

## Domatesin Solunum Hızı Üzerine Ortam Sıcaklığı ve Hasat Olgunluğunun Etkileri

Ali BATU

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240, Tokat-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 09.02.1999

**Özet:** Domatesin hasattan hemen sonra oluşan solunum hızı üzerine hasat olumu ve depolama sıcaklığı oldukça etkili olmuştur. Yeşil olumda hasat edilen domateslerin solunumu yavaş olup solunum hızı olum aşamasının pembe ve açık kırmızı oluma ulaşmasına kadar artmıştır. En fazla CO<sub>2</sub> pembe, açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilen domatesler tarafından üretilirken en az O<sub>2</sub> ise renk dönüm, pembe ve açık kırmızı olumda hasat edilen domatesler tarafından tüketilmiştir. En fazla etilen üretimi ise renk kırım, renk dönüm ve pembe olum aşamasında hasat edilen domateslerce üretilmiştir.

Domateslerin uzun süreli depolanmasından sonra oluşan solunum hızı üzerine depolama süresi etkili olmuştur. Depolama süresinin uzamasıyla domates meyvelerinin CO<sub>2</sub> üretimi azalmış fakat O<sub>2</sub> tüketimleri artmıştır. Depolama süresi uzarken domatesin CO<sub>2</sub> üretimi azalmış fakat O<sub>2</sub> tüketimleri artmıştır. Depolama süresi uzarken domatesin CO<sub>2</sub> üretimi üzerine meyve olum düzeyleri pek etkili olmamıştır. Ancak meyve olumunun artmasıyla O<sub>2</sub> tüketim miktarının arttığı gözlenmiştir.

### Effects of Temperature and Ripening Stage on the Respiration Rate of Tomatoes

**Abstract:** The effects of storage temperature and ripening stage on the ripening rate of freshly harvested tomatoes before storage were determined. Respiration was slower in tomatoes harvested at mature green stage of ripening, and the respiration rate increased until the tomatoes reached to the pink and light-red stages of maturity. The maximum CO<sub>2</sub> production occurred in tomatoes harvested at pink, light-red and red stages of maturity, whereas the minimum O<sub>2</sub> consumption occurred in tomatoes harvested at turning, pink and light-red stages of maturity. The highest levels of ethylene were produced by tomatoes harvested at breaking, turning and pink stages of maturity.

The tomatoes were stored in normal atmospheric conditions, and the respiration rate was affected by the storage period. With extension of the storage period to 3 weeks, the CO<sub>2</sub> production and O<sub>2</sub> consumption of the tomatoes increased. The ripening stage did not have any effect on CO<sub>2</sub> production with the increasing of storage period in normal atmospheric conditions, but during this period O<sub>2</sub> consumption increased.

### Giriş

Domates ülkemizde fazla miktarda üretilmekte olup bazı dönemlerde fiyatı da oldukça düşmektedir. Domatesin olgunlaşması uygun bir depolama tekniğiyle yavaşlatılarak duyusal kaliteside bozulmadan raf ömrü uzatılabilir. Özellikle son dönem domateslerinin iyi bir şekilde depolanmasıyla pazarda az ve fiyatının yüksek olduğu bir dönemde piyasaya sunulması ile önemli bir fayda elde edilebilir. Depolama işleminden iyi bir sonucun alınabilmesi için depolama sıcaklığının doğru seçilmiş olması gerekmektedir. Yeşil olum aşamasındaki domatesler için en uygun depolama sıcaklığı 13°C ile 20°C arasında değişmektedir (1). Olgun domateslerin bir kaç gün gibi kısa bir süre 7°C de bile güvenli bir şekilde depolanabilecekleri (2) daha düşük sıcaklıklarda ise üşüme

zararlanması oluşabileceği ve kimi bakteriyel gelişmelerin hızlanabileceği bildirilmiştir (1).

Olgunlaşma süresince domatesin sertlik ve rengine dönüşen değişimler birbirleriyle doğrudan ilişkili olup (3) tüketici tercihlerini önemli ölçüde etkilemektedir (4). Depolama tekniği meyvenin rengi, sertliği ve duyusal kalitesinin korunabilmesi açısından çok etkili ve önemlidir (3). Domatesin "değişik gaz ortamlarında (modifiye atmosfer)" depolanması sonucunda solunum hızı yavaşlar. Böylece meyvenin olgunlaşması geciktirilerek raf ömrü de uzatılabilmektedir (5). Ayrıca domatesin uygun bir paketleme maddesiyle paketlenmesi sonucunda ortamda bulunan O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve etilen miktarları değiştirilerek kontrol altına alınıp yapay bir ortam oluşturulabilir. Ortamın CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ve etilen konsantrasyonları meyve ve sebzelerin

kimyasal bileşimi ve dolayısıyla duyu kalite değerleri üzerine oldukça etkilidir (6). Ayrıca meyve üzerine olumsuz bir etkinin oluşmaması için ortamın CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> düzeylerinin meyvenin tolerans konsantrasyonlarının dışına çıkmaması gerekmektedir (7). Bütün canlı varlıklar gibi domates de hasat sonrasında aktif olarak solunum yaptığından sızdırmaz bir şekilde bir plastik ile paketlenildiğinde paket içi gaz bileşimi değişerek O<sub>2</sub> konsantrasyonu azalmakta ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonu artmaktadır. Paket içinde oluşan denge gaz bileşenleri, paketlenen taze ürünlerin solunum oranları ile paketlenen filminin gaz geçirgenlik oranları birbirlerine eşitleninceye kadar devam etmekte olup bundan sonra paket içinde oluşan gazlarda belirgin bir artış veya azalma oluşmamaktadır (8). Özellikle domatesin paketlenerek depolanması sırasında paket içi gaz konsantrasyonları genellikle 24-48 saat sonra sabit hale gelerek dengelenmektedir (7; 9). Eğer farklı olum zamanlarında hasat edilmiş olan domates meyvelerinin yaklaşık O<sub>2</sub> tüketim ve CO<sub>2</sub> üretim miktarları bilinirse doğru bir paketlenme filminin seçimine yardımcı olacaktır.

Kısa bir süre içerisinde pazara sunulan domatesler genelde pembe olum aşamasında hasat edilmekte olup, özellikle uzun süreli depolamalarda yeşil ve renk kırım olumlarında hasat edilebilmektedir. Domatesin olgunluk sınıfları Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (ABDTB) tarafından altı ayrı olum aşamasını gösteren bir skala ile belirlenmiştir (10). Şimdiye kadar yapılmış olan araştırmalarda farklı olgunluk döneminde hasat edilmiş domatesler kullanılmış (11, 12, 13) olmasına rağmen literatürde bu altı olum döneminde hasat edilmiş domates meyvelerinin solunum oranlarını gösteren bir veri bulunamamıştır. Domateslerin Kontrollü atmosfer (KA)'de depolanırken uygulanması gereken gaz emici miktarlarının veya modifiye atmosferde paketlenerek depolamada farklı olumlarda hasat edilmiş domates için kullanılacak olan plastik filmlerin gaz geçirgenliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için ABDTB hasat olum dönemlerindeki domateslerin CO<sub>2</sub> üretim ve O<sub>2</sub> tüketim miktarlarının bilinmesi faydalı olacaktır. Genellikle meyve ve sebze paketlenmesinde kullanılan plastik film üreten firmalar, kendi laboratuvarlarında paketlenme maddelerinin 24 saat süredeki geçirgenlik miktarlarını belirlemekte ve kullanıcılara belirtmektedirler (14). Gerek farklı olumda hasat edilen domatesler için uygun paketlenme maddesinin seçimi ve gerekse CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ve etilen gazlarının gerektiği zaman ortamdaki uzaklaştırılmaları için kullanılması gereken gaz emici miktarları önemlidir. Bunun için bu araştırma, ABDT'ca belirlenmiş olan altı olum aşamasında hasat edilmiş domateslerin modifiye veya kontrollü atmosfer ortamlarında 24 saatte üretebilecek oldukları CO<sub>2</sub> ve etilen miktarlarıyla

tüketebilecek oldukları O<sub>2</sub> miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada ABDTB'ca belirlenmiş olan altı ayrı domates olumunda (yeşil, renk dönüm, renk kırım, pembe, açık kırmızı ve kırmızı) hasat edilen "Criterium" çeşiti domates meyveleri kullanılmıştır. Domatesler Silsoe Araştırma Enstitüsü'nün (Bedfordshire, İngiltere) cam serasından sağlanmıştır. Uygun çap ve renk seçimi yapılarak fiziki hasarlı olan domatesler ayrıldıktan sonra iki ayrı deney seti kurulmuştur. Birinci deneyde, 24 saatlik bir süre boyunca 13°C ve 20°C'de domateslerin solunum miktarının saptanabilmesi için her bir olumdan ayrı ayrı alınan birer kilogram domates, önceden gaz örneği almaya uygun olarak hazırlanmış 3'er litrelik cam kavanozlara konularak ağızları sızdırmaz bir şekilde kapatılmıştır. 24 saat içinde belirli zaman aralıklarında alınan gaz örneklerinin CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ve etilen miktarlarında oluşan değişimler incelenmiştir. İkinci deneyde yine ABDTB'ca belirlenmiş olan 6 farklı domates olumunda hasat edilerek 20°C'de normal atmosfer koşullarında 1, 7, 14, ve 21 gün tutulan domateslerden birinci deneyde kullanılan tipdeki kavanozlara birer kilogram domates konularak ağızları kapatılıp aynı sıcaklıkta 24 saat solunuma bırakılmışlardır. Kavanozlardan başlangıçta ve 24 saat sonra alınan gaz örneklerinin gaz kromatografisinde analizleri yapılarak O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve etilen miktarları belirlenmiştir. Böylece domateslerin belirli bir süre açıkta bekletildikten sonra 24 saatte ürettiği CO<sub>2</sub> ve etilen ile tüketmiş oldukları O<sub>2</sub> miktarları belirlenmiştir.

Gaz konsantrasyonları kavanozların her birisinden 10 ml gaz örnekleri alınarak "Carlo Erba Instrument" firmasının üretilmiş "GC 800 series" model gaz kromografisine 1 ml gaz örneğinin injeksiyonuyla, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> analizi "Hot Wire" ve etilen analizi ise "Flame Ionisation" dedektörlerinin kullanımıyla belirlenmiştir. Taşıyıcı gaz (argon)'ın akış hızı saniyede 40 ml, dedektör ve fırın sıcaklıkları ise sırası ile 120°C ve 70°C olarak ayarlanmıştır (15).

Renk değerleri "CR 200" model Minolta firmasının üretilmiş olan renk ölçüm aleti ile belirlenmiştir. Domateslerin ekvatorial çapı etrafından rastgele farklı üç noktadan ölçümler yapılarak 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 (16, 17).

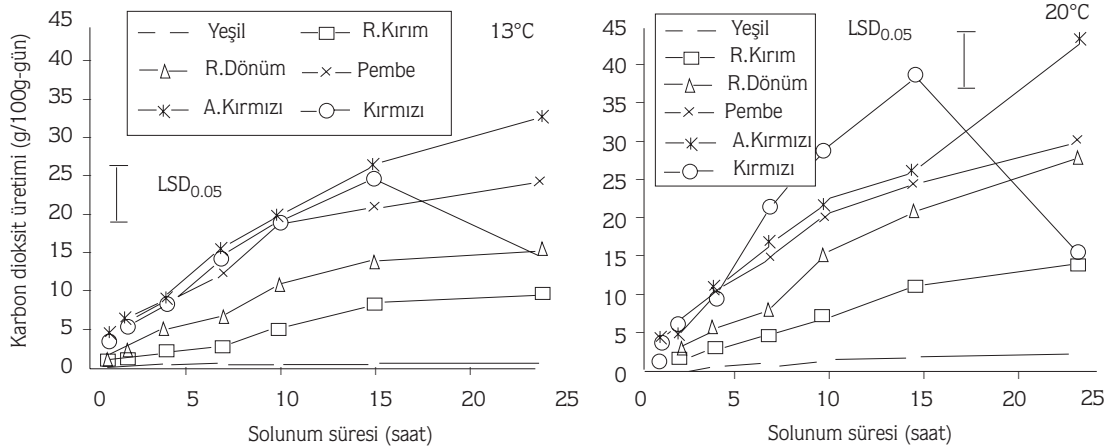
İstatistiksel analizler varyans analizi sonucunda muamele, depolama sıcaklığı ve depolama süresi etkileşimini bakımından ortalamaların karşılaştırılması suretiyle LSD testi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Denemeler üç tekerrür halinde yapılmıştır (18).

## Sonuçlar

### Birinci Denemenin Sonucu

Farklı olumlarda hasat edilen domates meyvelerinin 24 saat süresince üretmiş oldukları CO<sub>2</sub> miktarı Şekil 1'de verilmiştir. Hasat olumu domatesin CO<sub>2</sub> üretimi üzerine oldukça etkili olmuştur. Her iki depolama sıcaklığında en düşük CO<sub>2</sub> yeşil olumda hasat edilen domateslerce üretilirken, en yüksek CO<sub>2</sub> ise açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilenlerce üretilmiştir. 20°C'de tutulan

domatesler doğal olarak 13°C'de tutulana kadar daha fazla CO<sub>2</sub> üretmişlerdir. Pembe, açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilerek 13°C'de tutulan domatesler yeşil, renk kırım ve renk dönüm olumunda hasat edilen domateslerden daha fazla CO<sub>2</sub> üretmişlerdir. Fakat bu iki gruba ait domateslerin CO<sub>2</sub> üretimleri bakımından kendi aralarında ilk 15 saat süresince belirgin bir farklılık oluşmamıştır. 15 saatten sonra açık kırmızı olumda hasat edilenlerin CO<sub>2</sub> üretimleri artarken, kırmızı olumda hasat edilenlerinki azalmaya başlamıştır. Aynı olumda hasat edilmiş domateslerin (kırmızı olumda hasat edilenler hariç) özellikle ilk 15 saat içerisinde CO<sub>2</sub> üretimleri üzerine depolama sıcaklığının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İlk 15 saatten sonra ise renk dönüm ve açık kırmızı olumda hasat edilerek, 20°C'de tutulan domateslerin CO<sub>2</sub> üretimleri, belirgin bir şekilde artmaya başlamıştır.



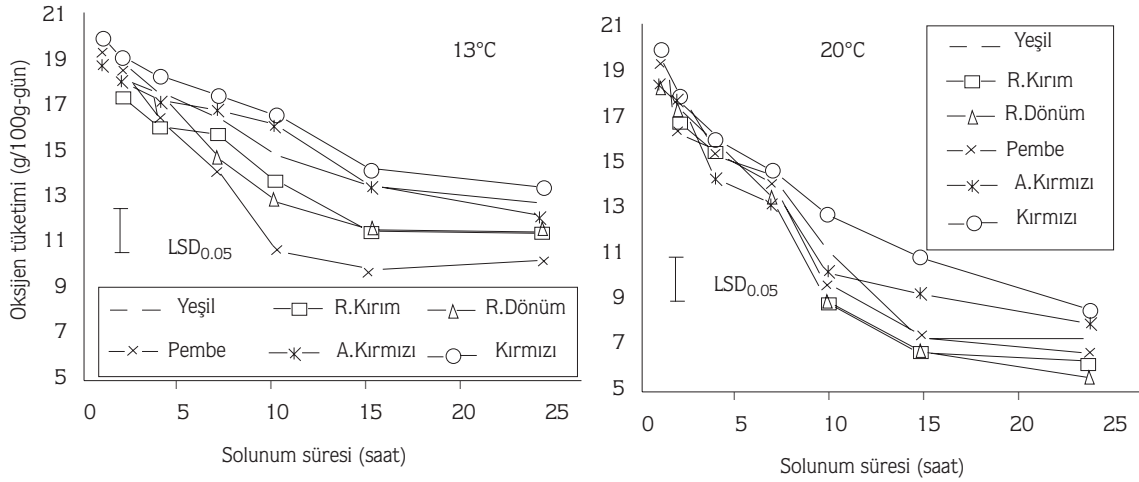
Şekil 1. ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı olum aşamalarında hasat edilen domateslerin iki farklı sıcaklıkta 24 saat süresince CO<sub>2</sub> üretimlerinde oluşan değişimler.

Her iki depolama sıcaklığında en fazla oksijeni pembe, renk dönüm ve renk kırım olumlarında hasat edilen domatesler tüketilmişlerdir (Şekil 2 ve Tablo 1). Aynı sıcaklıkta 24 saat tutulan bu üç olumdaki domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Kırmızı, açık kırmızı ve yeşil olumda hasat edilen domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri bakımından da kendi aralarında belirgin bir farklılık bulunamamıştır. Fakat bunların O<sub>2</sub> tüketimleri renk kırım, renk dönüm ve pembe olumda hasat edilen domateslerden daha düşük olmuştur. Hasat olumuna bakılmaksızın 20°C'de tutulan domates meyveleri 13°C'de tutulana kadar önemli derecede (P=0.05) daha fazla O<sub>2</sub> tüketmişlerdir.

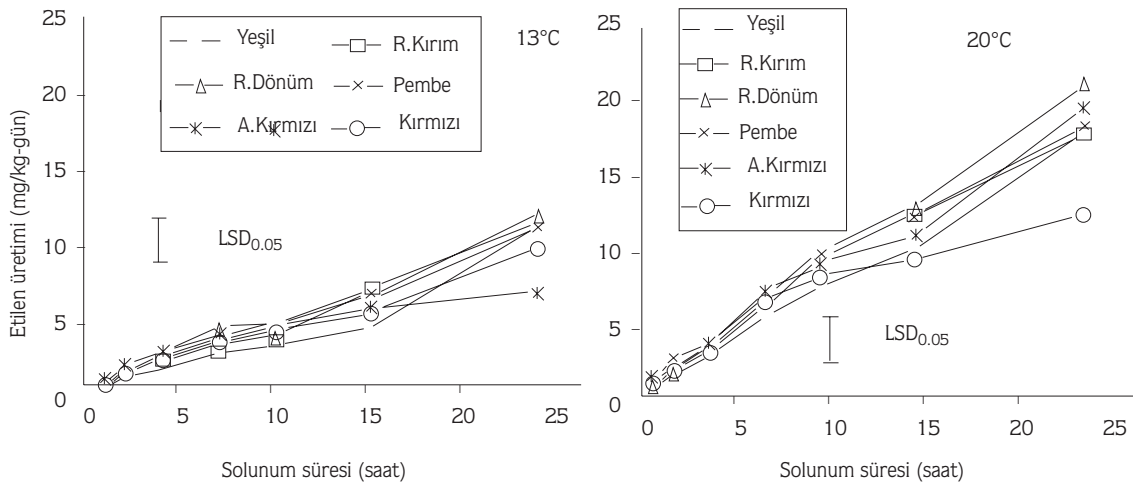
Özellikle O<sub>2</sub> tüketiminde olduğu gibi etilen üretiminde de depolama sıcaklığı belirleyici bir faktör olmuştur. Sıcaklığın artmasıyla domateslerin etilen üretim miktarları

da artmış, meyve olumu da etilen üretimi üzerine etkili olmuştur (Şekil 3). Her iki depolama sıcaklığında da depolamanın ilk 15 saati içerisinde kırmızı, açık kırmızı ve yeşil olumda hasat edilen domateslerin etilen üretimleri diğerlerinden daha az olmuştur.

Altı farklı olumda hasat edilen domateslerin 13°C ve 20°C'de 24 saat tutulması sonunda yapmış oldukları solunum miktarları Tablo 1'de verilmiştir. bu çizelgeden de izlenebileceği gibi depolama sıcaklıkları dikkate alındığında sadece yeşil ve renk kırım olumunda hasat edilen domateslerin CO<sub>2</sub> üretimleri ve kırmızı olumda hasat edilenlerin CO<sub>2</sub> ve C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> üretimleri arasında önemli bir ilişki bulunmazken diğer domateslerin CO<sub>2</sub> üretimleri ile O<sub>2</sub> tüketimleri arasında ve ayrıca etilen üretimleri bakımından da 13°C ile 20°C arasında önemli derecede (P=0.05) farklılığın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı olum aşamalarında hasat edilen domateslerin iki farklı sıcaklıkta 24 saat süresince % 21 normal hava ortamından azalan (tüketilen) O<sub>2</sub> miktarında oluşan değişimler



Şekil 3. ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı olum aşamalarında hasatı yapılan domateslerin iki farklı sıcaklıkta 24 saat süresince etilen üretiminde oluşan değişimler

Genel olarak hasat olumuna bakılmaksızın 20°C'de 24 saat tutulan domatesler 13°C'de tutulana göre daha fazla CO<sub>2</sub> üretmişlerdir. 24 saat sonraki etilen üretimi dikkate alındığında hasat olumunun önemli bir etkisi olmazken, kırmızı olumda hasat edilen domatesler hariç, etilen üretimi üzerine depolama sıcaklığı önemli derecede (P=0.05) etkili olmuş ve 20°C'de tutulan domatesler daha fazla etilen üretmiştir. CO<sub>2</sub> üretimi bakımından yeşil ve kırmızı olumda hasat edilen domateslerin 13°C ve 20°C'de tutulmaları arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Renk dönüm, pembe ve açık kırmızı olumda hasat edilen 100 g domatesin 20°C'de ürettiği CO<sub>2</sub> miktarlarının 13°C'de tutulana göre yaklaşık 10-11 g daha fazla olduğu belirlenmiştir. Her iki sıcaklıkta da en

yüksek CO<sub>2</sub> üretimi açık kırmızı olumda hasat edilen domateslerce gerçekleştirilmiştir. En düşük CO<sub>2</sub> ise yeşil olumda hasat edilen domateslerce üretilmiştir.

20°C'de tutulan domates kavonozları içinde % 5.80 ile % 8.78 O<sub>2</sub> bulunurken, 13°C'dekiler içinde % 10.50 ile % 13.70 O<sub>2</sub>'nin olduğu saptanmıştır. Böylece aynı olumdaki domatesler 20°C'de, 13°C'dekine göre yaklaşık % 40-50 daha fazla O<sub>2</sub> tüketmişlerdir. Yeşil, renk kırım ve renk dönüm olumlarında hasat edilerek 20°C'de tutulan domatesler 13°C'de tutulana göre yaklaşık iki kat daha fazla O<sub>2</sub> tüketirken, bu durum pembe, açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilenlerde ise kısmen daha az olmuştur.

Tablo 1. ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı olgunlaşma döneminde hasat edilen domateslerin 24 saat sonunda üretmiş oldukları, CO<sub>2</sub> ve etilen ile kavanozun içinde bulunan O<sub>2</sub> miktarları.

	Depola. Sic. (°C)	Yeşil	ABDTB'ca belirlenen domates olum aşamaları					LSD <sub>0,05</sub>	
			Renk kırımı	Renk dönümü	Pembe	Açık kırmızı	Kırmızı	SA	OAA
g/100g-gün CO <sub>2</sub>	13	1.03	10.00	15.99	24.87	33.40	14.98		
	20	2.42	14.56	28.36	30.83	44.10	15.83	4.98	8.62
g/100g-gün O <sub>2</sub> *	13	13.00	11.70	11.80	10.50	12.50	13.70		
	20	7.50	6.50	5.80	6.90	8.20	8.78	0.90	1.52
% O <sub>2</sub>	13	38.09	46.19	43.81	52.57	40.48	34.76		
Kullanımı**	20	64.28	69.05	72.38	67.14	60.69	58.19	4.93	8.54
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	13	11.63	11.83	12.35	11.42	7.21	10.17		
(mg/kg-gün)	20	17.92	17.79	21.07	18.24	19.53	12.46	3.46	öd

SA : Sıcaklıklar arası, OAA : Olgunluk aşamaları arası, öd: İstatistiksel olarak önemli değil

\* : % 21'den bu tablo değerlerine kadar olan kısım domateslerce kullanılmıştır

\*\* : Domateslerce kullanılan O<sub>2</sub> miktarı = (21-A) x 100/21,

A : 24 saat sonra kavanozun içinde bulunan yüzde (%) O<sub>2</sub> konsantrasyonu

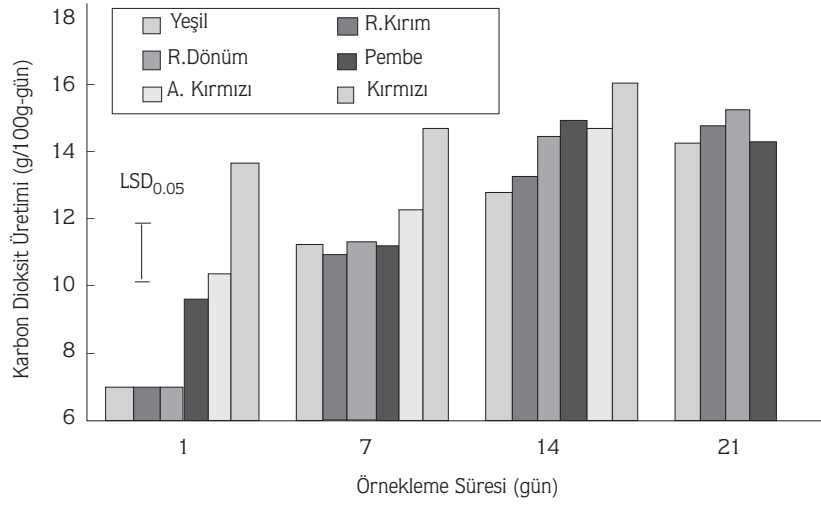
### İkinci Denemenin Sonucu

Normal atmosfer koşullarında 1, 7, 14 ve 21 gün tutulan domateslerin üretmiş oldukları CO<sub>2</sub> miktarları Şekil 4'te verilmiştir. Normal atmosfer koşullarında bir gün tutulan domateslerin CO<sub>2</sub> üretim miktarı üzerine meyve olumu derecede etkili olmuştur. Yeşil, renk kırım ve renk dönüm olumunda hasat edilen domatesler 24 saatte yaklaşık % 7 CO<sub>2</sub> üretirken pembe ve açık kırmızı olumda hasat edilenler yaklaşık % 10 ve kırmızı olumda hasat edilenler ise % 14 CO<sub>2</sub> üretmişlerdir. CO<sub>2</sub> üretim miktarları bakımından domatesin hasattan sonra normal atmosfer koşullarında 7 gün tutulması, sadece kırmızı olumda hasat edilen domates üzerine önemli derecede (P=0.05) etkili olmuştur. Hasat olumunun, diğer olumlarda hasat edilen domates meyvelerinin CO<sub>2</sub> üretimleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Domateslerin 14 ve 21 gün normal atmosfer koşullarında tutulmasıyla CO<sub>2</sub> üretimleri de artmıştır. Normal atmosfer koşullarında 14 gün tutulmanın sonucunda ise yeşil ve renk kırım olumlarında hasat edilen domateslerin CO<sub>2</sub> üretimi düşük olurken, kırmızı olumda hasat edilenlerin CO<sub>2</sub> üretimleri yeşil ve renk kırım olumundakilerden önemli derecede fazla olmuştur.

Domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri onların normal atmosfer koşullarında tutulma süreleri ile orantılı olarak azalmış olup normal atmosfer koşullarında bir gün bekletilen domatesler 7,14 ve 21 gün bekletilenlerden önemli derecede (P=0.05) daha az O<sub>2</sub> tüketmişlerdir (Şekil 5).

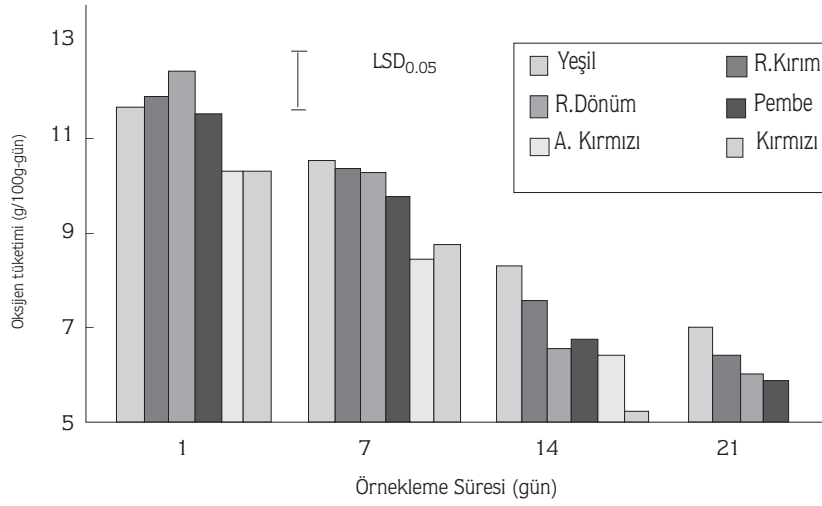
Yeşil, renk kırım, renk dönüm ve pembe olumda hasat edilerek normal atmosfer koşullarında 1 gün tutulan domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri aralarında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Aynı durum açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilen domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri arasında da gözlenmiştir. Fakat açık kırmızı ve kırmızı olumdaki domatesler solunum sonucunda ortamdaki O<sub>2</sub> miktarının % 21 den % 10'a kadar inmesini sağlayarak diğer olumlardan önemli derecede (P=0.05) daha fazla O<sub>2</sub> tüketmişlerdir. Domateslerin O<sub>2</sub> tüketim miktarları 7 gün depolamanın sonunda artmış olup meyve olumları arasında 1 gün depolanan domateslerin O<sub>2</sub> tüketimleri ile benzerlik vardır. Normal atmosfer koşullarında 14 ve 21 gün tutulan domateslerin tüketmiş oldukları O<sub>2</sub> miktarları da yine Şekil 5'te görülmekte olup depolama süresinin uzamasıyla O<sub>2</sub> tüketim miktarları da artmıştır.

Etilen üretimi bakımından domatesin 1 ve 7 gün normal atmosfer koşullarında tutulmasının sadece yeşil ve renk kırım olumunda hasat edilenler üzerine etkili olduğu ve bu olumlarda hasat edilen domateslerin diğerlerinden önemli derecede daha az etilen ürettikleri belirlenmiştir (Şekil 6). Açık kırmızı olumda hasat edilerek 1 gün normal atmosfer koşullarında tutulan domateste ise özel bir durum olup diğerlerinden önemli derecede daha fazla etilen üretmiştir. Diğer olumlarda hasat edilen domates meyvelerinin etilen üretimleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.



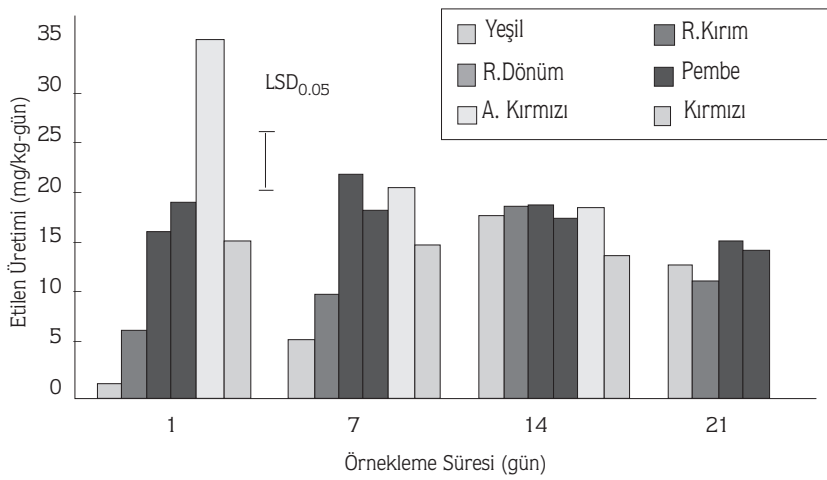
Şekil 4.

ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı domates olumunda hasat edilerek 1, 7, 14 ve 21 gün 20°C'de normal atmosfer koşullarında tutulan domateslerin 24 saat ta üretmiş oldukları CO<sub>2</sub> miktarları



Şekil 5.

ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı domates olumunda hasat edilerek 1, 7, 14 ve 21 gün 20°C'de normal atmosfer koşullarında tutulan domateslerin 24 saat ta üretmiş oldukları O<sub>2</sub> miktarları



Şekil 6.

ABDTB'ca belirlenmiş olan altı farklı domates olumunda hasat yapılarak 1, 7, 14 ve 21 gün 20°C'de normal atmosfer koşullarında tutulan domateslerin 24 saat ta üretmiş oldukları etilen miktarları

Meyve olumu domatesin solunum hızı üzerine önemli ( $P=0.05$ ) derecede etkili olmuştur. Meyve olumu  $CO_2$  üretimi ve  $O_2$  tüketimi üzerine istatistiksel olarak % 1 düzeyinde etkili olurken aynı durum etilen üzerine % 5 düzeyinde etkili olmuştur (Tablo 2). 24 saat süresince

domatesin üretmiş olduğu etilen konsantrasyonunun  $O_2$  tüketim ve  $CO_2$  üretim miktarı üzerine etkili olmadığı fakat  $CO_2$  üretim miktarının  $O_2$  tüketim miktarı ile ters orantılı olarak değiştiği saptanmıştır.

Tablo 2. Hasat olumunun domatesin  $CO_2$  ve etilen üretimiyle  $O_2$  tüketimleri üzerine olan etkisini gösteren korelasyon (r) katsayıları

Renk	Renk	$O_2$	$CO_2$	$C_2H_4$
	1			
$O_2$	-0.69**	1		
$CO_2$	0.80**	-0.92**	1	
$C_2H_4$	0.53*	-0.14	0.19	1

Istatistiksel olarak\* : % 5, \*\* : % 1 düzeyinde etkili

## Tartışma

Birinci denemede pembe, açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilen domates örnekleriyle ikinci denemede de pembe ve açık kırmızı olumda hasat edilen domates örnekleri diğerlerinden daha fazla  $CO_2$  üretmişlerdir. Ayrıca en fazla  $O_2$  tüketimi birinci deneyde pembe, renk dönüm ve renk kırım olumunda hasat edilmiş domateslerde oluşurken ikinci deneyde açık atmosfer koşullarında, bekleme nedeniyle olgunluğun ilerlemiş olmasından dolayı, en fazla  $O_2$  tüketimi açık kırmızı olumda hasat edilen meyvelerde gerçekleşmiştir. Farklı olgunluktaki domateslerin  $CO_2$  üretimleri üzerine yapılmış olan bir araştırmada yeşil olumdan pembe oluma kadar domatesin ürettiği  $CO_2$  miktarındaki artışın önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca  $O_2$  tüketiminde meyve olgunluğu ile orantılı olarak arttığı da bildirilmiştir (19). Bu sonuçlar bulgularımızı desteklemektedir. Domatesin  $CO_2$  üretiminde oluşan bu artışın meyvenin metabolik aktivitesinin artmasıyla ortaya çıktığı ve meyvenin büyüme fazına geçişi sırasında oluştuğu belirtilmiştir (20). Domatesin olgunluk derecesinin ilerlemesiyle içerdiği meyve olumunda toplam kuru madde miktarı azalmakta ve su miktarı da artmaktadır (19). Dolayısıyla meyvenin kimyasal bileşimi ve solunum hızı meyvenin içerdiği su miktarı ile orantılı olup su miktarı arttıkça solunum hızı da artmaktadır (21). Böylece olgunlaşmanın ileri devrelerdeki yaşlanmış domateslerin solunum hızlarındaki artışın bundan dolayı olabileceği düşünülmektedir. Genellikle solunum hızının hasattan sonra yavaşlamasıyla birlikte olgunlaşmış domatesler, az olgun veya olgunlaşmamış olanlardan daha fazla solunum yaparlar. Fakat solunum hızındaki bu azalma olgun meyvelerde yarı olgun veya olgunlaşmakta olanlardan daha yavaş olmaktadır (20). Dolayısıyla açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilen domateslerin  $CO_2$  üretimleri

diğer olumlardaki domateslerden daha fazla olurken  $O_2$  tüketimlerinde kısmen daha düşük olmuştur. İkinci denemede açık kırmızı ve kırmızı olumda hasat edilen domatesler 21 gün depolanmaları sonunda kullanılamaz halde olduklarından bu domateslerde gerekli ölçümler yapılamamıştır. Bu duruma meyvelerin yaşlanması sonucunda oluşan fizyolojik bozulmaların hızlanması neden olmuştur (20). Çünkü gaz geçişi hücreler arası boşluklara bağlı olup bu boşluk sayısının artmasıyla gaz geçişi de hızlanmaktadır (21). Genellikle olgun dokularda metabolizma ve solunum daha hızlıdır. Buna karşılık yaşlı organlarda metabolizma ve solunum yavaştır (22). Gaz difüzyonu üzerine meyve kabuğunda oldukça etkilidir. Gaz geçişi meyve çeşidine bağlı olmakla beraber, meyve kabuğunun gaz difüzyonu meyve etinden 5-20 kez daha yavaş olmaktadır (15). Farklı meyvelerde gaz difüzyonu üzerine yapılmış olan bir araştırmada, meyve olgunluğunun ilerlemesiyle  $CO_2$  geçişinin azaldığı fakat etilen geçişinin arttığı belirtilmektedir (23).

En fazla etilen renk dönüm ve pembe olum aşamalarında hasat edilerek  $20^\circ C$ 'de depolanan domates meyveleri tarafından üretilmiştir. Ortam sıcaklığının yükselmesiyle domatesin etilen üretim miktarı artmış olmasına rağmen, ortam sıcaklığının  $20^\circ C$ 'den  $30^\circ C$  ye yükselmesiyle etilen üretim miktarında düşmelerin oluştuğu belirtilmiştir (23). Fakat meyvenin solunum hızı  $20^\circ C$ 'de  $13^\circ C$ 'den daha hızlı olduğundan  $20^\circ C$ 'de depolanan domatesler  $13^\circ C$ 'de depolananlardan daha fazla etilen üretmiştir. Bu durum  $20^\circ C$ 'de meyvenin metabolik aktivitesinin artması sonucunda meyve solunumunun hızlanmasına neden olmuş ve dolayısıyla etilen üretiminde artmıştır (7). Çünkü meyvenin fizyolojik sıcaklığının  $10^\circ C$  değişmesiyle biyolojik reaksiyonları da 2-3 defa artmaktadır (21).

Farklı olgunluktaki domatesler üzerine yapılmış olan bir araştırmada yeşil olumdan sonra pembe oluma kadar etilen üretiminde büyük bir artışın olduğu, fakat pembe olumdan sonra etilen üretiminin azalmaya başladığı bildirilmiştir (24, 25).

Sonuç olarak taze meyve ve sebzelerin paketlenerek depolanması sırasında paketlenen ürünlerin solunum oranlarıyla paketlenme maddelerinin özellikle O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gazlarını geçirgenlikleri arasında bir uyumun olması gerekmektedir. Bu uyumun olmaması durumunda paketlenme işlemi esas fonksiyonu yerine getiremeyecek ve paketlenmiş olan ürünler farklı nedenlerden dolayı hızlı bir şekilde bozulabilecektir. Araştırmamızın sonucunda altı

farklı olumda hasat edilen domates meyvelerini yaklaşık O<sub>2</sub> tüketim ve CO<sub>2</sub> üretim miktarları belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmanın sonuçları uzun süreli domates depolamada domateslerin hasat olumlarına uygun bir CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> geçirgenliğine sahip bir paketlenme filminin seçimine yardımcı olacaktır. Ayrıca domatesin paketlenerek veya kontrollü atmosfer koşullarında depolanması sırasında meyve tarafından üretilecek olan etilen, farklı etilen emiciler tarafından ortamdaki uzaklaştırılabilir. Böylece domateslerin olum aşamalarına göre etilen emici türü ve miktarı hesaplanabilir. Bu araştırmanın sonucu bu tür sorunların çözümüne de yardımcı olabilecektir.

### Kaynaklar

1. 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.
2. Hobson, G. E. The Firmness of Tomato Fruit in Relation to Polygalacturonase Activity. *Journal of Horticultural Science*. 40, 66-72. 1965.
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. Geeson, J. D., K. Maddison ve K. M. Browne. Modified Atmosphere Packaging of Tomatoes. *Association of Applied Biologists, Packaging of Horticultures Produce*. AAB/NCAE Residential Meeting. pp:8-15. 1981.
6. Batu, A. And A. K. Thompson. Effects of Controlled Atmosphere Storage on Extension of Postharvest Qualities and Storage Life of Pink Tomatoes. *Proceedings of Control Application in Postharvest and Processing Technology (CAPPT 95)*. Pp:263-268. Ostend. 1-2 June 1995. Belgium. 1995.
7. Riquelme, F., M. T. Pretel, G. Martinez, M. Serrano, A. Amoros and F. Romajoro. Packaging of Fruits and Vegetables: Recent Results. In *Food Packaging and Preservation*. (M. Mathlouthi (ed)). Pp: 141-158. Blackie Academic and Professional. London.. 1994.
8. Greengrass, J. Films For Modified Atmospher of Foods. In *Principles and Application of Modified Atmosphere Packaging of Food*. (R. T. Parry (ed)). Pp: 114-133. Blackie Academic and Professional. UK. 1993.
9. Geeson, J. D. ve K. M. Browne. New Packaging Technology Aims to Extend Shelf Life. *Grower*. 14: 35-38. 1983.
10. Batu, A. Domates Meyvesinin Olgunlaşma Aşamalarındaki Enstrümental Renk Değerlerinin Belirlenmesi. *Hasad*. 12 (133): 37-39. 1996.
11. Dennis, C., K. M. Browne ve E. Adamicki. Controlled Atmosphere Storage of Tomatoes. *Acta Horticulture*. 93: 75-83. Quality of Vegetables. 1979.
12. Geeson, J. D. Modified Atmosphere Packaging of Fruit and Vegetables. *Acta Horticulture*. 258: 143-150. 1989.
13. Hobson, G. E. The Short Term Storage of Tomato Fruits. *Journal of Horticultural Science*. 56 (4) 363-368. 1981.
14. Gorris, L. G. M. and H. W. Peppelenbos. Modified Atmosphere and Vacuum Packaging to Extend the Shelf Life of Respiring Food Products. *Hort. Technology*. 2, 303-309. 1992.
15. Batu, A. Controlled and Modified Atmosphere Storage of Tomatoes. PhD Thesis. Cranfield University. Silsoe College. Postharvest Technology Department. Silsoe. MK45 Beds, 4DT England. 1995.
16. Anonymous. Minolta, Precise Colour Communication. *Colour Control From Feeling To Instrumentation*. Hand Book. Printed by Minolta Camera Co. Ltd. Japan. 1992.
17. Hobson, G. E., P. Adams ve T. J. Dixon. Assessing The Colour of Tomato Fruit During Ripening. *J. Sci. Food Agric*. 34: 286-292. 1983.
18. Steal, R. G. D. ve J. H. Torrie. *Principle and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. Second Edition. McGraw Hill Book Company. 1987.
19. Batu, A. Yüksek Konsantrasyonda Karbondioksit Uygulamasının Domates Kalitesi Üzerine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13(1): 37-52. 1996.
20. Karaçalı, I. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması. Dördüncü Bölüm. *Fizyolojik Gelişmeler*. Pp: 95-137. Ege Üniv. Basımevi. Bornova. İzmir. 1990.



21. Kader, A. A. Respiration and Gas Exchange of Vegetables. In Postharvest Physiology of Vegetables. (J. Weichmann (ed.)). Pp:25-43. Marcel Dekkar, Inc. New York. 1987.
22. Rhodes, M. J. The Climacteric and Ripening of Fruits. In the Biochemistry of Fruits and Their Products. ((ed) A. C. Hulme). Pp: 521-533. Academic Press. London and New York. 1970.
23. Atta-Aly, M. A. 1992. Effect of High Temperature on Ethylene Biosynthesis by Tomato Fruit. Postharvest Biology and Technology, 2(1992)19-24. 1992.
24. Lyons, J. M. and H. K. Pratt. Effect of Stage of Maturity and Ethylene Treatment on Respiration and Ripening of Tomato Fruits. Amer. Soc. for Hort. Sci., 84, 491-500. 1964.
25. Kader, A. A., D. Zagory and E. L. Kerbel. Modified Atmosphere Packaging of Fruit and Vegetables. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 28, 1-30. 1989.