

Meyvelerde 1-MCP (1-methylcyclopropene)' nin Kullanım Olanakları

Ebru Sakar^{1*}, Hülya Ünver², Akgül TAŞ¹, Bekir Erol AK¹

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ŞANLIURFA¹
Ankara Üniversitesi Kalecik Meslek Yüksekokulu, Kalecik/ANKARA²
İletişim: ebru.sakar09@gmail.com

Özet

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler meyve kalitesini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Etilen engelleyici olarak bilinen 1-metilsiklopropan (1-MCP) meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve/veya yaşlanmayı etkileyebilmektedir. 1-MCP'nin bulunuşundan bu yana 1-MCP'nin etki mekanizması, uygulanması ve etilenin etkilerinin kısmen veya büyük ölçüde ortadan kalkmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Bu makalede 1-MCP ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Meyve, 1-MCP, fizyoloji

Use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in Fruits

Abstract

The recognition of the role of ethylene in fruit ripening , in controlling the maturity process has brought the use of ethylene inhibitor on the agenda. Today,in countries where the fruit industry is progressed for this purpose , when applied externally to the plant,compounds that preventing the ethylene synthesis is used in order to improve and protect of the fruit quality. 1 -methylcyclopropene (1 -MCP) is known as Ethylene inhibitors, may affect maturation and / or aging in fruits, vegetables and ornamental plants. Since presence of 1 – MCP, there are numerous studies made and still gonig on partially or largely so as to eliminate the effects of ethylene and it's implementation, action mechanism of 1 – MCP. The studies related to 1 -MCP has been compiled in this article.

Key words: Fruit, 1-MCP, physiology.

Giriş

Pazar isteklerine uygun kalitede ürün yetiştirmek ve hasattan sonra meyve kalitesini muhafaza etmek için yetiştiriciler, kalite parametrelerini olumlu yönde etkileyen bazı büyümeyi düzenleyici [AVG, gibberellinler, jasmonatlar, pro-ca (prohexadione calcium), sentetik oksinler (klorofenoksiasetik asit), salisilik asit ve 1-metilsiklopropan (1-MCP)] maddeleri kullanılmaktadırlar (Stern ve ark., 2007).

Bitki büyüme düzenleyiciler, bir bitkide bir veya daha fazla fizyolojik olaya etki eden doğal ya da sentetik bileşiklerdir.

Kirazda meyve iriliğini ve kalitesini arttırmak için giberellik asit (GA3), 2,4-diklorofenoksi propionik asit (2,4-DP), 3,5,6-trikloro-2-pyridyoksi asetik asit (3,5,6-TPA), 2,4-diklorofenoksi asetik asit (2,4-D), 2,4,5 triklorofenoksi propiyonik asit (2,4,5 TP), etephon, paclobutrazol (PP333), naftalen asetik asit (NAA) gibi farklı sentetik oksinler, 1-metilsiklopropan (1-MCP) ve aminoetoksivinilglisin (AVG)

kullanılmaktadır (Webster ve ark., 2006; Stern ve ark., 2007).

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler meyve kalitesini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Webster ve ark., 2006; Singh ve Khan, 2010).

Gaz halinde doğal bir bitki büyüme düzenleyicisi olan etilen, özellikle klimakterik meyve türlerinde olgunlaşmayı hızlandırmaktadır. Meyve türlerinde olgunlaşma hızı ortamdaki etilen konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Meyvenin etilen algılamasını önlemede; sıcaklığı mümkün olan en düşük dereceye düşürmek, CO₂ konsantrasyonunu yükseltmek, kontrollü atmosferde muhafaza, derim sonrası sıcaklık uygulamaları yanında bazı gümüş tiyosülfat ve 1-methylcylopropene (1-MCP) gibi kimyasal madde uygulamaları kullanılmaktadır. Özellikle 1-MCP uygulamalarının elmalarda soğukta muhafaza sırasında meyve eti sertliğindeki düşüşü ve kabuk yanıklığı oranını azalttığı, ağırlık kayıplarını engellediği pek çok çalışmada belirtilmiştir (Dongfang vd. 2003).

Mcp'nin Özellikleri

1-MCP bitkisel ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü uzatmaya yarayan, genel anlamda etileni inhibe eden ve yaşlanmayı geciktiren bir madde olarak bilinmektedir. Standart sıcaklık ve basınçta, molekül ağırlığı 54, formülü C₄H₆ olan bir gazdır. 1-MCP, bitkiye uygulandığında, etilen alıcılarına bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilenle ilişkili biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır (Sisler ve Serek 1997, Watkins 2006).

1-MCP Kuzey Carolina Üniversitesi'nden Edward Sisler ve Sylvia Blankenship adlı araştırmacılar tarafından bulunmuş, 1996'da patenti alınmıştır (Blankenship ve Dole, 2003). Bu iki araştırmacı yaptıkları çalışmalar sonucunda 1996 yılında 1-MCP, siklopropan (CP), 3-metilsiklopropan (3-MCP) ve 3,3-dimetilsiklopropan (3,3-DMCP)'nin etilen aktivitesini engellediğini ve bunlardan 1-MCP'nin 3-MCP ve 3,3-DMCP'den daha aktif ve stabil olmasından dolayı en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir (Sisler ve ark., 2001). 1-MCP'nin ticari boyutta ilk uygulaması Florolife anonim şirketi lisansı ile üretilen α -cyclodextrin ile süs bitkilerinde yapılmıştır.

1-MCP'nin ticari olarak gaz formunda pazarlanan ürünü, SmartFresh, sıvı formda pazarlanan ürünü ise Harvista'dır. SmartFresh'in genellikle hasattan sonra meyvelere uygulandığı ve meyvelerde hasat sonu raf ve depo ömrünün uzamasına neden olduğu bildirilmektedir (Singh ve Khan, 2010). Harvista ise elmalarda hasat öncesi uygulamaları ile hasat öne dökümü ve hasat sonrası raf ve depo ömrünün artmasına neden olmaktadır (Watkins ve ark., 2010). Ancak bu ürünlerden Harvista, yalnızca ABD ve bazı Latin Amerika ülkelerinde tescillidir.

1-MCP ile ilgili olarak zehirlilik testleri yapılmış, hayvanlara ağız ve cilt yoluyla temas ettirilerek uygulanmış, göz ve deride patolojik veya ölümcül hiçbir etkiye rastlanmamıştır. Kapalı bir yerde farelere uygulanan 1-MCP'nin, solunum açısından zehirlenmeye sebep olmadığı bildirilmiştir (Hacker 2002). 1-MCP, belirlenebilir kalıntı bırakmayan güvenli bir ürün olup küçük veya büyük miktarlardaki ürün grupları için rahatlıkla kullanılabilir (Blankenship 2001).

1-MCP; ABD, Kanada, Avustralya, İngiltere, İspanya, İtalya, Almanya, Fransa, Çin, İsrail, Türkiye, Hollanda gibi 30'a yakın ülkede meyve yetiştiriciliği ve muhafazasında kullanılmaktadır. Özellikle elma, kayısı, avokado, kivi, mango, nektarin, papaya, şeftali, armut, Trabzon

hurması, erik ve ananas için hasat sonrası kullanımı onaylanmış olup elma, kivi, muz ve Trabzon hurmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Watkins, 2006).

Watkins (2002), bu maddenin etilenin fizyolojisi ile ilişkili olarak meyve ve sebzelerin üzerine olan etkilerini özetlemiş ve 1-MCP'nin kimyasal anlamda etilen reseptörlerini tuttuğunu ve etilen bağlanması engellenerek aktivasyonu gerçekleşmediğini ifade etmiştir.

1-MCP, ürünlere uygulandığında, etilen alıcılarına (Reseptörlerine) bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilen ile ilişkili biyokimyasal tepkimeleri yavaşlatmaktadır. Araştırmacılar 1-MCP'nin reseptörler ile uyuşmasının, etilenden yaklaşık 10 kat daha fazla olduğunu (Blankenship ve Dole, 2003) ve etilen ile kıyaslandığında çok daha düşük konsantrasyonlarda bile aktif olabildiğini, ayrıca birçok türde etilen biyosentezini etkilediğini (Sisler ve Serek, 1997) belirtmişlerdir.

Mcp'nin Meyvelerde Kullanımı

1-MCP, etilenin etkisini engelleyen bir bileşik olduğu için, etkisi öncelikle yoğun etilen üreten elma, armut, avokado ve muz gibi meyve türlerinde araştırılmış; sebzelerdeki etkisine yönelik çalışmalar ise, etilen üretimi orta düzeyde olmasına karşılık, etilene duyarlılığı yüksek olan domateslerle başlamış ve daha sonra brokoli, hıyar, kavun ve yapraklı sebzeler gibi etilene karşı duyarlılığı yüksek olan türlerle devam etmiştir (Watkins 2006).

1-MCP kullanımı, tüketici için kaliteyi koruma açısından elma depolama teknolojilerinde bir atılım olarak görülmektedir. 1-MCP'nin nispeten kısa sürelerle (2-24 saat) gaz halinde uygulandığı, çok düşük konsantrasyonlarda bile etkili olduğu, toksik olmadığı ve neredeyse hiç kalıntı bırakmadığı belirtilmiştir (Huber vd. 2003).

1-MCP'nin, meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve yaşlanmanın yanı sıra etilen üretimi, solunum şiddeti, renk değişimi ve yumuşamayı geciktirdiği bilinmektedir (Watkins ve Miller 2005). Elmalarda meyve eti sertliği, şeker ve titre edilebilir asitlik kapsamı gibi kalite kriterlerinde muhafaza süresince oluşan değişimleri yavaşlatmaktadır (Huber vd. 2003).

1-MCP'nin koruyucu etkileri tür, çeşit ve hatta bitki kısımlarına, uygulama süresine, sıcaklığa ve uygulanacak metoda bağlı olarak değişiklik göstermektedir. 1-MCP, bazı ürünlerde etilen üretimini azaltırken (kayısı, çilek, erik ve avokado) bazı ürünlerde (Fuji, Red Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde) inhibe ettiği ifade edilmiştir. (Dong ve ark., 2002).

Tam bir etki elde edilebilmesi için 1-MCP'nin yeterli uygulama süresinin 12 ile 24 saat arasında tutulması gerektiği belirtilmektedir. Fan ve Ark. (1999), 1-MCP'nin etkili konsantrasyonunun düşük ve etilenin etkisinin engellenmesi için gerekli minimum gaz konsantrasyonunun ise elmalarda 1 µl 1-1 olduğunu ifade etmişlerdir. Şen ve Türk (2008) ise 5 ve 50 nl 1-1 konsantrasyonunda 1-MCP uygulamasının olgunlaşmamış muzlar üzerinde herhangi bir etkisi olmazken, 500 nl 1-1 konsantrasyonunun olgunlaşmayı geciktirdiğini belirlemişlerdir.

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 (Dong ve ark., 2002).

Meyve dökümünü önlemede etkili olan maddelerin kullanımının sınırlandırılması ve NAA'den istenen

düzye de sonuçların alınamaması, araştırıcıları alternatif maddeler aramaya yöneltmiştir. Bu konuda, etilenin meyvelerde olgunluğu ve absiyonu teşvik ettiği bilindiği için (Bangerth, 1978; Schupp ve Greene, 2004), daha çok etilen sentezini engelleyen maddeler üzerindeki araştırmalara hız verilmiştir.

Elfving ve ark. (2006), AVG, 1-MCP ve etephon uygulamalarının 'Bing' kirazının kopma direnci ve et sertliği üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada; AVG uygulamalarının kopma direncini ve diğer kalite özelliklerini etkilemediğini, ancak yalnızca etephon ve 1-MCP uygulamasına ilave olarak uygulanan etephonun kopma direncini azalttığı, et sertliğini muhafaza ettiği tespit edilmiştir. 1-MCP uygulaması ile et sertliği önemli düzeyde muhafaza edilmiştir.

Düşük sıcaklıkların antosiyanin birikimini uyarması sebebiyle sıcak bölgelerde meyve hasadının, etilen engelleyici bir takım büyümeyi düzenleyici maddelerin kullanımı ile geciktirildiği ve bu büyümeyi düzenleyici maddelerin, renklenme üzerine (ReTain, Daminozit ve NAA) dolaylı bir etki yaptığı bilinmektedir. AVG ve 1-MCP gibi etilen engelleyiciler, olgunlaşmayı geciktirerek, meyvenin ağaç üzerinde kalma süresini uzatarak, ışıklanma süresini de uzatmakta ve renklenmeyi dolaylı olarak arttırmaktadırlar (Stover ve ark., 2003; Greene, 2006).

Fan ve Mattheis (1999), Fuji elmasına uygulanan MeJA ve 1-MCP'nin, meyve renklenmesi ve olgunlaşması üzerine etkilerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Etilen üretimi, solunum oranı ve renk değişiminin 1-MCP uygulaması ile azaldığı, fakat MeJA uygulaması ile etilen üretiminin dalgalı bir değişim gösterdiği, solunum oranının ve renklenmenin ise, daha önceden 1-MCP uygulansa dahi arttığını tespit etmişlerdir.

Elma ve armut meyvelerinin 1-MCP ye tepkisini etkileyen faktörler; 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 etkilenebilmektedir. Olgunlaşmamış meyve, 1-MCP teşvikli tepkilerin maksimum süresine erişmek için etkili aralığın sonundaki üst konsantrasyon (1ppm) kullanımını içeren uygulamaya ihtiyaç duyabilmektedir. 1-MCP'nin kontrollü atmosferde fark edilir bir tepkiyi teşvik edebilmesi için 0,625 ppm'i aşan konsantrasyonuna ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir (Mattheis ve ark., 2000).

Ülkemiz armut üretiminde ve üretilen ürünlerin pazarlanması aşamasında uygun hasat zamanının ve özellikle çeşitlerin hasat sonrası fizyolojik özelliklerinin yeterince bilinmemesi ve çağdaş teknolojinin gerektirdiği şekilde uygulanamaması sonucu soğuk zincir boyunca çeşitli nedenlere dayanan bozulmalar büyük kayıplar meydana getirmekte ve üretimin yaklaşık % 25-30 unu kullanmadan alıp götürmektedir.

Marmara bölgesinde önemli bir üretime sahip olan "Deveci" armut çeşidinde hasat sonrası 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulamalarının muhafaza süresince kaliteye olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Çanakkale Biga bölgesinden hasat edilen armut meyvelerinde sırasıyla 312,5 ppb, 625 ppb ve 1.250 ppb dozlarında 1-MCP uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, depolama süresi uzadıkça tüm meyvelerde farklı düzeylerde olmak üzere kalite kayıpları meydana geldiği ve söz konusu kalite özelliklerinin depolama ve raf ömrü süresince korunabilmesi açısından etkili uygulamaların 625 ppb ve 1.250 ppb dozunda 1-MCP uygulamaları olduğu belirlenmiştir (Sakaldaş, 2014).

Çanakkale koşullarında Fuji Kiku elma çeşidinde hasat sonrası depolama periyodunda 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulaması ile meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği

çalışmada ise 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. Araştırma sonucunda 1-MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanakları incelenerek, yüksek sıcaklık koşullarında depolamayla, kalite kaybının olmadığı ve ticari anlamda bu uygulamayla, ülkemiz için enerji tasarrufuna katkı sağlanabileceği ifade edilmiştir (Kuzucu ve Aydın, 2014)

Sakaldaş ve Kaynaş (2011), Pink Lady elma çeşidinde 1-MCP'nin depolama süresince toplam fenolik bileşik miktarındaki değişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulama sonucunda en yüksek değerlerin 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasına tabi tutulan meyvelerde görüldüğünü ve 1.250 ppb dozunda 1-MCP uygulamalarının bu parametredeki artışı daha düşük seviyede tuttuğunu belirlemişlerdir.

Hasat ile 1-MCP uygulaması arasındaki zamanın önemi, ürün türlerine göre farklılık göstermektedir. Genellikle ürün ne kadar çabuk bozuluyorsa 1-MCP hasattan sonra o kadar kısa sürede uygulanmalıdır (Able et al., 2002). Etilen uygulanarak olgunlaştırılmış muzlarda olgunlaşmayı geciktirmek için 1-MCP ile meyvelerin 24 saat içinde buluşması gerekmektedir (Jiang et al., 1999). Olgunlaşan kayısı ve eriklerde etilen üretimi, yumuşama ve içsel kahverengileşme, 1-MCP'nin depolanmadan önce değil ancak depolanmadan sonra meyvelere uygulanması ile baskılanmıştır (Dong ve ark., 2002).

1-MCP'nin bitkisel ürünlerde difüzyonu hızlı olduğu, uygulamadan 8 saat sonra elmanın çekirdek bölgesinde 1-MCP'nin varlığına rastlanmadığı, muzlara 1 µl 1-1 konsantrasyonda 1-MCP uygulamasından 15 gün sonra deliksiz

polietilen torbalarda 1-MCP ölçülemediği ifade edilmiştir (Jiang et al., 1999).

1-MCP'nin birden fazla uygulanması bazı ürünlerde etkiyi arttırırken bazılarında önemli bir etki yapmamaktadır. 1-MCP'nin Redchief elma çeşidi (Mir et al., 2001) ve Avokadoda (Pesis et al., 2002) birden fazla uygulaması tek başına uygulamadan daha fazla etkili olmuştur.

1-MCP uygulamasının dezavantajı, etilen duyarlılığını elemine etmeyle birlikte uçucu bileşiklerin üretimini azaltmasıdır. Bu bileşikler, meyveye önemli derecede lezzet ve aroma katicıdır. Bu, KA' de uzun depolamanın etkisine benzer olarak meyvede uçucu bileşiklerin kapasitesini azaltmaktadır. 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 faydalarından 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, armutların depolanması için etkin bir yöntem olabileceği ifade edilmektedir (Mattheis ve ark., 2000).

Sonuç ve Öneriler

1-MCP ve meyvelerin hasat sonrası fizyolojileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. 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).

Yaş meyveler içerisinde çeşitler bazında en uygun hasat sonrası koşullarının belirlenmesi ile kayıplara ilişkin çözümler, yaş meyvelerdeki kayıp oranlarının düşürülmesine yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2002. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica*) than a leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Postharvest Biol. Technol.* 26, 147-155.
- Bangerth, F., 1978. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop apple of fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103, 401-408.
- Blankenship, S., 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. *Horticultural Science North Carolina State University*. Raleigh. NC. *Perishables Handling Quarterly*, Issue No:108, p. 2-4.
- Blankenship S.M., Dole J.M., 2003. 1-methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol Technol* 28 1-25.
- 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.
- Dongfang, H.M.A., Shushang W., Ying D.X. and Aoying W., 2003. Effect of 1-MCP Treatment on Ethylene Production on Quality Retention of 'Delicious' Apples. *Acta Horticulturae Sinica.* 30(1):11-4.
- Elfving, D.C., Reed, N.R., Visser, D.B., 2006. Effects Of Preharvest Sprays Of Mcp And Ethephon On Bing Sweet Cherry Fruit Loosening And Fruit Quality. *Proceedings 33rd PGRSA Annual Meeting.* 86.
- 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., Blankenship, S.M., Mattheis, J.P., 1999. 1-MCP inhibits apple ripening. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 124, 690-695.
- Greene, D.W., 2006. An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Horticulturae*, 727, 311-319.
- Huber, DJ., Jeong J. and LC., 2003. Softening of Ripening Fruits in Response to 1-Methylcyclopropene Applications. *Acta Hort.* 628; 193-202.
- Jiang, Y., D.C. Joyce and A.J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-MCP in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biol. Technol.* 6, 187-193.
- Kuzucu, F.C., Aydın, M.N., 2014. 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının "Fuji Kiku" Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1):101-108.
- Mattheis, J., Fan, X. and Argenta, L., 2000. Responses of Apple and Pear Fruit to 1-Methylcyclopropene. 16 th Annual Postharvest Conference. Tree Fruit Research and Extension Center. Washington State University. USA.
- Mir, N. A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R. M., 2001. Harvest Maturity, Storage Temperature, and 1-MCP Application Frequency Alter Firmness Retention and Chlorophyll Fluorescence of 'Redchief Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* Vol: 126 (2001); 618-624.
- Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Aire, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Goren, R., Prusky, D., 2002. Ethylene involvement in chilling

- injury symptoms of avacado during cold storage. *Postharvest Biol. Techno.* 24, 171-181.
- 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., 2011. Pink Lady Elma Çeşidinde Kontrollü Atmosfer Depolama ve Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamasının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.* 04–08. Ekim. 2011, Şanlıurfa (Basımda).
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen “Deveci” Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 109–116.
- Schupp, J.R. ve Greene, D.W., 2004. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. I. concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39, 1030–1035.
- Singh, Z. ve Khan, A.S., 2010. Physiology of plum fruit ripening. *Stewart Postharvest Review*, 2, 3.
- Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.* 100, 577–582.
- Sisler, E.C., M. Serek, K.A. Roh and R. Goren. 2001. The effect of the chemical structure on the antagonism by cyclopropenes of ethylene responses in banana. *Plant Growth Regul.* 33, 107-110.
- Stern, R.A., Applebaum, S., Flaishman, M., Ben-Arie, R., 2007. Effect of synthetic auxins on fruit development of Bing cherry. *Scientia Horticulturae* 114: 275-280.
- Stover, Ed., Fargione, M.J., Watkins, C.B. ve lungerman, K.A., 2003. Harvest management of Marshall ‘McIntosh’ apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38 (6), 1093–1099.
- Şen ve Türk, 2008. Bahçe ürünlerde 1-metilsiklopropen (1-MCP) kullanımı *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2008, 45 (3): 221-228 ISSN 1018 – 8851
- 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., James, H., Nock, J.F., Reed, N. ve Oakes, R.L., 2010. Preharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to control fruit drop of apples, and its effects on postharvest quality. *Acta Horticulturae*, 877, 365–374.
- 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.
- Watkins, C.B. and Miller, W.B., 2005. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Based Technologies for Storage and Shelf life Extension. *Acta Hort.* 687; 217-224.
- Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances.* 24; 389-409.
- Webster, A.D., Spencer, J.E., Dover, C., Atkinso, C.J., 2006. The influence of sprays of Gibberellic acid (GA3) and Aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit abscission, fruit ripening and quality of two sweet cherry cultivars. *Acta Hort.* 727:467–472.