



Araştırma Makalesi/Research Article

Taze Fasulyenin Soğukta Muhafazasında Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi

Esra Özdemir¹

Kenan Kaynaş^{1*}

¹ ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 17100/Çanakkale

*Sorumlu yazar: k_kaynas@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.09.2018

Kabul Tarihi: 03.12.2018

Öz

Çok kısa süre muhafaza edilebilen fasulyede satış fiyatlarını düzenlemek ve raf ömrünü uzatarak, kabul edilebilir kalitede ürünün tüketiciye ulaştırılması, böylece üreticinin korunması amaçlanan bu çalışmada; Çanakkale ilinde (Kösedere Beldesi) yetiştiriciliği yapılan Atlanta yeşil fasulye çeşidinin taze olarak depolanma olanakları incelenmiştir. Bu kapsamda çeşide özgü meyve büyüklüğünde hasat edilen fasulyeler 7°C sıcaklık ve %90 oransal nem koşullarını içeren soğuk depolarda (kontrol), özel su buharı geçirgenliğine sahip LDPE (polipropilen + ethylvinilin) (MA 1) ve normal LDPE torba (MA 2) kullanılarak hazırlanan modifiye atmosfer koşullarında 4 hafta süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince 10 gün aralıkla meyve suyunda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir toplam asitlik, askorbik asit, bakla renk değişimi, fenolik bileşiklerdeki değişim, ağırlık kaybı, görsel kalite (1:pazarlanamaz ...-3:pazarlanabilir...5: yüksek kalite) gibi kalite değişimleri saptanmıştır.

Bulgularımıza göre; Atlanta fasulye çeşidinin 7°C sıcaklıkta depolanma süresince bakla renginde yeşilden sarıya açılma, renkte parlaklığın kaybolması, SÇKM değerinde artış, askorbik asit ve TETA değerinde azalma ve fenolik bileşiklerde artışlar saptanmıştır. Kalite özelliklerindeki bu değişim kontrol meyvelerinde daha yüksek her iki MA koşullarında daha düşük düzeylerde gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrol grubu fasulyelerde ağırlık kaybı değeri 10 gün depolamadan sonra kabul edilebilir sınırın çok ötesine geçerken, MA koşullarında %1'den daha düşük ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Atlanta fasulye çeşidi normal koşullarda ancak 10 gün depolanabilirken MA koşullarında bu sürenin 20 – 25 güne uzatılabileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atlanta cv, fasulye, muhafaza, kalite, MAP

Determination on Changes of Quality During Cold Storage of Green Beans

Abstract

The opportunities of fresh storage in green beans cv. Atlanta examined which cultivated in Çanakkale province (Kösedere district) in this thesis study. It is aimed to regulate the sales prices in the green bean which has a very short shelf life products and to extend the shelf life to deliver the products to an acceptable quality, and, to protect the producers. For this purpose, green beans harvested in ideal fruit size stored for 4 weeks in cold storage (control), which has 7°C temperature with 90% relative humidity conditions and different modified atmosphere conditions (MAP) prepared by normal LDPE bags and another type of LDPE with special permeability on water vapor (polipropilen + ethylvinilin). The change in quality characteristics throughout the storage period and the effect of MAP applications determined. Quality parameters such as total soluble solid content (%), titratable acidity (TA%), ascorbic acid content, color changes, phenolic compounds, weight loss, visual quality (1.unmarketable....-3. marketable....5. high quality) determined.

According to the results, green colors of beans turn to yellow, brightness of the color decreased, increasing of SSC and phenolic compounds decreasing of TA and ascorbic acid content were found during cold storage. MAP treatments were more effective on to be protected of quality. Also weight loss rate more than acceptable limit after 10 days stored of control beans the place opposite more low 1% on MAP stored beans. The results suggest that green beans Atlanta cv 10 days stored in cold air storage and extended storage period to 20-25 days on MAP conditions.

Keywords: cv. Atlanta, green bean, storage, quality, MAP

Giriş

Orta Amerika kökenli yemeklik tane baklagil bitkisi olan fasulyenin Dünyada çok geniş bir yayılım alanı vardır. FAO istatistiklerine göre dünya taze fasulye üretimi 6 milyon tondan fazla olup, dünyada en fazla taze fasulye üreticisi ülke olan Çin'in üretimi yılda ortalama 2.3 milyon tondur (Anonymous, 2005). Ülkemiz ise, Çin'den sonra 2. üretici ülke konumunda olup, yaklaşık 560 bin ton fasulye üretimine sahiptir. Fasulye; insan beslenmesi bakımından olduğu gibi köklerinde bulunan nodüller içerisindeki nidozite bakterileri (*Rhizobium* sp.) ile havanın serbest azotundan yararlanır,



toprağın azotça zenginleşmesini sağlamak ve kendinden sonra ekilecek bitkilere azot bakımından zengin bir toprak bırakmaktadır. Bu özelliği nedeniyle ekim nöbeti uygulamalarında yer alan bir sebzedir (Sprenst, 2001). Gerek taze ve gerekse kuru olarak tüketilmekte olan fasulye, danelerinin yüksek oranda protein içermesi ve proteinlerinin amino asit kompozisyonu itibarıyla et proteinine yakın olması ayrıca karbonhidrat, kalsiyum, demir ve özellikle fosforca zengin olması bakımından da benzeri gıdalar içerisinde üstün bir yere sahiptir. Diğer yandan fasulyenin kükürt içeren aminoasitler kapsamı diğer yemeklik baklagillerden daha fazla olup bu da fasulye proteininin biyolojik değerinin yüksek olmasına neden olmaktadır.

Çok zengin bir gen havuzuna sahip olan fasulye, insanların damak zevklerinin farklı olması sonucu ülkeler, bölgeler göre farklı renklerde, farklı bakla büyüklüklerinde, farklı tekstürel yapıya sahip olan çeşitleriyle geniş alanlarda üretimi gerçekleştirilmektedir (Orzolek ve ark., 2000). Dolayısıyla bu gen zenginliği aynı zamanda yeşil fasulyede fiziksel ve kimyasal yapı çeşitliliği, üşümeye duyarlılıkta farklılıkları ve depolama, raf ömrü yönünden farklılıkları da göstermektedir. Özellikle renk yönünden farklılıklar tüketici tercihleri ile şekillendiğinden ve bakla (meyve kapsülleri) renginin solgunluğu önemli bir kalite kaybının belirtisi olması nedeniyle önemli bir özelliktir (Trail ve ark., 1992). Bunun yanında yapısal olarak gevşemesi, esneyebilir bir yapının oluşması aroma kaybı, klorofil kaybı ve su kaybının bir göstergesi olduğu için önemli kalite özellikleridir (Martinez ve ark., 1995). Dolayısıyla bu özelliklerdeki değişim özellikle hasattan sonra fasulyenin muhafaza edildiği ortamın koşullarına (sıcaklık, nem vb) bağlı olarak değişmektedir (Nunes, 2008; Nunes ve ark., 2001). Yeşil fasulyenin yüksek solunum hızına sahip olması ve üşümeye çok duyarlı olması nedeniyle çok çabuk bozulabilir bir sebze türüdür (Costa ve ark., 1994). Bu özellikleri nedeniyle Cantwell ve Suslow, (2010) yeşil fasulyenin 5-7.5°C sıcaklık ve %95 oransal nem koşullarında ancak 8-12 gün depolanabileceğini açıklamışlardır. Bu sıcaklık değerlerinin üstünde depolanan fasulyelerde sararma, sertliğin kaybolması, elastiki yapının oluşması, derimsi bir görünüş, ağırlık kaybının görüleceği, altındaki sıcaklıklarda ise kapsülde siyah noktacıklar şeklinde üşüme zararı ileri safhalarda kararmış lezyonların oluştuğunu ve yüksek sıcaklıklara aktarıldığı zaman çok kısa sürede mantari çürümelerin başladığı saptanmıştır (Nunes, 2008; Watada ve Morris 1966).

Yeşil fasulyenin işlenmesi üzerine farklı uygulamalar, çeşitlerin duyarlılığı gibi konularda çok sayıda araştırma yapılmasına karşılık taze fasulyenin depolanması ve kalite değişimleri konusunda çok az sayıda araştırma sonucu bulunmaktadır. Ülkemizde ise yeşil fasulyenin depolanması konusunda hiç araştırma bulunmamaktadır. Monreal ve ark. (1999) ve Trail ve ark. (1992) fasulye çeşitlerinin ideal depolanma sıcaklığı konusunda, Gorini ve ark., (1974; Watada ve Morris, 1966; Yağız ve ark. 2010) ise yeşil fasulye çeşitlerinin düşük sıcaklıklara dayanımları ve üşüme zararı ile ilgili çalışmaları yapmışlardır. Ancak yurt dışında da farklı depolama sıcaklıklarında kaliteyi oluşturan öğelerdeki değişim konusunda hemen hemen hiç araştırma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada Çanakkale ilinde (Kösedere Beldesi) yetiştiriciliği yapılan Atlanta yeşil fasulye çeşidinin taze olarak depolanma olanakları incelenmiştir. Bu kapsamda depolamada farklı MAP koşullarının taze fasulyenin kalite özelliklerine etkileri saptanarak depolama süresinin uzatılma olanağı değerlendirilmiştir. Çalışma ile ürün ve üretici üzerine kazanımlar?

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak, Ayvacık- Çanakkale (Kösedere Beldesi)'den özel üretici bahçesinden hasat edilen Atlanta fasulye çeşidinin meyveleri kullanılmıştır. Atlanta fasulye çeşidi erkenci, oturak, beyaz renkli oval tohumlu, 45 günlük bir fasulye çeşididir. Baklası 14-15 cm uzunluğunda, 1,5 cm genişliğinde, yassı olup, yeşil renkli ve kılçıksızdır. Baklada 5-6 dane mevcut olup, tohum odacıkları zar yapmaz, iplikçik oluşturmaz. Atlanta fasulyesi yüksek verimli, taze tüketim, konserve ve derin dondurmaya uygun bir çeşittir.

Hasat tarihi, 24 Temmuz 2017 olup, fasulye örnekleri içinden meyvelerde çürüme, sap kopması gibi zarar görmüş olanlar ve özgün büyüklüğüne ulaşmamış olanlar seçilerek deneme dışında bırakılmıştır. Fasulye örnekleri depolama çalışmalarından önce tarla bulaşmalarından arındırmak için 100 ppm'lik sodyum klorit ile yıkanmış ve kurutulmuştur.

Depolama Çalışmaları

Atlanta yeşil fasulye çeşidine ait örneklerin depolanmasında 7°C sıcaklık ve %90 oransal nem koşullarını içeren mekanik soğutmalı depolar kullanılmıştır. Depolamada örnekler plastik kasa



içerisinde (kontrol), özel su buharı geçirgenliğine sahip LDPE (polipropilen + ethylvinilin) torbada (MA1) ve normal LDPE torba (MA2) kullanılarak hazırlanan modifiye atmosfer koşullarında 4 hafta süreyle muhafaza edilmiştir. Depolama başlangıcında ve muhafaza süresince 10 gün aralıkla kalite değişimleri incelenmiştir. Depolama öncesi ön soğutma yapılmamış mıdır? Bu kapsamda;

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) oranı (%): Uygulamalara ait fasulye örneklerinin püresinde Atago PAL 1 model dijital el refraktometresi ile doğrudan % değer olarak ölçülmüştür.

Titre edilebilir toplam asitlik (TETA) (g/100g sitrik asit): Fasulye örneklerinin püresinden alınan örneklerde pH metre yardımıyla nötralizasyonla saptanmış ve etkin asit formu olan sitrik asit cinsinden değerlendirilmiştir (Anonim, 1968).

Askorbik asit (mg/100g): Örneklerin askorbik asit içerikleri spektrofotometrik yöntemle (Loeffler ve Panting, 1942) saptanmıştır.

Fenolik bileşikler (GAE mg/100g): Başlangıçta ve depolama süresince örneklerin fenolik bileşik miktarları Folin-Ciocalteu yöntemine göre Shimadzu UV-VIS spektrofotometre ile saptanmıştır (Zheng ve Wang, 2001).

Renk değişimi ve parlaklık: Fasulye örneklerin kapsül rengi parlaklığı ve renk değişimi Minolta CR-400 yardımıyla belirlenmiştir. Renk karakteristiklerini belirten L*, a, b değerleri kapsül üzerinde üç noktadan yapılmış ve ortalama değerler kullanılmıştır (L* = 0 siyah, L= 100 beyaz; a değerinin negatif değerleri yeşil, pozitif değerleri kırmızı; b değerinin negatif değerleri maviyi, pozitif değerleri sarıyı göstermektedir).

Ağırlık kaybı (%): Her uygulamada seçilen örneklerde hassas terazi ile her depolama süresinden sonra tartım yapılarak saptanmış ve başlangıca göre kümülatif ağırlık kaybı olarak değerlendirilmiştir.

Görsel kalite (1:pazarlanamaz...-3:pazarlanabilir...5:yüksek kalite): Görsel olarak puanlama yöntemine göre belirlenmiştir. Bulgular tartışmada yok!!!

Denemeler MAP uygulaması ve muhafaza süresi faktörleri dikkate alınarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde yaklaşık 2 kg fasulye meyvesi olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış ve uygulamaların kalite üzerine etkileri ve birbirleriyle ilişkileri Minitab 16 istatistik paket programı yardımıyla varyans analizi ve LSD analizi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) oranı

Atlanta fasulye çeşidinin farklı koşullarda muhafazası süresince SÇKM oranlarındaki değişim Çizelge 1’de verilmiştir. Bulgularımıza göre depolama süresince SÇKM değerlerinde sürekli bir artış kaydedilmiş ve ortalama değerler arasındaki farklılık p<0,05 düzeyinde önemli olmuştur. Başlangıçta %5,40 olan SÇKM değeri 10 gün sonra %6,08, 20 gün sonra %6,52 ve 30 gün sonra 6,99 değerine ulaşmıştır. MAP uygulamaları ortalaması da istatistiksel düzeyde önemli (p<0,05) bulunmuştur. En yüksek SÇKM değeri kontrol grubunda bulunurken bunu MA 2 ve MA 1 uygulamaları izlemiştir.

Çizelge 1. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince SÇKM değerlerindeki (%) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	5,40 e	6,60 c	7,03 b	7,54 a	6,64 A
MA 1	5,40 e	5,62 e	6,10 d	6,53 c	5,91 C
MA 2	5,40 e	6,03 d	6,42 c	6,90 b	6,19 B
Depolama Süresi Ort.	5,40 D	6,08 C	6,52 B	6,99 A	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	0,2396				0,2075

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 0,2996. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Depolama süresince SÇKM oranı değerindeki artışlar üzerine depolama uygulamalarının etkisi farklılık göstermiştir. Kontrole göre, MA 1 uygulamasında daha düşük oranda artış tespit edilirken, MA 2 uygulaması bu iki değer arasında yer almıştır. Başlangıca göre SÇKM değeri



kontrol uygulamasında %47,0 artışla 30 gün sonunda %7,54 değerine ulaşırken, artış oranı MA 2 uygulamasında %27,7, MA 1 uygulamasında %9,4 düzeyinde kalmıştır. Oransal olarak ifade edilen bir özellik olan SÇKM değerindeki artışın depolama süresince görülen su kaybından kaynaklandığı söylenebilir. Su kaybının farklı depolama koşullarında kullanılan ambalaj malzemesinin özelliğine bağlı olarak gerçekleşmesi nedeniyle elde edilen sonuçlar beklenen bulgulardır. Ancak, SÇKM değerindeki artışlar daneler ve baklada bulunan nişastanın şekerlere dönüşmesinden de kaynaklanmıştır. Bu sonuçlar çalışmada kullanılan MAP malzemelerinin farklı geçirgenlik özelliklerinden ötürü solunumu ve bütün olarak metabolizmayı da yavaşlattığının bir göstergesidir.

Titre edilebilir toplam asitlik (TETA) değişimleri

Farklı koşullarda muhafaza edilen fasulye örneklerinin TETA değerlerindeki değişime ait sonuçlar Çizelge 2’de özetlenmiştir. Bulgularımıza göre gerek depolama süreleri gerekse ambalaj uygulamaları ortalamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Depolama süresince ilk 10 gün içerisinde daha yüksek oranda olmak üzere sürekli bir azalma gerçekleşmiştir. Başlangıçta %0,585g olan TETA, 10 gün sonra %0,510g, 20 gün sonra %0,472g ve 30 gün sonra %0,462g değerine düşmüştür. Uygulama ortalamaları arasında ise en yüksek değer MA 1 uygulamasında elde edilmiş, bunu MA 2 ve kontrol grubu örnekler izlemiştir. Depolama süresince TETA değerindeki azalmalar ambalaj uygulamalarına göre farklılıklar göstermiş ve interaksiyon değerleri arasındaki bu farklılık $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre TETA değerindeki 30 gün depolama içerisinde en yüksek orandaki azalma kontrol grubu fasulyelerde saptanırken, en düşük düzeyde azalma MA 1 uygulamasındaki örneklerde gerçekleşmiştir. Şekerlerle birlikte ürün tadı üzerine etkili olan organik asitlerin depolama süresince azalması, bunların metabolizmada etkin kullanılmalarının bir göstergesidir. Genel olarak solunumda kullanılmaları, katyonların nötrleşmesinde, bazı durumlarda şeker ve diğer organik madde sentezinde kullanılmaları ve hücrelerde tuz şeklinde kristalleşmeleri nedeniyle depolama sürecinde azalma görülmektedir. Modifiye ve kontrollü atmosfer koşullarında depolamanın en çarpıcı etkisi organik asit metabolizmasında görülmektedir. Bu etki MAP içerisinde normale göre artış gösteren CO₂ ve azalış gösteren O₂ oranından kaynaklanmaktadır (Ulrich, 1970; Wills ve ark.,1981; Karaçalı, 2012).

Çizelge 2. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince TETA içeriğindeki (g/100g sitrik asit) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	0,585 a	0,466 de	0,430 f	0,451 e	0,483 C
MA 1	0,585 a	0,556 b	0,510 c	0,476 d	0,532 A
MA 2	0,585 a	0,509 c	0,477 d	0,458 e	0,507 B
Depolama Süresi Ort.	0,585 A	0,510 B	0,472 C	0,462 C	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	0,0186				0,0161

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 0,0173. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Askorbik asit (Vitamin C) değişimleri

Atlanta fasulye çeşidinin askorbik asit içeriğindeki değişimler Çizelge 3’de verilmiştir. Buna göre ortalama değerler dikkate alındığında MAP uygulamaları arasında bir farklılık bulunmazken (32,5 mg/100g), kontrol uygulaması ayrı grup içerisinde yer almıştır. Bu farklılıklar numerik olarak çok büyük farklılıklar olmamasına karşılık istatistiki anlamda önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Diğer yandan fasulyenin depolama süresince askorbik asit içeriğinde sürekli bir azalma saptanmıştır. Depolama süresi ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) farklılıklar bulunmuştur. Başlangıçta 33,60 mg olan askorbik asit miktarı 10 gün sonra 32,67 mg, 20 gün sonra 32,07 mg ve 30 gün sonra 31,40 mg’a düşmüştür. Ancak depolama süresince bu azalma ambalaj uygulamalarına göre farklı derecelerde gerçekleşmiştir. MAP uygulamaları ve depolama uygulamaları interaksiyonun $p<0,05$ düzeyde önemli olduğu saptanmıştır. Kontrol meyvelerinde depolama süresince askorbik asit kaybı daha fazla olurken, MAP uygulamaları arasında büyük bir farklılık



saptanmamıştır. Tüm taze meyve ve sebzelerde depolama süresince enzimatik (askorbik asit oksidaz) ve enzimatik olmayan yollarla (Cu ve Fe taşıyan fenolazlar kinona dönüştürerek) gerçekleşen askorbik asit kaybı depolama koşullarına göre farklı düzeylerde gerçekleşmektedir (Pahn, 1987; Watada, 1987). Çalışmamızda bu oran yaklaşık olarak %10 düzeyinde gerçekleşmiştir. MA koşullarında bu azalma kısmen daha düşük düzeylerde kalmıştır.

Çizelge 3. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince askorbik asit içeriğindeki (mg/100g) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	33,60 a	32,40 cd	31,87 f	30,94 h	32,20 B
MA 1	33,60 a	32,59 c	32,07 ef	31,83 f	32,52 A
MA 2	33,60 a	33,03 b	32,27 de	31,43 g	32,58 A
Depolama Süresi Ort.	33,60 A	32,67 B	32,07 C	31,40 D	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	0,2280				0,1974

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 0,2659. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Fenolik bileşikler değişimi

Atlanta fasulye çeşidine ait meyvelerde farklı MAP uygulamalarının depolama süresince fenolik bileşikler miktarındaki değişime etkisi ile ilgili bulgular Çizelge 4'de özetlenmiştir. Bulgularımıza göre fenolik bileşik miktarındaki değişimde kararlı bir durum görülmemiştir. Uygulama ve depolama süreleri ortalama değerleri dikkate alındığında, kontrol uygulamasında düşük, MA 1 uygulamasında yüksek ve MA 2 uygulamasında bu iki değer arasında bir gallik asit değeri saptanmıştır. Depolama süresince fenolik bileşik miktarı artış göstermiştir. Depolama süreleri arasındaki farklılık önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Ancak depolama süresince fenolik bileşik içeriğindeki değişimler MAP uygulamalarında farklılık göstermiştir. Kontrol ve MA 2 koşullarında saklanan fasulyelerde ilk 10 günde saptanan artışlar bu dönemden sonra azalma eğilimi gösterirken, MA 1 koşullarındaki fasulyede 30 günlük depolama süresince sürekli bir artış görülmüştür. Bu faktörlerin arasındaki interaksiyon istatistiki yönden $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulgularımıza göre fasulye fenolik bileşikler içeriği yönünden zengin bir sebze türüdür. Fenolik bileşiklerin metabolizmasında etkin olan enzimler polifenoloksidaz ve peroksidaz olup, kahverengileşme reaksiyonları ile kararmalara neden oldukları için fasulyenin taze olarak saklanmasında önemli bir özelliktir. Ayrıca fenolik bileşikler; tad ve lezzet oluşumunda rol oynadıkları için fasulye depolanmasında önemli bir parametredir.

Çizelge 4. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince fenolik bileşikler içeriğindeki (GAE mg/100g) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	611,13 e	652,62 d	593,97 e	531,58 f	597,32 C
MA 1	611,13 e	682,47 c	710,17 b	760,57 a	691,09 A
MA 2	611,13 e	669,22 cd	652,26 d	615,82 e	637,11 B
Depolama Süresi Ort.	611,13 B	635,99 AB	652,13 AB	668,10 A	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	41,180				35,663

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 26,543. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Renk değerlerindeki değişim

Fasulye depolamasında önemli bir özellik olan renk değişimi ve renkteki matlaşma çalışmamızda L^* ve Hue^0 değerlerindeki değişimle izlenmiştir. Kapsül renginin parlaklığını ifade eden L^* değeri yönünden uygulama ve depolama süreleri ortalama değerleri arasında istatistiki olarak



önemlilik ($p < 0,05$) saptanmıştır. MA 1 uygulamasındaki meyvelerde 47,61 olan L^* değeri, MA 2 uygulamasında 46,28 ve kontrol meyvelerinde 43,59 olarak tespit edilmiştir. MA 1 uygulaması bu değer ile renk yönünden daha parlak, kontrol meyveleri ise daha mat bir görünüm sergilemişlerdir. Başlangıca göre depolama süresince fasulye baklasının renginde matlaşma belirgin olmuştur. Özellikle 20 gün depolamadan sonra baklalarda görülen matlaşma ürünlerin pazar değeri üzerine etki edecek düzeyde gerçekleşmiştir. Depolama süresince fasulye baklalarındaki parlaklığın kaybolması depolama şekillerine göre önemli ($p < 0,05$) farklılık göstermiştir. Bu yönden en iyi uygulama MA 1 olarak saptanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince bakla dış renginin parlaklığındaki (L^*) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	50,98 a	43,30 cd	42,67 d	37,40 e	43,59 C
MA 1	50,98 a	47,84 b	46,32 b	45,29 bc	47,61 A
MA 2	50,98 a	46,56 b	45,47 bc	42,10 d	46,28 B
Depolama Süresi Ort.	50,98 A	45,91 B	44,82 B	41,60 C	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	1,5245				1,3163

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 2.5619. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Taze fasulye depolamasında bakla rengi depolama süresince yeşilden sarı, kahverengine doğru bir değişim göstermektedir. Minolta CR-400 kolorimetresi ile yapılan a ve b değeri kullanılarak hesaplanan Hue^0 değerindeki $[H^0 = \tan^{-1} \times (b/a)]$ değişim yönünden uygulama ve depolama süreleri ortalama değerleri arasında ve bu iki faktörün interaksiyonu istatistiki anlamda önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 7). Uygulamalar içerisinde kontrol grubundaki fasulyelerin baklaları yeşilden kirli sarı ve kahverengine dönerken, bu dönüşüm MAP uygulamalarında daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Depolama süresince yeşil renk kaybı belirgin olurken, klorofil parçalanması ile başlayan yaşlanma sonucu bakla rengi önemli düzeyde kahverengi - kırmızı rengine doğru yaklaşmaktadır. Bu değişim özellikle kontrol grubuna ait fasulyelerde daha dramatik bir şekilde gerçekleşirken, MA 1 uygulanmış fasulyelerde bu değişim çok sınırlı kalmıştır.

Çizelge 7. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince bakla dış rengindeki (Hue^0) değişimler

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	125,72 a	121,30 bc	117,48 d	103,85 e	43,59 C
MA 1	125,72 a	125,30 a	121,95 ab	120,61 bcd	47,61 A
MA 2	125,72 a	122,97 ab	118,03 cd	107,04 e	46,28 B
Depolama Süresi Ort.	125,72 A	123,19 B	119,15 C	110,50 D	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	2,3854				2,0659

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 3,8021. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Ağırlık kaybı değişimleri

Fasulye depolanmasında ağırlık kaybı ticari olarak önemli olması yanında kalite kaybının görsel olarak da izlenebileceği bir özellik olmuştur. Görsel olarak buruşma, kıvrılma olarak algılanan ağırlık kaybı yönünden, farklı MAP uygulamaları ve depolama süreleri ortalama değerleri arasında önemli ($p < 0,05$) düzeyde farklılık saptanmıştır (Çizelge 8). Kontrol meyvelerinde ortalama %23,99 olan ağırlık kaybı MA 1 koşullarında %5,79, MA 2 koşullarında %9,46 olarak saptanmıştır. Diğer yandan depolama süresi uzadıkça ağırlık kaybı değerlerinde artış saptanmıştır. Depolama süresi ve



uygulama interaksyonu istatistiksel anlamda önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Depolama süresince ağırlık kaybı kullanılan ambalaj tiplerine göre farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Kontrol meyvelerinde ilk 10 gün sonra %23,33 olarak saptanan ağırlık kaybı 30 gün sonra %37,78 değerine ulaşmıştır. MA 1 koşullarında saklanan meyvelerde ise bu değerler %2,83 ve 12,33 olarak tespit edilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi kontrol grubu meyveler ilk 10 günlük depolamada ağırlık kaybı yönünden kabul edilebilir sınırı aşmışlardır. MA 2 koşullarında saklanan fasulyelerde yaklaşık olarak 15-20 günlük bir depolama sonrasında bu sınır aşılrken, MA 1 koşullarında saklanan fasulyelerde 25 gün sonra bu sınır aşılmıştır. Bu fasulyelerde yapılan gözlemlerde ağırlık kaybının %10'u geçmesi halinde buruşma, -, derimsi bir görünüş ve esnekleşme başlamaktadır.

Çizelge 8. Atlanta fasulye çeşidinin farklı MAP koşullarında depolanmaları süresince ağırlık kaybı (%) değişimleri

Uygulamalar	Depolama Süresi				Uygulama Ort.
	Başlangıç	10 gün	20 gün	30 gün	
Kontrol	0,00 f	23,33 b	34,83a	37,78 a	23,99 A
MA 1	0,00 f	2,83 f	8,00 e	12,33 d	5,79 B
MA 2	0,00 f	7,17 e	12,83 d	17,83 c	9,46 B
Depolama Süresi Ort.	0,00 C	11,11 B	18,56 A	22,65 A	*
Önem. Derecesi	*				
LSD (0,05)	5,3442				4,6282

LSD (0,05) Uygulama x Süre: 4,1166. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Sonuçlar ve Öneriler

Sonuç olarak; Atlanta yeşil fasulye çeşidinin 7⁰C sıcaklık ve %90 oransal nem koşullarında 30 gün depolanmaları sonucunda incelenen kalite özelliklerindeki değişimler dikkate alındığında; normal atmosferde depolanan fasulyelerin en fazla 7 gün depolanabileceği buna karşılık depolamada LDPE torba kullanılması ile bu sürenin 15 güne kadar uzatılabileceği, özel su buharı geçirgenliğine sahip polipropilen ve ethylvinilin katkılı LDPE torba kullanılması halinde bu sürenin 25 güne kadar uzatılabileceği saptanmıştır. Bunun en önemli nedeni, bu torba tipinde kondensasyon olmamasıdır. Çalışmada kullanılan depolama sıcaklığının üşüme zararı yönünden uygun olduğu ve fasulye depolamasında 7⁰C sıcaklıktan daha düşük sıcaklıkların kullanılmaması gerektiği önerilebilir.

Kaynaklar

- Anonim, 1968. Analyses. Determination of Titratable Acid. Int.Fed. Fruit Juice Producers, No.3.
Anonymous, 2005. FAO Production Statistics. /www.fao.org
Cantwell, M., Suslow, T.V., 2010. Snap Beans: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Postharvest Tech. Res. Inf. University of California. <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/ProduceFacts/Veg/snapbeans.htm>
Costa, M.A.C., Brecht, J.K., Sargent, S.A., Huber, D.J., 1994. Tolerance of Snap Beans to Elevated CO₂ Levels. Proc. Fla. State Hort. Sci., 107:271-273.
Gorini, F., Borinelli, G., Maggiore, T., 1974. Studies on Precooling and Storage of Some Varieties of Snap Beans. Acta Hort. 38:507-530.
Karaçalı, İ., 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazara Hazırlanması (8.Baskı). Ege Üniv. Ziraat Fak., İzmir.
Loeffler, M., Panting, L., 1942. Ascorbic Acids. Ind. Eng. Chem. Analyt. Edr.14:846.
Martinez, C., Ros, G., Beriago, M.J., Lopez, G., Ortuno, J., Rincop, F., 1995. Physicochemical and Sensory Quality Criteria of Green Beans. LWT-Food Sci., 28:515-520.
Monreal, M., Ancos, R., Cano, M.P., 1999. Influence of Critical Storage Temperatures on Degradative Pathways of Pigments in Green Beans. J. Agric. Food Chem. 47:19-24.
Nunes, M.C.N., 2008. Impact of Environmental Conditions on Fruit and Vegetable Quality. Steward Postharvest Rev., 4:1-14.
Nunes, M.C.N., Emond J.P., Brecht, I.K., 2001. Temperature Abuse During Ground and in-Flight Handling Operations Affects Quality of Green Beans. HortScience, 36:510- Abst.
Orzolek, M.D., Greaser, G.J., Harner, J.K., 2000. Agricultural Alternatives: Snap Bean Production. Penn.State Coop. Ext. <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/ua289.pdf>. Mart, 2017.



- Phan, C.T., 1987. Biochemical and Physiological Changes During The Harvest Period. in: Weichmann, J. (Ed), Postharvest Physiology of Vegetables. Marcel Decker Inc. New York. 9-22.
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen “Deveci” Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1– MCP Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty) 2014: 2 (1): 109–116
- Sprent, J.I., 2001. Nodulation in Legumes, Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.. 14-25.
- Trail, M.A., Wahem, I.A., Rizri, I.N., 1992. Snap Bean Quality Changed Minimally When Stored in Low Density Polyolefin Film Package. J. Food Sci., 57:977-979.
- Ulrich, R., 1970. Organic acids. in: Hulme, A.C. (Ed), The Biochemistry of Fruits and Their Products Vol. I, Academic Press London and New York. 89-118.
- Watada, A.F., Morris, L.L., 1966. Postharvest Behavior of Snap Bean Cultivars. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89:375-380.
- Watada, A.E., 1987. Vitamins. in: Weichmann J. (Ed), Postharvest Physiology of Vegetables. Marcel Decker Inc. New York. 455-468.
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlasson, W.B., Hall, E.G., 1981. An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. The AVI Pub. Com. Inc. Westport.
- Zhang, W., Wang, S.Y., 2001. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. J. Agric. Food Chem., 49: 5165–5170.