

YEŞİL OLUM DÖNEMİNDE HASADI YAPILAN DOMATES ÇEŞİTLERİNİN FARKLI PLASTİKLER İLE PAKETLENMESİNİN DEPOLAMA ÖMRÜ VE MEYVE KALİTESİNE ETKİSİ

Ali Batu¹ ve A. Keith Thompson²

1 GOP Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü
60100, Tokat.

2 Postharvest Technology Dept. Silsoe College, Cranfield University,
Silsoe, MK45 4DT, England

Özet

Bu araştırmada, yeşil olum aşamasında hasat edilmiş domatesler farklı paketleme maddeleri kullanılarak paketlenmiştir. Böylece hasat sonrası fizyolojik bozulmaların azaltılması, raf ömrünün uzatılabilmesi ve ayrıca domates kalitesinin uzun süre korunabilmesi sağlanarak yeni bir paketleme sistemi geliştirilmeye çalışılmıştır. Gerekli ön işlemler uygulandıktan sonra domatesler hava sızdırmaz bir şekilde paketlenerek 13°C de 60 gün süre ile depolanmıştır. Paketleme maddesi olarak 30 (PE30) ve 50 (PE50) mikron (μ) kalınlığındaki polietilen ile 25 μ kalınlığındaki polipropilen (PP) kullanılmıştır. Depolama süresince renk, meyve sertliği, titre edilebilir toplam asitlik ve suda çözünür toplam katı madde miktarlarında oluşan değişimler ile çürüme oranları incelenmiştir.

Liberto çeşidi domateslerin olgunlaşmaları 35-40 gün geciktirilebilmesine rağmen bu durum Criterium çeşidi için 60 güne kadar çıkarılabilmektedir. Titre edilebilir asitlik miktarı depolama süresince düşüş göstermesine rağmen, PE50 ile paketlenmiş olan ürünlerin asitlik değerlerinin diğerlerinden kısmen yüksek oldukları belirlenmiştir. Criterium çeşidi domateslerin, özellikle PP ve PE50 ile paketlenenlerin sertlik değerleri Liberto çeşidinden daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

THE EFFECTS OF VARIETY ON STORAGE LIFE AND FRUIT QUALITY OF MATURE GREEN TOMATOES DURING MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING STORAGE

Summary

The aim of the study was to develop a modified atmosphere packaging system, using different packaging films, which would retard deterioration and extend the storage life and keeping quality of mature green tomatoes. An experimental retail packaging system was used to compare the atmospheric composition which developed within sealed packs with a range of plastic films with different permeability properties, and to study the effects of these conditions on the changes in postharvest qualities of mature green tomatoes. Tomato fruits in two different varieties harvested at mature green stage of maturity were stored on polystyrene trays either unwrapped or sealed in 30 and 50 μ polyethylenes and in 25 μ polypropylene, and each pack contained six tomatoes which were stored at 13°C and 78 % rh for 60 days. Tomatoes were evaluated for change of colour, firmness, titratable acidity, total soluble solids and decay during 60 days of storage.

There was a significant difference in the rate of change in colour and firmness during storage, between unwrapped and wrapped, and between varieties. Seal packaging delayed the development of the red colour of tomatoes, especially for those sealed in PE50 and PP, until 60 days for Criterium and 35-40 days for Liberto variety. All tomatoes in the films were still firm after 60 days in storage. Unwrapped Liberto variety reached their reddest colour after 30 days whereas Criterium ones reached it after 10 days than Liberto. The lowest level of decay were with the Liberto variety in packages. The percentage of decayed fruit was higher with Criterium variety than Liberto variety.

Giriş

Domates üretimi Türkiye'de bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Bununla beraber, tarla (açık hava) domatesi, genellikle Haziran ve Eylül ayları arasında fazla

miktarda üretilmekte olup bu aylar arasında özellikle kimi bölgelerde ürün çok ucuz fiyata satılmaktadır. Ağustos, özellikle Eylül ayından sonra domates fiyatları artmaya başlamakta, bu artış yeterli miktarda sera domatesi üretilip piyasaya sunuluncaya kadar sürmekte ve bu dönemde domates bulunamayan bölgeler bile olmaktadır. Uygun bir depolama tekniği ile domatesin olgunlaşması yavaşlatılıp duyu kalitesi bozulmadan raf ömrü uzatılabilirse, tarla domatesleri bu teknikle depolanarak domatesin piyasada az olduğu ve fiyatlarının yüksek olduğu bir dönemde piyasaya sunulabilir ve iyi bir fayda elde edilebilir.

Diğer meyve ve sebzelerde olduğu gibi, domatesin kalitesi; görünüşü, rengi, sertliği ve aroması ile belirlenmektedir (1). Ürünün kolay pazarlanabilmesi açısından kalitenin önemi büyük olup kalitedeki değişimler meyvenin, olgunlaşma döneminde ve ayrıca hasat sonrasında da devam etmektedir. Bu dönemlerde domatesin olgunlaşma süresi, depolama sıcaklığı ve hasat olgunluğuna bağımlı olarak hızlanıp meyve yumuşayabilir. Bu durum kalitenin, rengin bozulmasına ve böylece raf ömrünün kısalmasına neden olur (2).

Olgunlaşma süresince domatesin sertlik ve renginde oluşan değişimler birbirleri ile doğrudan ilişkilidir (3). Bu iki önemli kalite kriterleri arasındaki ilişki tüketici tercihlerini önemli ölçüde etkilemektedir (4). Depolama sıcaklığı ve hasat olgunluğu, domatesin sertlik ve renginin muhafaza edilebilmesi ve raf ömrünün uzatılabilmesi açısından çok önemlidir.

Genel olarak düşük depolama sıcaklıklarının kullanımı (üşüme zararlanmasının üzerinde) domatesin raf ömrünü uzatır (5). Bir çok araştırmacı depolama süresince depolama sıcaklığı ve meyvede oluşan bozulmalar arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Depolama sıcaklığı ne kadar düşük tutulursa depolama ömrüde o kadar uzun olacaktır (5). Fakat domates meyvesi üşüme zararlanmasına çok duyarlı bir ürün (6) olup, yeşil olum aşamasındaki domateslerin depolanması sırasında üşüme zararlanmasına neden olmayacak optimum depolama sıcaklığı konusunda araştırmacılar arasında fikir birliğine varılmıştır.

Kader ve ark., (7) domates meyvesinin 0°C -12.5°C de depolanması durumunda üşüme zararlanmasının olacağını belirtirken üşüme zararlanmasının oluşmayacağı en düşük

sıcaklık Parsons ve ark. (8) tarafından ise 12.7°C olarak belirtilmiştir. Risse ve ark. (9) ise domateslerin 13°C ile 20°C arasında bir sıcaklıkta depolanmaları durumunda en uzun raf ömrünün sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Hobson (10) ise olgun domateslerin bir kaç gün gibi kısa bir süre içerisinde 7°C ile 10°C ler de bile güvenli bir şekilde depolanabileceklerini ve ayrıca Risse ve ark., (9) daha düşük sıcaklıklarda, üşüme zararlanması ve kimi bakteriyel gelişmelerin hızlanabileceğini bildirmektedirler. Domateslerde üşüme zararlanmasının en önemli belirtileri meyve yüzeyinde koyu renkli çukurcukların oluşması, düzensiz olgunlaşma (veya hiç olgunlaşmama), mantarsal enfeksiyonların artması (11), görünüşün değişmesi, buruşmanın hızlanması ve çürümeye duyarlılığın artması (12) şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Depolama tekniği meyve rengi ve sertliğinin korunabilmesi açısından çok etkili ve önemlidir (3). Genel olarak raf ömrü soğutma yöntemi ile uzatılabilir (9). Bu yöntem ile bazı meyve ve sebzelerin raf ömürlerinin bir kaç hafta uzatılabilmesi mümkündür (14). Soğutma yöntemine ek olarak domatesin "değişik gaz ortamlarında (modifiye atmosfer)" depolanması sonucunda uygun depolama sıcaklığı kullanılarak solunum oranının yavaşlatılması ile raf ömrü uzatılabilmektedir. Bu teknik geleneksel soğuk hava depolamacılığına bir alternatif olarak kullanılmaktadır (14). Ortamda bulunan temel O₂, CO₂ ve N₂ gazlarının miktarları ürünün solunum oranına uygun bir paketleme maddesiyle değiştirilerek kontrol altına alınıp yapay bir ortam oluşturulabilir. Bu teknik sayesinde solunum hızı yavaşlatılarak meyvenin olgunlaşması ve dolayısı ile çabuk yumuşaması geciktirilmektedir. Ayrıca, bu teknik domates gibi üşüme zararlanmasına duyarlı meyve ve sebzelerin depolanmasında kullanılmakta olup (13) faydalı ve kullanışlı bir depolama ortamı düşük bir maliyet ile gerçekleştirilebilir (15).

Kontrollü atmosfer, uygun bir plastiğin kullanımı ile modifiye atmosfer ortamında taze ürünün tutulması ile solunumun bir sonucu olarak domatesin etrafında su

damlacıklarının olması; meyvenin su kaybının ve dolayısı ile buruşmanın yavaşlamasını sağlayacaktır.

Uzun süreden beri farklı olgunluk dönemindeki domatesler araştırmalarda kullanılmış olmasına rağmen araştırmacıların bir çoğu (16, 17, 18,19, 20) yeşil olgunluktaki domatesler, bir kısmı ise (2) kısmen olgunlaşmış domatesler üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Bu araştırmada yeşil olum dönemindeki iki farklı eşiide ait domatesin farklı paketleme maddeleri kullanılarak farklı gaz ortamlarında depolanmak suretiyle bozulmanın en aza indirilmesi ve raf ömrünün uzatılabilmesine çalışılmıştır. Ayrıca 13°C depolama sıcaklığında domates çeşidinin depolama kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Bu araştırmada “Liberto” ve “Criterium” eşidi, çapları 50-55 mm olan yeşil olum döneminde hasat edilmiş domatesler kullanılmıştır. Bu domatesler Silsoe Araştırma Enstitüsü'nün (Bedfordshire, İngiltere) cam serasından sağlanmıştır. Domatesler uygun çap ve renk seçimi yapılıp fiziki hasarlı olanlar ayrıldıktan sonra fungal zararının önlenmesi veya yok edilebilmesi için100 ppm thiabendazole çözeltisine batırılmışlardır. Bu domatesler daha sonra iki gruba ayrılarak, birinci grup kontrol amacı ile paketlenmeden, diğer grupdan ise altışar adet domates küçük tepsi şeklindeki polistrenler üzerine konarak Courtaulds Packaging (Hamfield Way, Bristol, B514 0BE İngiltere) firmasından sağlanmış olan 30 (PE30) ve 50 (PE50) mikron kalınlıklarındaki polietilen'ler ile aynı firmadan sağlanmış olan 25 mikron kalınlığındaki polipropilen (PP) içerisine hava sızdırmaz bir şekilde paketlenmişlerdir. Her pakete, yaklaşık 500±25 g (6 adet) domates konularak paketlerde eşit miktarda domatesin olabilmesi sağlanmıştır. Domatesler 13°C ve yaklaşık % 95-98 paket içi ve % 78 paket dışı (depolama ortamı) oransal nem ortamlarında 60 gün süre ile depolanmışlardır. Depolama süresince her 10 günde bir, her bir ayrı muameleden ayrı bir paket alınarak renk, meyve sertliği, toplam suda çözünür katı madde oranı, titre edilebilir

toplam asitlik değerlerindeki değişmeler incelenmiştir. Ayrıca meyvelerde oluşan çürüme miktarlarında belirlenmiştir.

Renk değerleri CR 200 model Minolta renk ölçüm aleti ile tesbit edilmiştir.

Domateslerin ekvatorial çapı etrafından rastgele farklı \bar{o} ã noktadan ölçümler yapılarak Anon (21) ve Hobson ve ark., (22) a göre Minolta a^* değerlerinin Minolta b^* değerlerine bölünmesi sonucunda elde edilen Minolta a^*/b^* gerçek kırmızılık değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Minolta renk ölçüm aletinin kalibrasyonu standart beyaz plakaya göre ($Y=93.9$, $x=0.313$ ve $y=0.321$) yapılmıştır.

Meyve sertliği değerleri, Batu ve Thompson (23)' a göre 1122 model Universal Instron test cihazına delgi kuvveti olarak 50 N sabit bir ağırlık ilave edilerek yuvarlak 6 mm çapındaki paslanmaz çelikten yapılmış düz uçlu delgi ucu (prop)' nun kullanımı ile elde edilmiştir. Burada integratör kağıt hareket hızı ile prop' un yaklaşım hızları saniyede 20 mm olarak ayarlanmıştır.

Suda çözüdür katı madde değerleri ise masa üstü küçük Atago marka PR-1 model refraktometrenin kullanılmasıyla, titre edilebilir toplam asitlik miktarı ise domates suyunun $pH= 8.1$ e ulaşınca kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmesiyle elde edilmiş ve sitrik asit cinsinden değerlendirilmiştir.

Gaz konsantrasyonları ise depolama süresinin ilk iki haftasında her ayrı muamelede ise daha önceden belirlenmiş paketlerden 10 ml gaz örnekleri alınarak Carlo Erba Instrument firmasınınca üretilmiş GC 800 series model gaz kromografisine "hot wire" dedektörünün bağlanması ile ölçülmüştür. Taşıyıcı gaz (argon)' ın akış hızı saniyede 40 ml, dedektör ve fırın sıcaklıkları sırası ile 120°C ve 70°C dir.

Istatistiki analizler ise, Steal ve Torrie (24)' e göre varyans analizi sonucunda muamele, depolama sıcaklığı ve depolama süresi interaksyonu bakımından ortalamaların karşılaştırılması suretiyle LSD testi yapılarak gerçekleştirilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Paket İçi Gaz Bileşimleri

Çizelge 1. 13°C de farklı filmler ile paketlenmiş domates paketleri içerisindeki CO₂ ve O₂ konsantrasyonlarının dengelenmesi için geçen süre ve denge konsantrasyonları (%)

Paket. Maddesi	Domates Çeşiti	O ₂ konsantrasyonu		CO ₂ konsantrasyonu	
		Denge Süresi (gün)	Denge Konsantrasyonu (%)	Denge Süresi (gün)	Denge Konsantrasyonu (%)
		PP	Liberto	2-3	5-5.6
	Criterion	3-4	10-11	6-7	11.5-12.5
PE30	Liberto	2	7-8	3	4
	Criterion	2-3	11	2-3	3
PE50	Liberto	2	4-5	3	7
	Criterion	2-3	5-6	2-3	4.5-5

Paketlemenin ilk bir kaç günü içerisinde ürünün solunumu ve paketleme maddesinin gaz geçirgenlik oranları arasında bir denge oluşuncaya kadar, paket içi O₂ miktarları azalmış ve CO₂ miktarları artmıştır (Çizelge 1).

Liberto çeşidi domateslerin bulunduğu paketlerin paket içi gaz etkileşimleri denge durumlarına ulaştığında, içinde Criterion çeşidi domatesler bulunan paketlerin daha düşük O₂ ve daha yüksek CO₂ içerdikleri saptanmıştır. PE30 plastikleri ile paketlenmiş domateslerin paket içi gaz konsantrasyonları dengeye ulaştığında her iki çeşitte de CO₂ miktarı yaklaşık % 3-4 oranında olup O₂ miktarı Liberto çeşidi için yaklaşık % 7-8 ve Criterion çeşidinde ise yaklaşık % 11 olarak gerçekleşmiştir. PE50 ile Liberto çeşidi domateslerin paket içi O₂ miktarı % 4-5 civarında gerçekleşirken bu miktar Criterion için % 5-6 oranında gerçekleşmiştir. CO₂ miktarı Liberto paketlerinde % 7 ve Criterion paketlerinde ise % 4.5-5 oranlarında gerçekleşmiştir. Hem PE30 ve hemde PE50 filmlerinin paket içi O₂ ve CO₂ miktarı 2-3 gün içerisinde dengelenmiştir. Paketlemede kullanılan PP nin geçirgenlik oranı diğerlerinden biraz daha az olduğundan paket içi O₂ miktarı Liberto çeşidi için 2-3 gün içerisinde % 5-6, CO₂ miktarı ise yaklaşık 3-4 gün içerisinde % 12.4-13.2 düzeylerine ulaşarak dengeye gelmiştir. Bu denge oranları Criterion için biraz daha

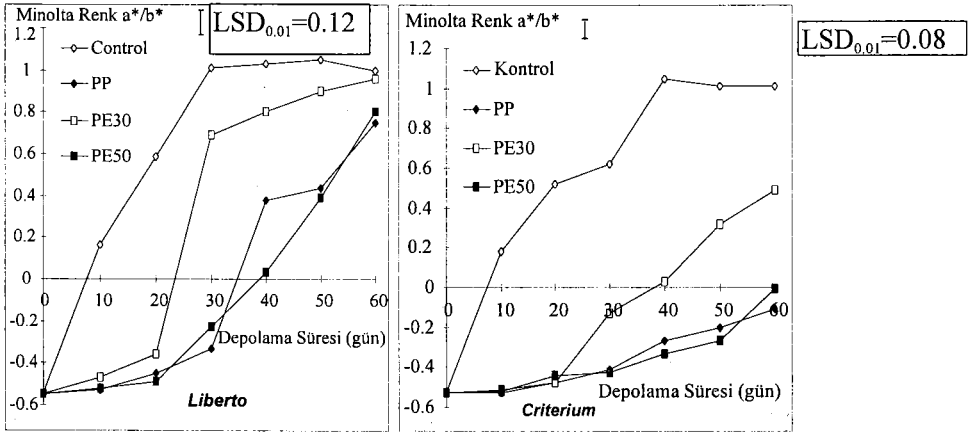
uzun sürerek O₂ için 3-4 gün sonunda yaklaşık % 10-11 ve CO₂ için ise 6-7 gün içinde yaklaşık % 11.5-12.5 düzeyinde denge seviyesine ulaşmıştır.

Farklı çeşitdeki domates meyvelerinin paketlenerek aynı sıcaklıkta depolanması durumunda aynı paketleme maddeleri içerisindeki O₂ ve CO₂ gazlarının denge miktarları üzerine önemli bir etkisi vardır. O₂ nin denge miktarları Liberto paketlerinde Criterium paketlerinden daha az, CO₂ miktarları ise tam tersine daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Bunun nedeni farklı domates çeşitlerinin solunum hızlarının aynı ortamlarda bile farklı olmasından kaynaklanmaktadır (25). Meyve çeşidi, özellikle PP ve PE30 paketlerinde O₂ nin ve PP ve PE50 paketlerinde CO₂ denge konsantrasyonları üzerine oldukça etkili olmuştur. Criterium Liberto'dan daha az O₂ tüketmiş ve CO₂ üretmiştir.

Paketlemenin Renk Üzerine Etkisi

Olgunlaşmanın en önemli göstergelerinden birisi de domates renginde oluşan değişimlerdir. Domates çeşidi ve paketleme maddelerinin kırmızı rengin gelişmesi üzerine etkileri istatistiksel olarak ($p=0.05$) önemli bulunmuştur. Kırmızı renkteki değişim depolama süresince önemli bir şekilde artış göstermiştir. Paketlenmeden depolanan domateslerde 30 gün sonra bu artış durmuştur. Domateslerin kırmızı (a*:b*) rengindeki değişimler meyve çeşidi ve paketleme maddelerinden önemli bir şekilde etkilenmiştir (Şekil 1). Kırmızı renk değerlerinde artış gözlenmiş ve bu artış paketlenerek depolanan meyvelerde daha yavaş olmuştur. Özellikle PP ve PE50 ile paketlenen domatesler kırmızı rengine Liberto çeşidinde 60 gün içerisinde ulaşırken Criterium çeşidi için ise 60 gün depolama sonrasında bile ancak renk dönüm noktasına ulaşabilmiştir. Bu iki paketleme maddesinin O₂ ve CO₂ geçirgenlik oranları diğerlerine göre daha düşük olduklarından paket içi O₂ konsantrasyonları % 4-5 gibi düşük ve CO₂ konsantrasyonları da PE50 için % 4.5-7 ve PP için ise % 13-14 gibi yüksek oranlarda gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Domatesin kırmızılık değeri ile likopen içeriği arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu ve ayrıca domatesin likopen içeriği ile renk ölçüm aletinin a*/b* değerleri arasında kuvvetli (0.92) saptanmıştır (20). Depolamanın yirminci gününe kadar PP ve PE50 ile paketlenen domateslerin renklerinde farkedilir bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir. Yirminci günden sonra depolamanın sonuna kadar domatesin renginin kızardığı ve dolayısı ile de renk değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Fakat bu artış Liberto da çok hızlı bir şekilde olurken Criteriumda oldukça yavaş bir şekilde gerçekleşmiştir.



Kontrol: paketlenmemiş, PE30: 30µ polietilen ile paketlenmiş PE50: 50µ polietilen ile paketlenmiş, PP: 25µ- polipropilen ile paketlenmiş Yeşil: -0.62-(-0.49), Renk kırmı noktası: -0.48-(-0.27), Renk dönüm noktası: 0.25-0,06 Pembe: 0.08-0.57, Açık kırmızı: 0.61-0,95 Kırmızı: 0.95-1.22 (28)

Şekil 1. Yeşil olum döneminde hasadı yapılan domateslerin farklı plastikler ile paketlenerek 13°C de depolanması süresince Minolta renk (a*/b*) değerlerinde oluşan değişimler.

Domateste yeşil renk klorofil, sarı renk β-karoten ve kırmızı renk ise likopen pigmentlerince oluşturulmakta olup meyvede renk değişimi bu pigmentlerin meyvedeki değişim oranına bağlıdır (26). Domatesin olgunlaşması sırasında klorofil maddeleri parçalanır ve olgunlaşmanın ilk dönemlerinde β-karoten ve ileri dönemlerinde ise likopen miktarlarında yoğun bir artış gözlenir (27). Domatesin renk ölçümü sırasında Minolta a*

kırmızılık (-a* yeşillik) ve b* sarılık (-b* mavilik) değerlerini belirler. Genel olarak domatesdeki renk değişimi Minolta a* değerinin b* değerine bölünmesi (a*/b*) şeklinde tanımlanmaktadır (22). Ayrıca Minolta a*/b* değerlerindeki artış meyvenin kırmızılık değerlerindeki artışı göstermektedir.

Depolama ortamında bulunan CO₂ miktarındaki artış ve O₂ miktarındaki azalma özellikle yeşil olum dönemindeki domates meyvelerinin olgunlaşma süresinin geciktirilmesi bakımından çok etkili ve önemlidir. Bu çalışmada PP ve PE50 paketiye plastikleri ile paketlenen Liberto çeşidi domateslerde paket içinde oluşan CO₂ ve O₂ konsantrasyonları ile meyvenin olgunlaşma süresinin geciktirilmesi başarılı bir şekilde sağlanmıştır. Bu domatesler depolamanın ileri aşamalarında, yaygın amaçlı kullanıma uygun olabilecek şekilde istenilen olgunlaşma seviyelerini tamamlamışlardır.

Domatesin kırmızı renk pigmentini likopen oluşturup miktarı domatesin olgunlaşma süresince artmaktadır. Domates meyvesinde likopen oluşumu tamamen depolama ortamında bulunan O₂ miktarına bağlı olup (26) O₂ miktarının azalması ile likopen miktarının oluşum hızı da azalmaktadır (29). Yang ve ark., (20) domateste likopen, niceliğinin, olgunlaşmanın geç aşamalarında belirgin bir şekilde arttığını ve % 1 O₂ ve % 99 N₂ ortamında likopen oluşumunun 50 gün depolama süresince tamamen durduğunu belirtmektedir. Herner (30) % 7 O₂ ve % 3 CO₂ ortamında depolanan domateslerin renklerinin normal ortamda depolananlara göre daha geç kırmızı renge ulaştıklarını, fakat meyve sertliği ve aromaları arasında bir farkın olmadığını belirtmiştir. Yang ve Chinnan (3) yeşil olum aşamasındaki domateslerin paketlenerek % 8 CO₂ ve % 5 O₂ konsantrasyonları beraber kullanıldığı zaman en iyi sonucu verdiklerini belirtmektedirler.

PE50 ile paketlenen domateslerin paket içi O₂ miktarı % 4-6 ve CO₂ miktarı ise % 4.5-6 olarak gerçekleşmiştir bu ise Geeson ve ark., (2)'in tavsiye ettikleri depolama ortamında bulunması gereken O₂ ve CO₂ miktarları ile aynı seviyede gerçekleşmiştir.

Parsons ve ark., (8) yeşil domateslerin farklı ortamlarda depolanmaları sonucunda

arzu edilir domates renginin % 6 CO₂ ve % 3 O₂ veya % 8 CO₂ ve % 3 O₂ ortamlarında depolanmaları sonucunda elde edildiğini ve ayrıca bu ortamlarda çürüme oranında en az olduğunu bildirmişlerdir. PP ve PE50 ler ile paketlenen domates paketlerinin içerdikleri CO₂ miktarları yaklaşık aynı ve bir hayli yüksek olmasına rağmen meyve yüzeyinde lekelenmelerin, koyu renkli çukurcukların oluşması, fungal enfeksiyonların artması, ve genellikle yeşil ürünlerin olgunlaşmasının durması (4) şeklinde ortaya çıkan CO₂ zararlanması görülmemiştir.

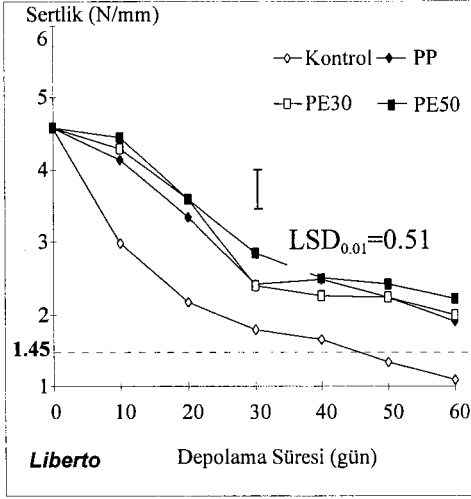
Domateslerin olgunlaşmasında depolama ortamında bulunan etilen miktarının önemi çok büyük olup 5-10 µl L⁻¹ niceliğindeki etilen miktarı olgunlaşmanın başlatılması için yeterli olabilmektedir (3). Domates meyvelerinin yüksek CO₂ ortamında depolanması sonucunda meyvenin etilen üretim miktarı yavaşlamakta ve ayrıca ortamdaki O₂ miktarının % 2 ve altına indirilmesi ile tamamen durdurulabilmektedir (31). Bundan dolayı özellikle PP ve PE50 filmi ile paketlenen domateslerin paket içinde oluşan etilen miktarının çok düşük olmasından dolayı meyve olgunlaşmasının yavaşlamış olabileceği düşünülmektedir.

Paketlemenin Sertlik Üzerine Etkisi

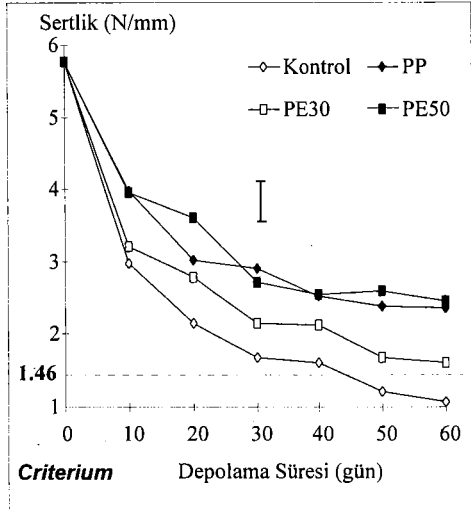
Meyve yumuşaması olarak tanımlanan meyve eti sertliği azalması tüm muamelelerde depolama süresi ilerledikçe daha belirgin hale gelmiştir (Şekil 2). Bu azalma Criterium çeşidi domateslerde depolamanın ilk 10 günü içerisinde hızlı bir artış göstermiş, onuncu ve otuzuncu günler arasında meyve etindeki yumuşama azalmıştır. Liberto çeşidinde ise depolamanın ilk otuz günü içerisinde depolama süresine paralel olarak meyve sertliği azalmış ve her iki meyve çeşidinde de otuzuncu günden sonra bu azalma istatistiksel olarak (p=0.01) önemsiz bulunmuştur. Paketlenmeden, kontrol amacı ile, depolanan domatesler, paketlenenlerden daha çabuk yumuşamışlardır. Meyve sertliğindeki azalmanın poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesinin artması sonucu pektin bileşiklerinde oluşan

değişmeler ile ilgili olup, meyve olgunluğu ilerledikçe toplam pektin miktarının azalması sonucunda gerçekleştiği belirtilmektedir (32). Bucher ve Tigchelar (33) pembe oluma kadar pektinesteraz (PE) aktivitesinin arttığını, PG aktivitesinin yeşil olgunluktan sonra sürekli artış gösterdiğini ancak kırmızı oluma geçişte artış hızının azaldığını belirtmiştir. Yeşil olum döneminde hasadı yapılan domatesler olgunlaşırken PG aktivitelerinin sürekli arttığını bildirilmektedir (6, 34). Bu enzim aktivitelerinin sürekli artması ile pektinik asit ve suda eriyebilen pektin formuna dönüşmesi, hücre duvarları arasındaki bağın zayıflamasına ve dolayısı ile meyvenin yumuşamasına neden olmaktadır (27, 32, 35). Domates için en düşük pazarlanabilir meyve sertliği Instron cihazına 6 mm düz uçlu delgi ucu (prop)'nun kullanımı ile Batu ve Thompson (36) tarafından % 60 sertlik (hafif yumuşak fakat salata yapılabilecek sertlikte) değeri olan 1.27 Nmm^{-1} ve % 80 sert olan domatesler için (hçã bir yumuşama belirtisi yok) ise 1.45 Nmm^{-1} olarak belirlenmiştir. PP, PE50 ve PE30 paketleme maddelerinin kullanımı ile paketlenmiş her iki çeşitdeki domatesler 60 gün depolama sonunda meyve sertliği bakımından pazarlanabilir durumda olup bu sertlik değerleri % 80 sertlik değeri olan 1.45 Nmm^{-1} (36) nin üzerinde gerçekleşmiştir.

PP ve PE50 ile paketlenen Criterium çeşidi domateslerin Liberto çeşidinden biraz daha sert oldukları gözlenmiştir. Sertlik değerlerindeki azalma düşük CO_2 ortamında depolanan veya kontrol amacı ile paketlenmeden depolanan Criterium çeşidi domateslerde Liberto çeşidinden daha fazla olmuş ve 60 gün depolamanın sonucunda Criterium çeşidi domateslerin Liberto çeşitlerinden daha yumuşak oldukları belirlenmiştir.



$LSD_{0.01}=0.58$



Kontrol: Paketlenmemiş, PE30: 30 μ polietilen ile paketlenmiş, PE50: 50 μ polietilen ile paketlenmiş, PP: 25 μ polipropilen ile paketlenmiş

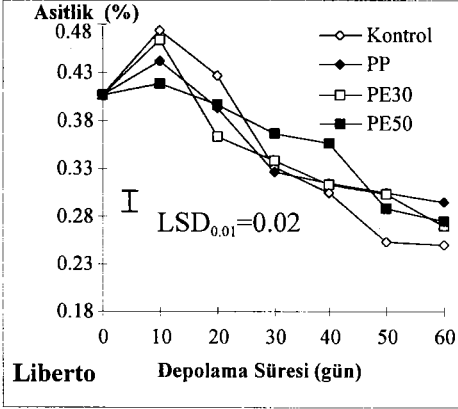
Şekil 2. Yeşil olum döneminde hasadı yapılan domateslerin farklı plastikler ile paketlenerek 13°C de depolanması süresince sertlik (Nmm^{-1}) değerlerinde oluşan değişimler.

Burton (35) domatesin yeşil olum döneminden kırmızı oluma geçişine kadar PE aktivitesinin % 30 dan % 500 e kadar değiştiğini belirtmektedir. PG enzim sentezi ise sadece etilenin tepkimesi sonucunda oluşur (27). Domatesin olgunlaşması sırasında CO₂ konsantrasyonunun artışı ise etilen üretimini önler (30). Risse ve ark (9) paketlenme sonucu domateslerin raf ömürlerinin daha uzun ve tekstürel yapılarında daha sert olduklarını bildirmektedirler. Bütün bunlardan dolayı Liberto çeşidi domateslerin sert kalmasına ortamdaki CO₂'in Criteriumun bulunduğu ortamdakinden daha fazla olması etkili olmuştur.

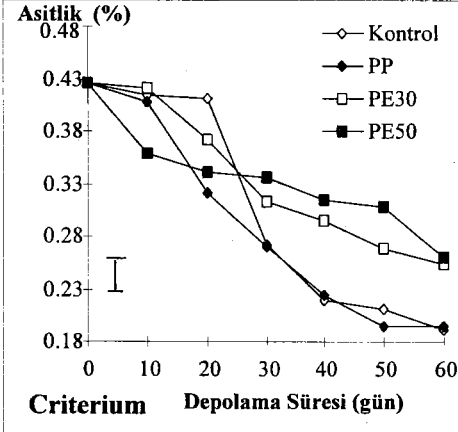
Paketlemenin Asitlik Üzerine Etkisi

Depolama süresince domateslerin toplam asitlik değerlerinde her iki meyve çeşidinde yirminci güne kadar hızlı azalma olmuştur. Asitlik değeri Liberto çeşidinde depolamanın ilk 10 gününde artış gösterirken, Criterium çeşidinde ya azalmış yada sabit kalmıştır. Onuncu günden sonra ise depolama süresince asitlik değerlerinde düzgün doğrusal bir azalma olmuştur. PE50 ile paketlenen Liberto çeşidi domateslerin asitlik değerleri depolamanın otuzuncu ve kırkıncı günleri ve muameleler arasında en yüksek asitlik değerini almış olmasına rağmen, elli ve altmışıncı günlerde muameleler arasında asitlik değerlerinde bir farklılık bulunmamıştır. Farklı paketleme maddeleri ile paketlenen Liberto çeşidi domateslerin muameleler arası asitlik değerleri arasında önemli bir farklılık yok iken, PE30 ve PE50 ile paketlenen Criterium çeşidi domateslerin (meyvelerin) asitlik değerleri arasındaki fark istatistiki ($p=0.05$) olarak önemsiz olup, PP içinde paketlenen ve paketlenmeden açıkta depolanan domateslerin asit içeriklerinin yüksek oldukları saptanmıştır. PP ile paketlenen domateslerin PE30 ve PE50 ile paketlenenlerden daha düşük asit içeriğine sahip oldukları ve paketlenmeden, kontrol amacı ile, depolanan meyvelerin asitlik değerleri arasında önemli farklılık bulunmadığı tesbit edilmiştir. Liberto çeşidi meyvelerde depolama süresince muameleler arasında önemli bir farklılık bulunmazken Criterium çeşidinde ise PP ile paketleme sonucu yüksek O₂ (% 10-11) ve CO₂ (% 11.5-

12.5) ortamında depolanan domateslerin 60 gün depolama sonunda asitlik değerinin diğer muamelelerden daha düşük oldukları saptanmıştır. PP ile paketlenen domateslerin asitliğinin azalmasında meyvelerdeki bozulma oranının yani % 9.1 CO₂ ortamında meyvelerin fungal yükünün artmasının sonucunda asitlik değerleri düşmüş olabilir.



LSD_{0.01}=0.03



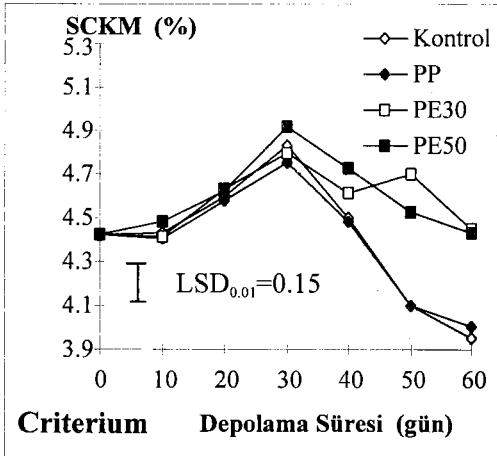
Kontrol: Paketlenmemiş, PE30: 30µ polietilen ile paketlenmiş, PE50: 50µ polietilen ile paketlenmiş, PP: 25µ polipropilen ile paketlenmiş

Şekil 3. Yeşil olum döneminde hasadı yapılan domateslerin farklı plastikler ile paketlenerek 13°C de depolanması süresince titre edilebilir asitlik (%) değerlerinde oluşan değişimler.

Toplam asitlik miktarlarının olgunluk gruplarına göre değişiminde çeşitlere göre % 0.35-0.54 oranında farklılıkların saptandığı belirtilerek, kimi domates çeşitlerinde olgunluk ilerledikçe toplam asitlik (sitrik asit olarak) miktarı artmış olduğu ve kimi çeşitlerde ise azaldığı belirtilmiştir (32). Parsons ve ark., (8) 12.8° C, de % 3 O₂ ve % 3-5 CO₂ ortamında depolanan domateslerin, % 3 O₂ ve % 0 CO₂ ortamında depolananlardan daha yüksek asitlik içerdiklerini belirtmişlerdir.

Toplam Suda Çözünür Katı Maddedeki (SÇKM) Değişmeler

Paketlenmiş veya paketlenmeyerek depolanmış domates örneklerinin hepsinin toplam SÇKM miktarlarında depolamanın otuzuncu gününe kadar her iki çeşit domatesde de önemli artış olmuş ve bundan sonra depolama süresince özellikle Liberto çeşidinde düzgün doğrusal bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. Bu azalma Criterium çeşidinde paketlenmeden ve PP ve PE50 ile paketlenerek depolanan domateslerde düzgün doğrusal olurken PE30 ile paketlenen domateslerin SÇKM miktarlarındaki değişimde düzgün bir ilişki gözlenememiştir (Şekil 4).



LSD_{0.01}=0.18

Kontrol: Paketlenmemiş, PE30: 30µ polietilen ile paketlenmiş, PE50: 50µ polietilen ile paketlenmiş, PP: 25µ polipropilen ile paketlenmiş

Şekil 4. Yeşil olum döneminde hasatı yapılan domateslerin farklı plastikler ile paketlenerek 13°C de depolanması süresince Suda çözünür toplam katı madde (%) değerlerinde oluşan değişimler.

Domateslerin toplam SÇKM değışmeleri, toplam şeker miktarı, kimi organik asit ve mineral maddelerdeki değışmeler ile doğrudan ilgilidir (22). Depolama süresince, depolama süre ve sıcaklığına bağı olarak kimi asitlik ve şeker miktarlarındaki azalmaların toplam SÇKM oranlarına etki ederek bu toplam SÇKM miktarının azalmasına neden olduğu tesbit edilmiştir. Domateslerin olgunlaşma süresince toplam SÇKM değerlerinde, özellikle renk dönüm noktası ile açık kırmızı olum arasında her hangi bir değışikliğin olmadığı Esquerra ve Bautista (15) tarafından ve açık kırmızı olum ile kırmızı olum aralarında ise hızlı bir azalmanın olduğu Saijo ve ark.,(37) tarafından belirtilmektedirler. Gould (38) genellikle domateslerin toplam SÇKM oranlarının % 4-6 arasında değıştiğini belirtmiştir. Domates lezzeti genellikle şeker asit oranı ile belirlenir. Yüksek asit ve yüksek şeker en iyi lezzeti verir. Yüksek asit ve düşük şeker ekşi olup yüksek şeker ve düşük asit ise tatsızdır (39).

Bozulma Üzerine Etkisi

Çizelge 2. Liberto ve Criterium çeşidi yeşil olum döneminde hasadı yapıp farklı paketleme maddeleri içerisinde 13 C'de depolanan domateslerde oluşan bozulma miktarı (%).

Storage Period (day)	Kontrol Paketlenmemiş		PP		PE30		PE50	
	Liberto	Criterium	Liberto	Criterium	Liberto	Criterium	Liberto	Criterium
10	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	8	0	0	0	0
50	0	8	8	17	0	8	6	8
60	0	17	8	17	8	17	8	17

Genellikle domateslerin uygun bir paketleme maddesi ile paketlenmesi sonucunda çürüme azaltılabilir veya belirli bir güne kadar önlenebilir. Paketlenerek depolanan Liberto çeşidinde 40 güne kadar hiç bir üründe bozulma veya küflenme görülmemiştir. Criterium

çeşidinde ise 40 güne kadar PP ile paketlenen domateslerde % 8 oranında çürüme veya bozulma görülmüştür. Paketlenmeyerek depolanan Liberto çeşidi domateslerde 60 gün Criterium çeşidinde ise 50 gün sonra bozulmaların başladığı gözlenmiştir. 60 gün depolamanın sonunda farklı paketlenme maddeleri ile paketlenen Liberto çeşidi domateslerin paketlenme maddesi gözetmeden % 8' inin bozulduğu ve bu oranın Criterium çeşidinde % 17 ye kadar yükseldiği gözlenmiştir (Çizelge 2). Parsons ve ark. (8) ise 12.8° C de kontrollü ortamda depolanmış domateslerde oluşan bozulmaların normal oda koşullarında depolananlardan daha düşük seviyede gerçekleştiğini belirtmiştir. Geeson ve ark., (2) paketlenerek depolanan domateslerde oluşan bozulma oranlarının paketlenmeyenlere göre biraz daha yüksek olduğunu belirtmektedirler. Eğer paketlenme maddesi ürünün solunum oranına uygun olarak seçilebilirse bu bozulmaların daha az bir düzeye indirilebilmesi ve hatta tamamen önlenmesi mümkün olacaktır.

Domates çeşitleri arasında çürüme veya bozulma bakımından belirgin bir farklılık vardır. Bu durum özellikle Criterium çeşidi domateslerin 50 gün depolanması sonrasında daha belirgin hale gelmiştir. Daha fazla "alterneriya çürümesi", "mavi küf çürümesi" ile bölgesel su birikmesi şeklinde olan "su çürüğü" de denen "yumuşak sızıntı" (cottany leak) oluşmuş ve depolamanın ileri dönemlerinde ciddi bir problem haline almışlardır. "Cottany leak" zararlanmasının domates paketleri içerisinde, solunumun bir sonucu olarak oluşan su yoğunlaşmasından ileri gelebileceği bildirilmiştir (40). "Alterneriya ve mavi küf çürümelerinin ise özellikle meyvenin soğuk zararlanmasına maruz kalması ve hücre duvarlarında oluşan zayıflama sonucu ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (40, 41). Dennis ve ark.(16) depolama sıcaklığının azalması (13° C, 11° C ve 9°C) ile domateslerde oluşan bozulmalar arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir Domatesin depolanmasında 13°C nin en uygun ve güvenli bir depolama sıcaklığı olduğu bildirilmesine (7, 9, 10) rağmen, optimum depolama sıcaklığı çeşitden çeşide değişebilecektir.

Sonuç

Paketlenerek farklı gaz ortamlarında depolanan ürüne herhangi bir fizyolojik zarar verilmeden, uygun depolama sıcaklığı ve ürünün solunum oranına uygun bir paketleme maddesi seçilerek paket içerisindeki O₂ ve CO₂ miktarları ve dolayısı ile ürünün solunum hızı arzu edilen seviyede kontrol altına alınarak ürünün raf ömrü uzatılabilir. Yeşil olum devresindeki Liberto çeşidi domateslerin 50 mikron kalınlığında polietilen (PE50) ve 25 mikron kalınlığında polipropilen (PP) ile paketlenerek 13°C de depolanan domateslerin kalitesinin en iyi oldukları gözlenmiş olup bu domateslerin hiç bir bozulma olmaksızın 40 gün depolanmanın sonunda güvenli bir şekilde pazarlanabileceği ve 60 gün depolanmaları sonunda bile % de 8 gibi kısmen oluşan bir kayıpla pazarlanabilir sertlik ve renkte oldukları belirlenmiştir. Bu durum Criterium çeşidi domatesler için Liberto çeşidi kadar güvenli ve sağlıklı olmamış ve kimi domateslerde 13°C de depolama sonucunda bile üşüme zararlanması belirtileri ve bunun sonucu olarak küflenme ve bozulma oranlarının artarak Liberto çeşidinden daha yüksek oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Criterium çeşidinin açık havada 20°C'lik ortama bırakılması durumunda bile yeterli olgunlaşma sağlanamadan domateslerin hepsinin bozuldukları gözlenmiştir.

Kaynaklar

- 1-Risse, L.A. Individual Film Wrapping of Florida Fresh Fruit and Vegetables. Acta Horticulturae. 258: 263-270. Postharvest 88. 1989.
- 2-Geeson, J.D., K.M. Browne, K. Maddison, J. Shepherd ve F. Guaraldi. Modified Atmosphere PackagingtoExtend the Shelf Life of Tomatoes. Journal of Food Technology. 20; 339-349. 1985.

- 3-Yang, C.C. ve M.S. Chinnan. Modelling the effect of oxygen and carbon dioxide on respiration and quality of stored tomatoes. American society of Agricultural Engineers. 31; 920-925. 1988.
- 4-Thorne, S. ve J. S. S. Alvarez. The Effect of Irregular Storage Temperatures on Firmness and Surface Colour in Tomatoes. Journal Science Food Agriculture.33:671-676. 1982.
- 5-Shewfelt, R.L. Postharvest Treatment For Extending The Shelf Life of Fruits and Vegetables. food Technology.70-80. 1986.
- 6-Kader, A.A. Biochemical and Physiological Basis for Effects of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables. Food Technology. 40:99-100, 102-104. 1986.
- 7-Kader,A.A., L.L. Morris, M.A. Stevens ve M.A. Holton. Composition and Flavour Quality of Fresh Market Tomatoes as Influenced by Some Postharvest Handling Procedures. Journal of American Horticultural Science. 103(1): 6-13.1978.
- 8-Parsons, C.S., R.E. Anderson ve R.W. Penney. Storage of Mature Green Tomatoes in Controlled Atmospheres. Journal of American Horticultural Science. 95(6): 791-796. 1970.
- 9-Risse, L.A., W.R. Miller ve S. Ben-Yehoshua. Weight Loss, Firmness, Colour and Decay Development of Individual Film Wrapped Tomatoes. Tropical Science. 25: 117-121. 1985.
- 10-Hobson, G.E. The firmness of Tomato Fruit in Relation to Polygalacturonase Activity. Journal of Horticultural Science. 40, 66-72. 1965.
- 11-Efiuwere, B.J.O. ve S.N. Thorne. Development of Chilling Injury Symptoms in Storage Tomato Fruit. J.Sci.Food Agric. 44:215- 226. 1988.
- 12-Morris, L.L. Chilling Injury of Horticultural Crops. An Overview. Hort Science. 17:161. 1982.
- 13-Geeson, J.D., K. Maddison ve K.M. Browne. Modified Atmosphere Packaging of Tomatoes. Associated of Applied Biologist, Packaging of Horticultures Produce. AAB/NCAE Residential Meeting. Pp:8-15. 1981.

- 14-Ben-Yeshoshua, S. Individual Seal-packaging of Fruit and Vegetables in Plastic Film. A new Postharvest Technique. *HortScience*. 20(1): 32-37. 1985.
- 15-Esquerria,E.B.ve O.K.Bautista. Modified Atmosphere Storage and Transport of 'Improved Popa' Tomatoes. *ASEAN Food Journal*. 5:27-33. 1990.
- 16-Dennis, C., K.M. Browne ve E.Adamicki. Controlled Atmosphere Storage of Tomatoes. *ActaHorticulturae*. 93:75-83. Quality of Vegetables. 1979.
- 17-Geeson, J.D. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *Acta Horticulture*. 258:143-150. 1989.
- 18-Hobson, G.E. The Short Term Storage of Tomato Fruits. *Journal of Horticultural Science*. 56 (4) 363-368. 1981.
- 19-Ramana, S.V.,B.L.Mohan-Kumar ve K.S. Jayaraman. Extension of Stored Life of Tomatoes Under Ambient Conditions by Countinuous Flashing of Storage Atmosphere. *Indian Food Packer*. 41:24-29. 1987.
- 20-Yang, C.C., P. Brennan, M.S. Chinnan ve R.L. Shewfelt. Characterisation of Tomatoes Ripening process As Influenced by Individual Seal-Packaging and Temperature. *Journal of Food Quality*. 10: 21-33. 1987.
- 21-Anonymous.Minolta,Precise Colour Communication.Colour Control From Feeling To Instrumentation. Hand Book . Printed by Minolta Camera Co. Ltd. Japan. 1992.
- 22-Hobson,G.E., P. Adams ve T.J. Dixon. Assesing The Colour of Tomato Fruit During Ripening. *J.Sci.Food Agric*. 34: 286-292. 1983.
- 23-Batu, A. ve A.K. Thompson. Effects of Cross-head Speed and Probe Diameter on Instrumental Measurement of Tomato Firmness. proceedings of the International Conference for Agricultural Machinery and process Engineering October 19-22. pp:1340-1345. Seoul, Korea. 1993.
- 24-Steal, R.G.D. ve J.H. Torrie. Principle and procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw Hill Book Company. 1987.

- 25-Anderson, M.G ve P.A. Poapst. Effect of Cultivar, Modified Atmosphere and Ripening and Decay of Mature Green Tomatoes. *Can. J.Plant sci.* 63:509-514. 1983.
- 26-Hobson, G.E. and J.N. Davies. The tomato. In (Ed) A.C. Hulme. *The biochemistry of fruits and their products.* Vol. 2. Chapter 13. p:437-482. Academic press. UK. 1971.
- 27-Grierson, D. and G.A. Tucker. Timing of ethylene and polygalacturonase synthesis in relation to the control of tomato fruit ripening. *Planta*, 157:174-179. 1983.
- 28-Batu,A. ve A.K. Thompson. Effects of Controlled Atmosphere Storage on Extention of Postharvest qualities and Storage Life of Pink Tomatoes. *Proceeding of Control Application in Postharvest and Processing Technology (CAPPT'95).* Pp:263-268. Ostend 1-2 June 1995. Belgium. 1995.
- 29-Salunkhe, D.K. and M.T. Wu. Effects of low oxygen atmosphere storage on ripening associated biochemical changes of tomato fruit.*Journal of American Horticultural Science.* 98(1): 12-14. 1973.
- 30-Herner, R.C. High CO₂ Effects on Plant Organs. p:239-253. In (Ed) J. Weichmann *Postharvest Physiology of Vegetables.* Marcel Dekker Inc. New York. 1987.
- 31-Kubo, Y., A. Inaba and R. Nakamura. Effects of High CO₂ on Respiration in Various Horticultural Crops. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58, 731-736. 1989.
- 32-Kaynaş, K. ve N. Sürmeli. Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Domates Meyvelerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Solunum Hızlarındaki Değişmeler. *Tr.J.of Agricultural and Forestry.* 18: 71-79. 1994.
- 33-Buescher, R.W. ve E.C. Tigchelar. Pectinesterase, polygalacturenase, Cx-cellulose Activities and Softening of the Rin Tomato Mutant. *Hort.Sci.* 10 (6): 624-625. 1975.
- 34-Goodenough,P.W.ve T.H. Thomas. Biochemical changes in Tomatoes Stored in Modified Gas Atmospheres. I. Sugars and Acids. *Ann.App.Biol.* 98:507-515. 1981.
- 35-Burton, W.G. 1982. Ripening and senescence of fruits. p:181-198. Chapter 8. In (Ed) W.G.Burton. *Post-harvest physiology of food crops.* Logman Group Ltd.

- 36-Batu, A. ve A.K.Thompson. The Effects of Harvest Maturity, Temperature and Thickness of Modified Atmosphere Packaging Films on the Storage Life of Tomatoes. Proceedings of the International Symposium on New Application of Refrigeration to Fruit and Vegetables Processing. Pp:305-315. June 8-10, 1994. Istanbul.Turkey. Organised by TUBITAK Marmara Research Centre. 1994.
- 37-Saijo, R., M. Nagata ve G. Ishii. Changes in Chemical Composition of Tomatoes During Controlled Atmosphere Storage. International CA research Conference. Fifth Proceeding. Vol. 2. pp:151-159. June 14-16. Wenatchee, Washington. USA. 1989.
- 38-Gould, W.A. Composition of Tomatoes. In Tomato Production and Quality. Chapter 22. P:344-361. Second Edition. Avi Publishing Company, Inc. 1983.
- 39-Grierson, D. ve A.A. Kader. Fruit ripening and quality. In (Eds) J.G. Atherton and J. Rudich. The tomato crop. Chapter 6. p:241-280. Chapman and Hill Ltd. USA. 1986.
- 40-Snowdon, A.L. A Colour Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruit and Vegetables. Volume 1: General Introduction and Fruits. pp:11-53. Wolfe Scientific Ltd. 1990.
- 41-Sommer, N.F., R.J. Fortlage and D.C. Edvards. Postharvest Diseases of Selected Commodities. In Postharvest Technology of Horticultural Crops. (Kader et al., (eds)). Agriculture and Natural Resources. pp: 117-160. Publications 3311. University of California. USA. 1992.