi sonunda 6,33 kg'a, 120+7 gün depolama süresi sonunda 6,06 kg'a ve 180+7 gün depolama süresinin sonunda 5,87 kg değerine düşmüştür.

Uygulama ortalamaları incelendiğinde kontrol meyvelerinde ortalama 5,87 kg olan MES değeri, 625 ppb'de 6,42 kg ve 1250 ppb dozunda 6,69 kg olmuştur. Buradan genel olarak 625 ve 1250 ppb dozlarında 1-MCP uygulamalarının MES'deki azalmaları önemli düzeyde önlediği söylenebilir. Ancak uygulama, sıcaklık, depolama süresi etkisi önemli çıkmamıştır.

Depolama sıcaklık ortalamalarında, 0°C'de yapılan depolamada meyvelerin meyve eti sertliği 6,48 kg değeri ile 2°C'de yapılan depolamada bulunan 6,17 kg değerine göre daha yüksek çıkmıştır. Buna benzer olarak 1250 ppb 1-MCP uygulaması yapılan ve 4°C sıcaklıkta 3 hafta depolanan "Dellteks F1" çeşidi kavunlarda, meyve eti sertliği en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Buna karşılık; 20°C'de depolama kapsamında uygulama dozlarında önemli düzeyde farklılık olmamıştır (Sakaldaş ve ark., 2009).

Şekil 1. incelendiğinde, elde edilen meyve eti sertliği değerleri arasındaki farklılıklar daha belirgindir. 0°C ve 2°C de depolanan kontrol meyvelerinde MES değerlerindeki düşüşler, 1-MCP uygulaması yapılan meyvelere göre depolama süresi uzadıkça belirgin olarak artmıştır. Depolama sıcaklıklarını karşılaştırdığımızda, 0°C'nin meyve eti sertliğini daha iyi koruduğu ortaya çıkmıştır. Yüksek depolama sıcaklığında meyve eti sertliğinin azalması beklenen bir sonuçtur. Fakat istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, kısa ve orta süreli depolamalarda 2°C'deki depolama sıcaklığında 1250 ppb dozundaki 1-MCP uygulaması ile de meyve eti sertliği korunmaktadır.

Toplam suda çözünebilir kuru madde oranı (%)

Özellikle klimakterik yükseliş gösteren yumuşak çekirdekli meyvelerde olgunlaşmanın önemli bir göstergesi olan SÇKM değeri aynı zamanda içeriğindeki şekerler nedeniyle meyvenin tadında da önemli rol oynamaktadır (Akgündoğdu ve Kaynaş, 2010).

'Fuji Kiku' elmaları ile yapılan çalışmada SÇKM değeri yönünden meyvelerde depolama süresi, sıcaklık ve uygulama ortalamaları yönünden önemli ($p<0,05$) farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 2.). Muhafaza süresi uzadıkça SÇKM değerinde önemli artışlar görülmüştür. Başlangıçta %13,34 olan SÇKM değeri 60+7 gün depolama süresinin sonunda %14,07, 120+7 gün depolama süresi sonunda %14,93 ve 180+7 gün depolama süresi sonrasında ise %15,41 değerine ulaşmıştır.

Uygulama ortalamaları incelendiğinde kontrol meyveleri %14,81, 625 ppb dozunda 1-MCP uygulanmış meyveler %14,30, 1250 ppb dozunda %14,20 olarak saptanan SÇKM değerleri aynı sınıf içerisinde yer almışlardır. SÇKM'deki artışlar uygulamalara bağlı olarak değişmiştir. SÇKM değerlerinde genel olarak olgunluğun ilerlemesiyle artış görülmüştür. Meyvelerde 625 ve 1250 ppb dozlarında 1-MCP uygulamalarının SÇKM miktarının korunmasında etkili olduğu saptanmıştır.

Çalışmamıza benzer olarak, "Pink Lady" elma çeşidinde 1-MCP uygulamalarıyla depolama süresince olgunluğa bağlı SÇKM artışların oranı düşmüştür (Sakaldaş ve Kaynaş, 2011).

Depolama süresinin uzaması ile SÇKM değerinin arttığı, uygulama dozlarının ve depolama sıcaklığının SÇKM miktarına etkisinin önemli derecede olduğu bulunmuştur. Diğer deyimle, uygulama, depolama sıcaklığı ve depolama süresi etkisi önemli çıkmıştır (Çizelge 2.).

1250 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerin, 60+7 gün depolama süresi sonunda, SÇKM değerleri, 0°C ve 2°C'deki depolama sıcaklıklarında sırasıyla %13,60 ve %13,59 değerlerini almıştır (Çizelge 2.). Meyveler her iki depolama sıcaklığında da bu değerlerle rakamsal olarak farklıyken istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 2.). Buradan, 60+7 günlük kısa bir depolama süresi için 1250 ppb dozunda 1-MCP uygulamasının yüksek sıcaklıkta (2°C'de) da elmaların SÇKM değerini koruduğu görülmektedir.

625 ppb dozunda 1-MCP uygulanarak, 0°C depolama sıcaklığında depolanan elmaların 180+7 gün depolama süresi sonunda, SÇKM değeri %15,31 olarak bulunmuştur. 2°C depolama sıcaklığında depolanan elmaların SÇKM değeri ise %15,31 olarak bulunmuştur. Çıkan bu değerlerle, meyveler istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 2.).

Şekil 2. incelendiğinde, elde edilen SÇKM değerleri arasındaki farklılıklar daha belirgin olarak görülmektedir. Yüksek sıcaklıklarda SÇKM değerlerindeki yükseliş beklenen bir gelişme olmuştur. 2°C'deki depolama sıcaklığında, 180+7 gün depolama süresi sonrasında, 1.250 ppb dozunda 1-MCP uygulanan meyvelerde gözlenen artışın 0°C'deki değişime nazaran daha ivmeli olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum istatistiki analizde yansımış olup farklı grupların oluşmasına



neden olmuştur. Buna benzer olarak elde edilen bulgular, ‘Dellteks F1’ kavun çeşidinde; 1–MCP uygulamaları, uygulama dozu arttıkça, düşük depolama sıcaklığı ile kombine edildiğinde SÇKM oranında önemli düzeyde düşük artış tespit edilmiştir (Sakaldaş ve ark., 2009).

Titre edilebilir toplam asitlik (g.100g^{-1})

Fuji kiku elma çeşidinde yapılan çalışmada TETA değeri yönünden meyvelerde depolama süresi, depolama sıcaklıkları ve uygulama ortalamaları yönünden önemli ($p<0,05$) farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 3.). Muhafaza süresi uzadıkça TETA değerinde azalma saptanması organik asitlerin metabolizmaya katılması sonucu beklenen bir gelişmedir. Uygulama ortalamaları incelendiğinde, kontrol meyvelerinde ortalama $0,25 \text{ g.100g}^{-1}$ olan TETA değeri, 625 ppb dozunda $0,28 \text{ g.100g}^{-1}$ ve 1250 ppb dozunda $0,29 \text{ g.100g}^{-1}$ olmuştur. Buradan genel olarak 625 ve 1250 ppb dozlarında 1–MCP uygulamalarının TETA’daki azalmaları önemli düzeyde önlediği söylenebilir. Çalışmamıza benzer olarak, malik asit miktarında depolama süresince olgunlaşma nedeniyle görülen düşüşlerin şiddetinin azalması 1–MCP uygulamasının başka bir etkisidir ve "Red Delicious", "Granny Smith", "Fuji", "E'Llonagold", "Ginger Gold" ile "Gala" elma çeşitlerinde bu etki saptanmıştır (Fan ve ark., 1999).

180+7 gün depolama süresi sonunda, 625 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerin, 0°C depolama sıcaklığında depolanması sonucu elde edilen TETA değeri ortalaması $0,23 \text{ g.100g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. 1.250 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerin, 2°C ’deki depolama sıcaklığında depolanması sonucu elde edilen TETA değeri ortalaması da yine $0,23 \text{ g.100g}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 3.). Meyveler farklı dozlarda yapılan uygulamalarla her iki depolama sıcaklığında da istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Buradan, 180+7 günlük depolama süresi için 1250 ppb dozunda 1–MCP uygulamasının yüksek sıcaklıkta (2°C ’de) elmaların TETA değerini koruduğu görülmektedir.

2 aylık kısa bir depolama süresi ve sonrasındaki 7 günlük raf ömrü için ise; 625 ppb dozunda 1–MCP uygulamasının, her iki depolama sıcaklığında da elmaların TETA değerini koruduğu görülmektedir.

Şekil 3. incelendiğinde, elde edilen TETA değerleri arasındaki farklılıklar daha belirgindir. Pazarlama periyodunda SÇKM oranıyla birlikte tat oluşumunun temel faktörlerinden bir tanesi olan titre edilebilir toplam asitlik (TETA) (malik asit) miktarında depolama süresince olgunlaşmanın bir sonucu olarak azalmalar söz konusu olmuştur. SÇKM değerleri kadar olmasa da depolama süresince TETA değerlerindeki değişim 1–MCP uygulamaları ve depolama sıcaklıkları ile etkilenmiştir.

Toplam fenolik bileşik miktarı (mg.100g^{-1})

İncelenen toplam fenolik bileşik içeriği parametresi, depolama süresince artış şeklinde bir değişim göstermiştir. Uygulama ortalamaları kapsamında; en yüksek değerler 625 ppb dozunda 1–MCP uygulamasına tabi tutulan meyvelerde görülmüştür. Diğer taraftan kontrol ve 1.250 ppb dozunda 1–MCP uygulamaları bu parametredeki artışı daha düşük seviyede tutmuştur (Çizelge 4.). Bunun yanında; depolama süresi toplam fenolik bileşik miktarı üzerinde önemli düzeyde ($p<0,05$) etkili olmuştur. Başlangıçta $1166,8 \text{ mg.100g}^{-1}$ olan toplam fenolik bileşik miktarı, 60+7 gün depolama süresi sonunda $1220,2 \text{ mg.100g}^{-1}$, 120+7 gün depolama süresi sonunda $1270,2 \text{ mg.100g}^{-1}$, 180+7 gün depolama süresi sonunda ise $1340,6 \text{ mg.100g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu kapsamda; 1–MCP uygulamasının söz konusu parametre üzerindeki önemli etkileri “Pink Lady” elma çeşidinde de tespit edilmiştir (Sakaldaş ve Kaynaş, 2011).

Depolama sıcaklık ortalamalarında, 0°C ’de yapılan depolama $1247,9 \text{ mg.100g}^{-1}$ değeri ile 2°C ’de yapılan depolamada bulunan $1251,0 \text{ mg.100g}^{-1}$ değerine göre daha düşük çıkmıştır. Depolama süresince toplam fenolik bileşik miktarındaki artışlar, uygulamalara ve depolama sıcaklığına bağlı olarak değişmiştir. Diğer deyimle uygulama, depolama süresi ve depolama sıcaklığı interaksyonu önemli çıkmıştır.

0°C sıcaklıkta yapılan depolamada, her üç depolama süresi sonunda da 625 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerin toplam fenolik bileşik miktarı değerleri, diğer uygulama ve kontrol grubu meyvelerinin değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Aynı depolama sıcaklığında, 1250 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerde ise en düşük değerler elde edilmiştir.

2°C depolama sıcaklığında 60+7 gün depolama süresi sonunda en yüksek artış kontrol meyvelerinde gerçekleşmiştir. Yine aynı depolama sıcaklığında 120+7 gün depolama süresi sonunda



en yüksek artış 625 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerde meydana gelirken; 180+7 gün depolama süresi sonunda ise en yüksek artış 1250 ppb dozunda 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerde gerçekleşmiştir.

Toplam fenolik bileşik miktarı değerleri arasındaki farklılıklar yukarıda da ifade edildiği gibi, 180+7 gün depolama süresi sonunda; 0°C depolama sıcaklığındaki 1250 ppb ve 2°C depolama sıcaklığındaki 625 ppb dozunda yapılan 1–MCP uygulamaları toplam fenolik bileşik miktarı parametresindeki artışı daha düşük seviyede tutmuştur. Elde edilen bu değerler Şekil 4.'te net bir şekilde görülmektedir.

Meyve eti kararması (%)

Farklı sıcaklıkta yapılan depolamanın meyve eti kararmasına etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilememiştir. Meyve eti kararması, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte 0°C'de yapılan depolama sıcaklığı sonucunda çıkan %1,72 değeri ile 2°C'deki depolama sıcaklığı sonucunda çıkan %2,46 değerine göre biraz düşük bulunmuştur (Şekil 5.).

Farklı dozlarda yapılan 1–MCP uygulamalarının meyve eti kararmasına etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. Uygulama yapılmayan kontrol grubu meyvelerindeki iç kararma oranı %5,36 değeri ile 1–MCP uygulaması yapılan meyvelere göre yüksek bulunmuştur. 625 ppb ve 1.250 ppb dozlarındaki 1–MCP uygulamalarında sırasıyla %0,55 ve %0,37 değerlerinde meyve eti kararması görülmüştür (Şekil 6.).

Depolama süresince meyve eti kararması üzerinde yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresi arttıkça meyve eti kararma oranı da artmıştır. En yüksek meyve eti kararma oranı 4,25 değeri ile 180 +7 gün depolama süresi sonrasında görülmüştür

Fungal etmenli iç kararma oranı (%)

İki farklı sıcaklıkta yapılan depolamanın çürüme oranına etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. Doğal bir sonuç olarak, çürüme oranı 0°C'de yapılan depolama sıcaklığı sonucunda çıkan %3,33 değeri ile 2°C'deki depolama sıcaklığı sonucunda çıkan %6,53 değerine göre düşük bulunmuştur .

Farklı dozlarda yapılan 1–MCP uygulamalarıyla depolamanın çürümeye etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. Uygulama yapılmayan kontrol grubu meyvelerindeki çürüme oranı %7,58 değeri ile 1–MCP uygulaması yapılan meyvelere göre yüksek bulunmuştur. 625 ppb ve 1250 ppb dozlarındaki 1–MCP uygulamaları sırasıyla %4,44 ve %2,77 değerlerini almıştır (Şekil 7.). Elde edilen bulgular; 1–MCP uygulamalarının “Dellteks F1” çeşidi kantolop kavunlarında söz konusu parametre açısından etkilerine benzerlik göstermiştir (Kaynaş ve ark., 2009).

1– MCP uygulaması yapılmayan kontrol meyvelerinde çürüme oranının yüksek çıkması, meyvelerde yaşlanmayla bağlantılıdır. Meyve olgunlaştıkça direnci azalır. Çürümelere neden olan patojenlerin zarar yapması kolaylaşır.

Depolama süresince çürüme oranı üzerinde yapılan gözlemlerde istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresi arttıkça çürüme oranı da doğal bir sonuç olarak yükselmiştir. En yüksek çürüme oranı %8,51 değeri ile 180+7 gün depolama süresi sonrasında görülmüştür.

Fuji kiku elma çeşidinde yapılan depolama çalışmalarında incelenen çürüme oranı değerleri arasında meyvelerde depolama süresi, sıcaklığı ve uygulama dozları interaksyonu yönünden önemli farklılıklar saptanmamıştır (Şekil 8.). Çalışmadaki bulgulara göre; istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, her iki depolama sıcaklığında da 1–MCP uygulaması yapılan meyvelerin, kontrol grubu meyvelerine göre bu fizyolojik bozulma oranı oldukça düşüktür. Uygulamaların tümünde her iki depolama sıcaklığında da, 6 ay depolama ve 7 gün raf ömrü sonunda bile çürüme oranı %9'un altında olmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızda, yeni elma çeşitlerinden olan ve üstün renk ile tat özellikleri ile öne çıkan “Fuji Kiku” elma çeşidinin hasat sonrası fizyolojisi ve elma depolamasında ticari anlamda çok yüksek oranda kullanılan 1–Methylcyclopropane (1–MCP) uygulamasının söz konusu çeşidin hasat sonrası fizyolojisi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.



Fuji kiku elmaları ile yürüttüğümüz bu çalışmada, 1–MCP uygulamasının meyve eti kararması, fungal etmenli çürüme oranı, TETA, MES kayıplarının azaltılması ve etilen üretim miktarını baskı altında tutulması üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkilerin 0°C ve 2°C’de gerçekleştirilen depolamalarda birbirine yakın değerlerde bulunması nedeniyle; 0°C’de depolama ile 2°C’de depolama arasındaki sıcaklık farkı, Regiroli (2011) tarafından yapılan çalışma dikkate alındığında, enerji kullanımında yaklaşık olarak %26–38 arasında bir verimlilik oluşturacaktır, bu sayede hem depolama maliyeti düşecek hem de enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Gerçekleştirdiğimiz bu çalışma ile gelecek açısından çok büyük bir potansiyele sahip ‘Fuji Kiku’ elma çeşidinin hasat sonrası fizyolojisi kapsamında literatür oluşmasına katkı sağlanmış aynı zamanda pratik anlamda söz konusu bu çeşidin pazarlanabilme periyodunun tespiti kolaylaşmıştır. Diğer taraftan 1–MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanakları incelenmiştir. Yüksek sıcaklık koşullarında depolamayla, kalite kaybının olmadığı tespit edilmiştir. Ticari anlamda uygulanabilir olacak bu uygulamayla, Ülkemiz için enerji tasarrufuna katkı sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Abdi, N., McGlasson, W.B., Holford, P., Williams, M., Mizrahi, Y., 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1–methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 29– 39.
- Akgündoğdu, Ş., Kaynaş, K., 2010. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Eşme Ayva Çeşidinde Hasat Sonrası 1–Methylcyclop Ropane Uygulamalarının Meyve Kalitesine Olan Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Blankenship, S., 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1–MCP. *Horticultural Science North Carolina State University. Raleigh. NC. Perishables Handling Quarterl, Issue No:108, p 2–4.*
- Dong, L., Lurie, S., Zhou, H., 2002. Effect of 1–methylcyclopropene on ripening of ‘Canino’ apricots and ‘Royal Zee’ plums. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 135– 145.
- Fan, X., Mattheis, J.P., 1999. Impact of 1–methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *J. Agric. Food Chem.* 47, 2847– 2853.
- Fan, X., Mattheis, J.P., 2000a. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1–methylcyclopropene *HortScience* 35, 885– 887.
- Kaynaş, K., Sakaldaş M., 2012, *Tarım Türk Dergisi*. Sayı 36, <http://www.alarafidan.com.tr/kurumsal/?p=content&pg=news&a=145&m=34>.
- Kaynaş, K., Sakaldaş, M., Yurt, U., 2010. The Effects of Different Postharvest Applications and Different Modified Atmosphere Packaging Types on Fruit Quality of Angeleno Plums. *Acta Hort.*, 876: 209–216.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik, Elmanın Ekolojik Gstekleri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No.128, Ders Kitabı 11. 485s.
- Özelkök, S., Ertan, I., Büyükyılmaz, M., 1987. Marmara Bölgesinin Muhtelif Yörelerinde Yetiştirilen Bazı Önemli Armut Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Çalışmalar III.Santa Maria, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü,Yalova. 51s.
- Özelkök, S., Ertan, I., Büyükyılmaz, M., 1992. Marmara Bölgesinin Muhtelif Yörelerinde yetiştirilen Bazı Önemli Armut Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Çalışmalar V.Beurre Bosc, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü,Yalova. 35 s.
- Regiroli, G., 2011. SmartFresh Technology Contribution to higher Energy Efficiency. SmartFresh Project Consultant, Ljubljana.
- Sakaldaş, M., Kaynaş, K., Kuzucu, F., 2007. Hasat Sonrası 1–MCP Uygulamalarının Bahçe Ürünlerinin Muhafazası Üzerine Etkileri. *Soğuk Zincir ve Lojistik* 2(6): 3– 8.
- Sakaldaş M., Kaynaş K., Öztokat Kuzucu C., 2009. Hasat Sonrası 1–Methylcyclopropene Uygulamalarının Farklı Sıcaklık Derecelerinde Depolanan Kavunlarda (Cucumis melo L. cv. Dellteks F1) Meyve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 4 (1): 1–9, 2009 ISSN 1304–9984.
- Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.* 100, 577–582.
- Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M., Ross, G.S., 2000. Responses of strawberry fruit to 1–MCP and ethylene. *Plant Growth Regul.* 32, 83– 90.
- Watkins, C.B., 2002. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: Knee, M. (Ed.), *Fruit Quality and its Biological Basis*. Sheffield Academic Pres, pp. 180– 224.
- Zheng, W., Wang, S.Y., 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49, 5165–5170



Çizelge 1. Farklı depolama sıcaklıklarında 1-MCP uygulamaları sonucunda depolama süresince elde edilen meyve eti sertliği (kg) değerleri

Depolama Sıcaklığı	Uygulama 1-MCP	Depolama süresi (gün)				Depolama sıcaklık ortalaması	Uygulama ortalaması	
		0	60+7	120+7	180+7		Kontrol	Uygulama
0°C	Kontrol	7,04	6,13	5,67	5,53	6,48a	Kontrol	5,87c
	625 ppb	7,04	6,45	6,50	6,30		625 ppb	6,42b
	1250 ppb	7,04	6,90	6,65	6,50		1250ppb	6,69a
2°C	Kontrol	7,04	5,65	5,10	4,79	6,17b	Kontrol	5,87c
	625 ppb	7,04	6,11	5,97	5,92		625 ppb	6,42b
	1250 ppb	7,04	6,70	6,49	6,17		1250ppb	6,69a
Depo. süre ort.		7,04a	6,33b	6,06c	5,87d			
LSD (0,05)		0,068				0,048	0,059	

Çizelge 2. Farklı depolama sıcaklıklarında 1-MCP uygulamaları sonucunda depolama süresince elde edilen ŞÇKM (%) değerleri

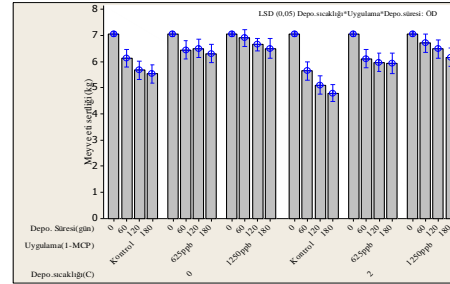
Depolama Sıcaklığı	Uygulama 1-MCP	Depolama süresi (gün)				Depolama sıcaklık ortalaması	Uygulama ortalaması	
		0	60+7	120+7	180+7		Kontrol	Uygulama
0°C	Kontrol	13,34J	14,37G	15,20CD	16,38A	14,30b	Kontrol	14,81a
	625 ppb	13,34J	13,40J	14,00H	15,31C		625 ppb	14,30b
	1250 ppb	13,34J	13,60 I	14,48G	14,84F		1250ppb	14,20c
2°C	Kontrol	13,34J	15,05DE	15,70B	15,10D	14,58a	Kontrol	14,81a
	625 ppb	13,34J	14,41G	15,33C	15,31C		625 ppb	14,30b
	1250 ppb	13,34J	13,59I	14,92EF	15,54B		1250ppb	14,20c
Depo. süre ort.		13,34d	14,07c	14,93b	15,41a			
LSD (0,05)		0,072				0,051	0,063	

Çizelge 3. Farklı depolama sıcaklıklarında 1-MCP uygulamaları sonucunda depolama süresince elde edilen TETA (g.100g⁻¹) değerleri

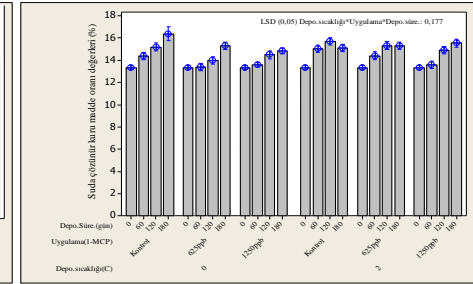
Depolama Sıcaklığı	Uygulama 1-MCP	Depolama süresi (gün)				Depolama sıcaklık ortalaması	Uygulama ortalaması	
		0	60+7	120+7	180+7		Kontrol	Uygulama
0°C	Kontrol	0,32 A	0,29 C	0,24 F	0,20 I	0,28 a	Kontrol	0,25 c
	625 ppb	0,32 A	0,31 B	0,29 C	0,23 G		625 ppb	0,28 b
	1250 ppb	0,32 A	0,32 A	0,32 A	0,25 E		1250ppb	0,29 a
2°C	Kontrol	0,32 A	0,28 D	0,20 I	0,19 J	0,27 b	Kontrol	0,25 c
	625 ppb	0,32 A	0,31 B	0,25 E	0,22 H		625 ppb	0,28 b
	1250 ppb	0,32 A	0,28 D	0,28 D	0,23 G		1250ppb	0,29 a
Depo. süre ort.		0,32 a	0,30 b	0,26 c	0,22 d			
LSD (0,05)		0,0015				0,0011	0,0013	

Çizelge 4. Farklı depolama sıcaklıklarında 1-MCP uygulamaları sonucunda depolama süresince elde edilen toplam fenolik bileşik miktarı (GAE mg.100 g⁻¹) değerleri

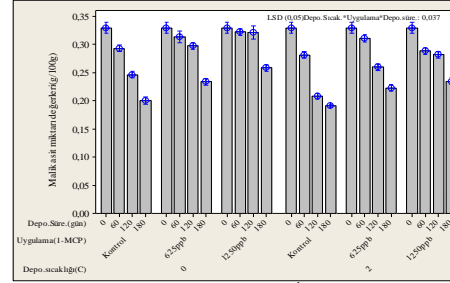
Depolama Sıcaklığı	Uygulama 1-MCP	Depolama süresi (gün)				Depolama sıcaklık ortalaması	Uygulama ortalaması	
		0	60	120	180		Kontrol	Uygulama
0°C	Kontrol	1166,8 N	1213,3 L	1275,9 H	1345,5 C	1247,9 b	Kontrol	1248,6 b
	625 ppb	1166,8 N	1216,8 L	1286,8 G	1401,8 A		625 ppb	1260,3 a
	1250 ppb	1166,8 N	1179,1 M	1226,6 K	1328,7 D		1250ppb	1239,4 c
2°C	Kontrol	1166,8 N	1246,7 I	1292,8 F	1281,2 H	1251,0 a	Kontrol	1248,6 b
	625 ppb	1166,8 N	1239,9 J	1296,8 F	1306,7 H		625 ppb	1260,3 a
	1250 ppb	1166,8 N	1225,4 K	1242,3 J	1379,8 B		1250ppb	1239,4 c
Depo. süre ort.		1166,8 d	1220,2 c	1270,2 b	1340,6 a			
LSD (0,05)		2,225				1,57	1,93	



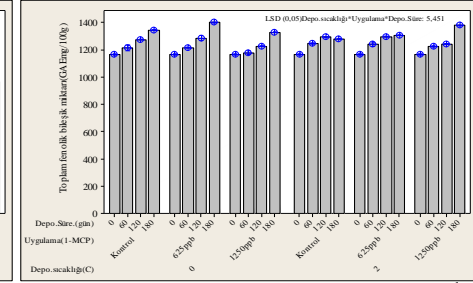
Şekil 1. Meyve eti sertliği değerleri (Kg)



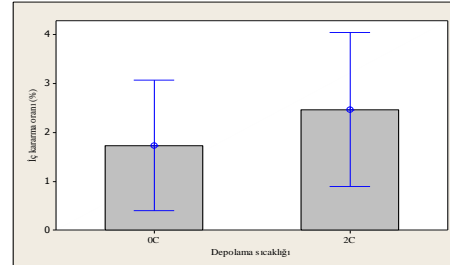
Şekil 2. ŞÇKM Değerleri (%)



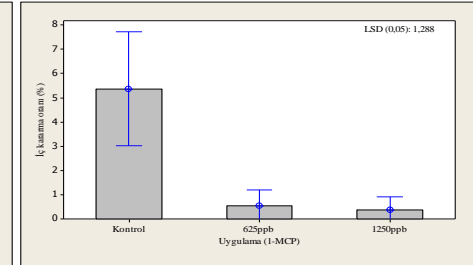
Şekil 3. TETA değerleri (g.100g⁻¹)



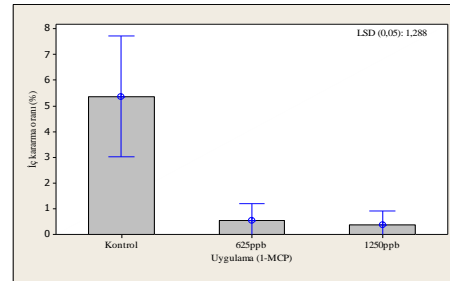
Şekil 4. Toplam Fenolik Bileşik miktarı (mg.100g⁻¹)



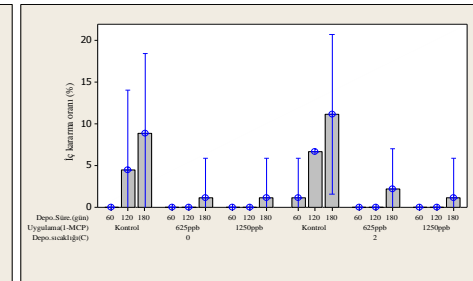
Şekil 5. Depolama sıcaklığına göre meyve eti kararma oranı (%)



Şekil 6. 1-MCP dozlarına göre Meyve eti karama oranı (%)



Şekil 7. 1-MCP uygulamalarına göre iç kararma oranında (%) görülen farklılıklar.



Şekil 8. Sıcaklık ve Uygulama interaksiyonunun iç kararma (%) oranına etkileri