



## Mantarda Farklı Ön Soğutma Yöntemlerinin İşletim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Eşref Işık<sup>1\*</sup>, Bülent Akbudak<sup>2</sup>, Nazmi İzli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bursa.

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa.

\*e-posta: dresref@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2010, Kabul Tarihi: 03.03.2010

**Özet:** Sebze ve meyvelerde hasattan sonra oluşan bozulmaların önlenmesi için, ürünlerin derimden hemen sonra soğutulmaları gerekmektedir. Soğutma işlemi, ürünü soğuk hava depolarına ya da pazara ulaştırıncaya kadar ön soğutma yöntemleriyle gerçekleştirilir. Ön soğutma ürünün özelliklerine göre genel olarak üç farklı yöntemle yapılır. Bu yöntemler; hava akımıyla ön soğutma, suyla ön soğutma ve vakumla ön soğutma yöntemleridir. Bu çalışmada, mantarın hava akımıyla, suyla ve vakumla ön soğutulması sırasında ortaya çıkan soğuma hızı, enerji tüketimi, ağırlık, renk ve genel görünüm parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Denemeler sonucunda, her üç yöntem arasında soğutma hızı açısından en uygun değerler vakumla soğutulan mantarlardan elde edilirken, enerji tüketimi açısından havayla soğutulan mantarlardan elde edilmiştir. Havayla soğutulan mantarlarda %1.9, vakumla soğutulan mantarlarda %2.5 ağırlık azalması gözlenirken suyla soğutulan mantarlarda %11.6 ağırlık kazancı gözlenmiştir. Genel görünüm değerlerine göre en uygun değerler su ve vakumla soğutulmuş mantarlardan elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mantar, ön soğutma, vakumla, havayla soğutma, suyla soğutma, muhafaza.

### Effect of Operation and Quality Properties of Different Precooling Methods in Mushroom

**Abstract:** In order to prevent spoilage in vegetables and fruits after harvest they are needed to be cooled immediately. Cooling process is done by precooling methods until the transportation of vegetables and fruits to air storages or markets. Precooling in generally is performed in three different methods according to yield properties. These methods are cold air current precooling, water precooling and vacuum precooling. In this study, the revealed operation parameters, cooling velocity, energy consumption, weight, color and general aspects were investigated during precooled with air current, water and vacuum of mushroom. As a result of tests, optimum results with respect to cooling velocity were obtained from vacuum cooling method while optimum results with respect to energy consumption were obtained from air cooling for all methods. While it was found 1.9% and 2.5% decrease in weight in mushroom with air and vacuum cooling, respectively, there were found 11.6% increase in weight with water cooling. According to color and general aspect values, the optimum results were obtained from mushrooms with water and vacuum.

**Key Words:** Mushroom, precooling, vacuum precooling, air precooling, water precooling, storage.

## Giriş

Soğutma işlemi, ürünü soğuk hava depolarına ya da pazara ulaştırıncaya kadar ön soğutma yöntemleriyle gerçekleştirilir. Ön soğutma ürünün özelliklerine göre genel olarak üç farklı yöntemle yapılır. Bu yöntemler; hava akımıyla ön soğutma, suyla ön soğutma ve vakumla ön soğutma yöntemleridir. Havayla ön soğutma ürünün çeşidine göre, basınçlı havayla ön soğutma, nemlendirilmiş havayla ön soğutma ve buharlaştırmayla ön soğutma olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Suyla ön soğutma yöntemi, ürünün soğuk ya da buzlu suya daldırılması veya ürün üzerine soğuk ya da buzlu su püskürtülmesiyle gerçekleştirilir. Ayrıca soğuk su kaynaklarıyla yapılan ön soğutma işlemleri de suyla ön soğutma yöntemleri arasında sayılabilir. Vakumla ön soğutma yöntemi, sebzelerin ve meyvelerin bünyesindeki suyun vakum etkisi altında hızlı bir şekilde buharlaşmasıyla gerçekleştirilir. Normal atmosfer basıncı altında su 100°C’de kaynarken, vakum tankında, atmosfer basıncının çok daha altındaki basınçlarda su çok düşük sıcaklıklarda kaynamaktadır. Suyu buharlaştırmak için gereken ısı, vakumla soğutulan ürünün iç enerjisinden alındığından soğutma işlemi gerçekleşmektedir (Işık, 2002).

Farklı ön soğutma yöntemleri kullanılarak yapılan ön soğutma çalışmalarında, Eriş ve Akbudak (2001) tarafından şeftali muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada meyvelere muhafaza öncesi soğutma ve fungusit uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar sonrasında meyveler soğuk hava ile ön soğutulduktan sonra, 0±0.5°C sıcaklık ve %90±5 bağıl neme sahip kontrollü atmosferde muhafaza edilmiştir. Çalışmada hasat sonrasında muhafaza öncesi yapılan bazı uygulamalarla birlikte önsoğutma uygulamasının şeftalilerin muhafazası üzerine olumlu etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Nitekim çalışma sonunda şeftalilerin 45 gün kontrollü atmosferde, 10 gün de raf ömrü koşullarında kalitelerinin korunarak başarılı bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir. Yine Akbudak ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada ‘0900 Ziraat’ çeşidi kiraz meyvelerini önsoğutmadan sonra muhafaza etmişlerdir. Bu kapsamda çalışmada kullanılan kiraz çeşidine hasat sonrası gama ışın ile hasat öncesi ve hasat sonrası harpin protein uygulanmış, ayrı ayrı ve farklı atmosfer bileşimleri (% O<sub>2</sub>:% CO<sub>2</sub>) (0:21, 5:5, 10:5, 15:5, 20:5 ve 25:5) ile birlikte etkileri incelenmiştir. Çalışma sırasında ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde en yaygın olarak görülen fungusların sırasıyla *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, *Monilinia fructicola*, *Alternaria alternata* ve *Rhizopus stolonifer* olduğu saptanmıştır. Ayrıca, kirazlarda muhafaza süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler de belirlenmiş ve belirlenen kalite kriterlerine göre; kirazların kontrollü atmosferde muhafazalarında %15 üzerindeki CO<sub>2</sub> seviyesinin muhafaza süresini uzatabileceği tespit edilmiştir.

Gast ve Flores (1991) “Meyve ve sebzelerde ön soğutma” adlı çalışmalarında, yedi farklı ön soğutma yöntemini tanımlamışlardır. Bu ön soğutma yöntemleri, soğuk odada ön soğutma, havayla ön soğutma, suyla ön soğutma, paket buzlama, vakumla ön soğutma, buharlaştırma yoluyla ön soğutma ve soğuk su kaynaklarıyla ön soğutma yöntemleridir. Çalışmada açıklanan ön soğutma yöntemleri kullanılarak bazı meyve ve sebzelerin soğutulmasına çalışmışlardır.

Işık E. (1994) “Vakumla soğutma sistemlerinde işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine yönelik model çalışması” adlı çalışmada, vakumla ön soğutma yönteminin işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine çalışmıştır. Denemeler sonucunda, bünyelerindeki suyu daha rahat verebilmelerinden dolayı özgül hacim değerleri

fazla olan lahanaya, karnabahar, ıspanak ve marulun vakumla ön soğutma yöntemine uygun olduklarını saptamıştır.

Sun ve Wang (2000) "Farklı soğutma sistemlerinin kullanılmasının sonucu pişmiş ette oluşan ısı transfer parametreleri" adlı çalışmada, pişmiş etin dört farklı yöntem kullanılarak soğutulmasında oluşan soğutma oranı ve ısı transfer karakteristiklerini belirlemeye çalışmışlardır. Soğutma işleminde vakumla soğutma, basınçlı havayla soğutma, suya daldırmayla soğutma ve düşük hızdaki hava akımıyla soğutma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmalar sonucunda vakumla soğutma yönteminin, pişmiş etin yüzeyinden oluşan ısı transfer oranının çalışmada kullanılan diğer soğutma yöntemlerinin kullanılmasyla oluşan ısı transfer oranına göre farklı sonuçlar verdiği kanısına varılmıştır.

Wang ve Sun (2001) "Gözenekli ve nemli gıdaların hızlı bir şekilde soğutulmasında vakumla soğutma teknolojisinin kullanılması" adlı çalışmada, vakum soğutma ile et gibi nemli ve gözenekli gıdaların hızlı bir şekilde soğutulduğunu bildirmiştir. Fırında daha önceden pişirilmiş gıdalar ve sıvı gıdalar gibi bazı gıdalarda vakumla soğutma işleminin uygulanması ile soğutma zamanının belirgin bir şekilde kısaldığı bildirilmiştir. Çalışmanın sonuçları vakumla soğutma işleminin balıkçılık endüstrisindeki gıdalarda, pişmiş etlerde ve hazır gıda teknolojisinde uygulanması ile hem hızlı bir soğutma işlemi sağlanacağını, hem üretimin kalitesinin korunacağını, hem de ürün içerisindeki mikroorganizma faaliyetlerinin kontrol altına alınacağını göstermiştir.

Romero ve ark. (2003) "Basınçlı hava akımlı soğutma yönteminin uygulanması ile erikte mekanik hasarın engellenmesi" konusunda yapmış oldukları çalışmada, 'Santa Rosa' eriğini (*Prunus salicina* Lindl., cv. Santa Rosa) mekanik olarak zarar görmeden önce ve sonra basınçlı hava akımı ile ön soğutmuş ve soğutma işleminin eriğe olan etkisini araştırmıştır. Soğutulan erikler 1°C sıcaklıkta 4 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada CO<sub>2</sub> oluşumu, ürünlerdeki ağırlık kaybı, sertlik azalması (güç-deformasyon oranı ve taze meyve deformasyonu) ve ürünlerdeki renk değişimi araştırılmıştır. Araştırmada hasarlı ya da hasarsız durumdaki 'Santa Rosa' eriklerinin ön soğutma karşısındaki davranışları ve soğutma sırasında oluşan CO<sub>2</sub> konsantrasyonu incelenmiştir. Mekanik olarak zarar görmüş durumdaki eriklerin basınçlı havayla ön soğutulmasında solunum oranında azalma olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışma, mekanik olarak zarar görmeden önce ön soğutma uygulanmış eriklerin tekrar depolama sırasında ön soğutma işlemine tabi tutulmasının ardından, eriklerdeki solunum oranının iki katına çıktığını göstermiştir. Ön soğutma işleminden önce mekanik olarak zarar görmüş eriklerin, ön soğutma işleminden sonra zarar görmüş eriklere oranla kütle kaybının daha yüksek olduğu, ürünlerde sertlik azalmasının (hem güç-deformasyon oranı hem de taze meyvedeki sertlik azalmasına neden olan parametreler hesaba katılarak sertlik azalma oranları hesaplanmıştır) daha az miktarlarda oluştuğunu ve ürünün kroma değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan denemeler sonunda, Santa Rosa eriklerinde hasat işleminden sonra ve paketleyerek taşıma, el ile paketleme, depolama ve taşıma gibi işletme işlemlerinden önce yapılan ön soğutma işlemi ile meyvenin kalite özelliklerinin ve depolama ömrünün artırılacağı kanısına varılmıştır.

Bu çalışmada da mantarın hava, su ve vakumla ön soğutma yöntemleriyle soğutulması sırasında ortaya çıkan soğuma hızı, enerji tüketimi, ağırlık, renk ve genel görünüm parametrelerindeki değişimler araştırılmış ve bu konuda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada havayla ön soğutma (Şekil 1), suyla ön soğutma (Şekil 2) ve vakumla ön soğutma (Şekil 3) deneme düzeneklerinden yararlanılarak, 10'ar kilogramlık kasalarda mantar kullanılmıştır.



Şekil 1. Havayla ön soğutma düzenneği



Şekil 2. Suyla ön soğutma düzenneği



Şekil 3. Vakumla ön soğutma düzenneği

Denemelerde ağırlık ölçümleri için 1 g hassasiyetli BASTER marka dijital terazi (Baster, İstanbul, Türkiye), sıcaklık ölçümleri 0.1 derece hassasiyetli 'Testo 177 Data Logger' (Testo, Lenzkirch, Almanya), vakum ölçümlerinde 0.001 kg cm<sup>-2</sup> hassasiyetli 'Lutron PM-9100' dijital vakummetre (Lutron, Taipei, Taiwan), elektrik tüketim değerlerinin ölçülmesinde 'KAAN marka' dijital sayaç (Kaan Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) ve renk ölçümlerinde 'Minolta CR-300' (Konica-Minolta, Osaka, Japan) renk ölçüm cihazı kullanılmıştır.

### Yöntem

Çalışmada mantarın havayla, suyla ve vakumla ön soğutulmasında, ön soğutma hızı, ön soğutma için gerekli enerji miktarı, ön soğutma sırasında üründe oluşan ağırlık kaybı, renk değişimleri ve genel görünüm değerleri ölçülmüştür.

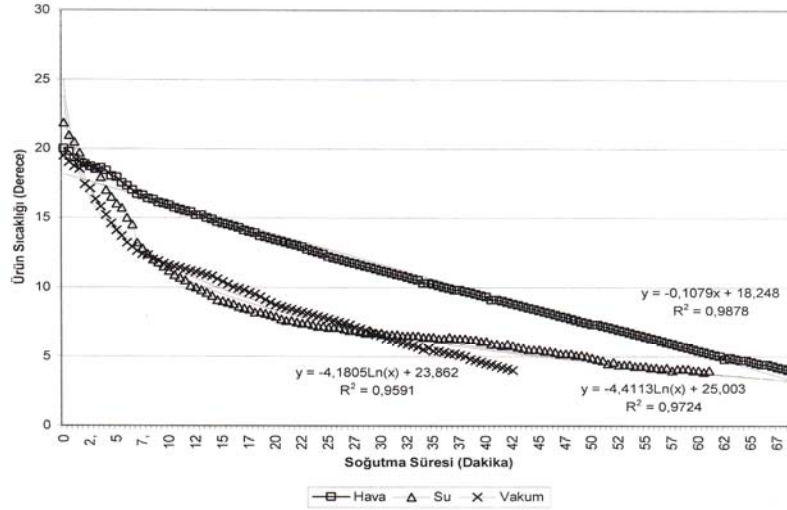
Denemelerde tüketilen enerji miktarının belirlenmesinde, deneme başlangıcında dijital sayaçtan değerler okunmuş ve deneme sonunda okunan değer ile arasındaki fark alınarak saptanmıştır. Ağırlık değişiminin saptanmasında ise, deneme öncesi ürün dijital terazi ile tartılmış ve deneme sonrasında da tartılarak aradaki fark değer ağırlık değişimi olarak saptanmış ve daha sonra yüzde ağırlık değişimi olarak ifade edilmiştir. Soğutma sırasında üründe meydana gelen sıcaklık değişimleri ise data logger ile ölçülerek bilgisayara aktarılmış ve Excel bilgisayar programında işlenerek grafiksel olarak tanımlanmıştır. Ayrıca elde edilen eğrilerin regresyon analizleri yapılarak meydana gelen değişimler eşitliklerle belirlenmiştir.

Kalite ve ağırlık kaybının belirlenmesi amacıyla farklı ön soğutma yöntemleriyle soğutulan mantar ile ilgili olarak renk değerlerine ve genel görünüm değerlerine bakılmıştır. Yapılan denemelerde mantar temin edildiği zaman (0. gün) ve 5 °C’de %70-80 bağıl nem koşullarında 1 hafta bekletildikten sonra (7. gün) söz konusu iki parametreye ait değerlendirmeler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 okuma şeklinde renk okuma cihazı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar LSD testi kullanılarak harflendirilmiştir (P<0.05) (Işık ve ark., 2009).

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Mantarın üç değişik yöntemde soğuma süreleri

Mantar soğutma denemeleri havayla soğutmada 20°C, suyla soğutmada 21.9°C ve vakumla soğutmada 19.5°C’de başlamış ve her deneme için 4°C’ye soğutulmuşlardır (Şekil 4).



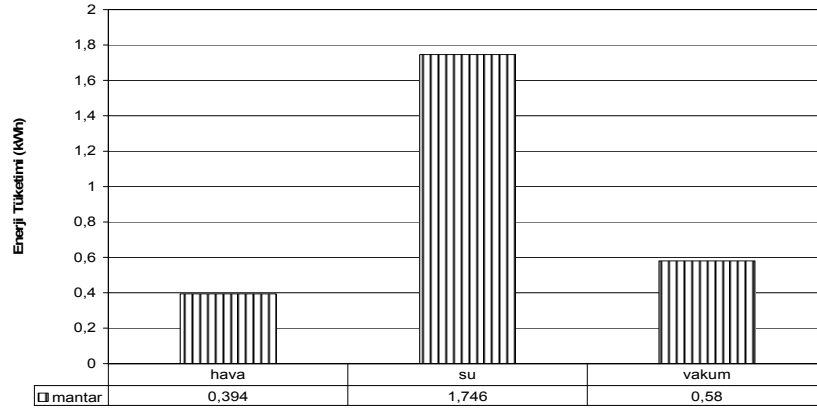
Şekil 4. Üç farklı yöntemle soğutulan mantarda soğuma süreleri

Soğutma zamanı olarak havayla soğutmada 68.5 dakika, suyla soğutmada 61 dakika ve vakumla soğutmada 42.5 dakika sonra 4°C’ye ulaşılmıştır. Her üç yöntem arasında

soğutma zamanı açısından en iyi değeri, mantarın gözenekli yapıda olmasından dolayı, vakumla soğutma göstermiştir.

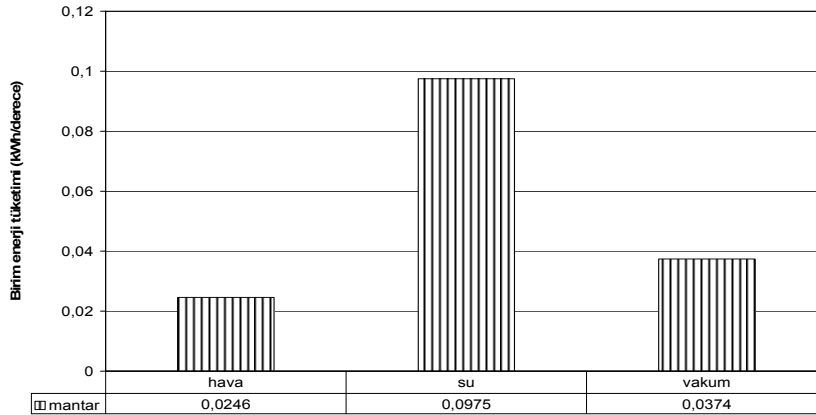
### Mantarın üç değişik yöntemde enerji tüketim değerleri

Önemli bir işletim parametresi olan enerji tüketim değerlerine bakıldığında, bir soğutma periyodu süresince toplam olarak havayla soğutmada 0.394 kWh, suyla soğutmada 1.746 kWh ve vakumla soğutmada ise 0.58 kWh enerji harcanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Mantarın havayla, suyla ve vakumla yapılan ön soğutma denemelerinde meydana gelen enerji tüketim değerleri

Her bir derece için harcanan enerji tüketimi olarak tanımlanabilecek birim enerji tüketimi değerlerine bakıldığında havayla soğutmada 0.0246 kWh/derece, suyla soğutmada 0.0975 kWh/derece ve vakumla soğutmada 0.0374 kWh/derece değerleri görülmektedir (Şekil 6).

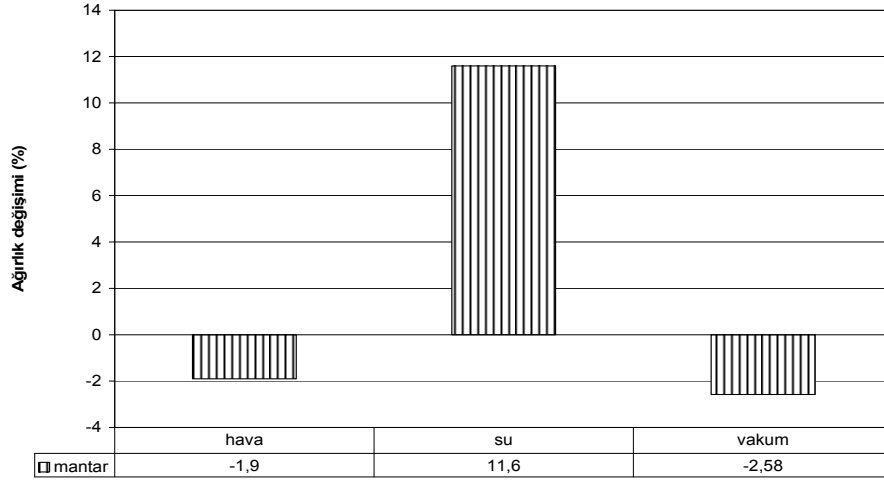


Şekil 6. Mantarın havayla, suyla ve vakumla yapılan ön soğutma denemelerinde meydana gelen birim enerji tüketimi

Bu değerlerin ışığında en az enerji gereksiniminin havayla soğutmada geręekleştini söylemek mümkündür.

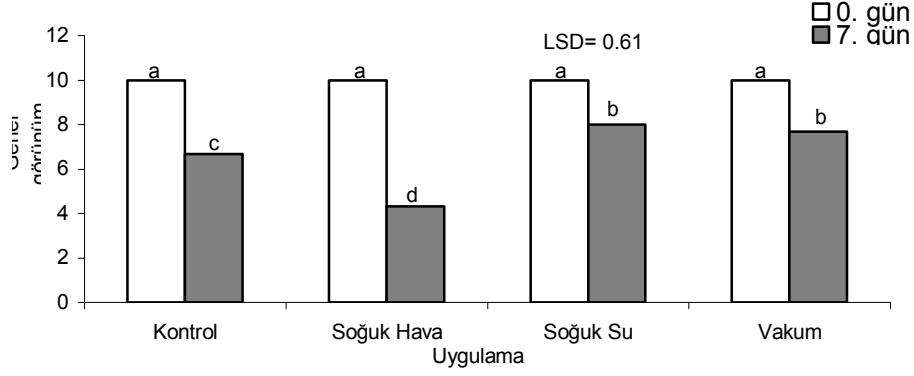
#### Hava, su ve vakumla ön soğutulan mantarda ağırlık kaybı, renk ve genel görünüm sonuçları

Ağırlık kaybı açısından bakıldığında, havayla soğutmada %1.9, vakumla soğutmada %2.5 ağırlık azalması gözlenirken (18 dereceden 2 dereceye 25 dakikada düşürme uygulamasında %4.1 ağırlık kaybı geręekleşmiştir, Gormley, 1975), suyla soğutmada %11.6 ağırlık kazancı gözlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Mantarın havayla, suyla ve vakumla yapılan ön soğutma denemelerinde meydana gelen ağırlık değişimleri

Mantarların hiçbir soğutma yapılmadan (kontrol), havayla, suyla ve vakumla ön soğutma gruplarından elde edilen veriler genel görünüm (Şekil 8) ve renk (Şekil 9) açısından değerlendirildiğinde; genel görünüm değerleri en yüksek olan su ve vakum grubunun renk değerlerinin daha iyi, kahverengileşme ve kararmanın daha az olduğu, parlaklığın, kendine özgü rengin daha hakim olduğu uygulamalar olmuştur.



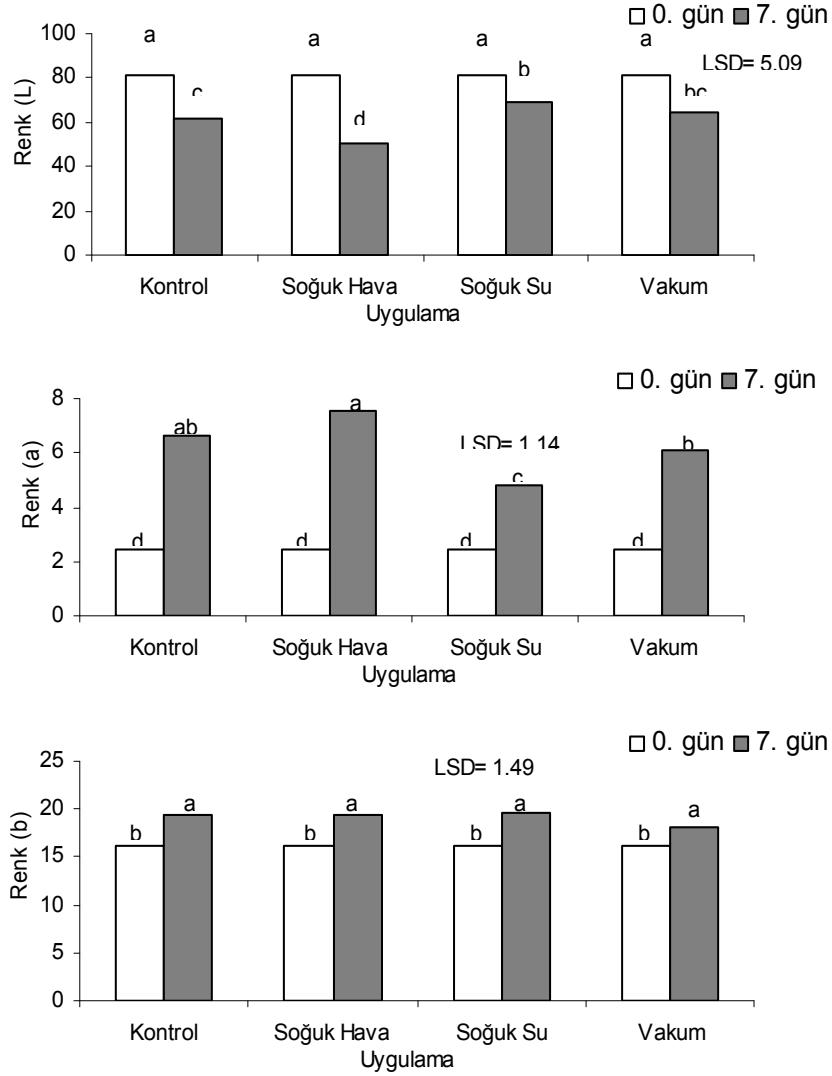
**Şekil 8.** Farklı üç ön soğutma yöntemi ile soğutulan mantarlarda meydana gelen genel görünüm değişimleri

Aguirre ve ark. (2009) da yaptıkları çalışmada farklı sıcaklık ve nem koşullarında bekletilen mantarlarda bekletme süresinin uzamasına paralel olarak renk bozulmalarının meydana gelebileceğini tespit etmişlerdir.

### Sonuç

Bu çalışmada mantarın havayla, suyla ve vakumla ön soğutma yöntemleriyle soğutulması sırasında ortaya çıkan soğuma hızı, enerji tüketimi, ağırlık, renk ve genel görünüm parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Denemeler sonucunda, her üç yöntem arasında soğutma hızı açısından en uygun değerler vakumla soğutmada elde edilirken, enerji tüketimi açısından havayla soğutmada elde edilmiştir. Soğutulan mantarlarda, havayla soğutulanlarda %1.9, vakumla soğutulanlarda %2.5 ağırlık azalması gözlenirken suyla soğutulanlarda %11.6 ağırlık kazancı gözlenmiştir. Genel görünüm değerlerine göre en uygun değerler su ve vakumla soğutulmuş mantarlardan elde edilmiştir.





**Şekil 9.** Farklı üç ön soğutma yöntemi ile soğutulan mantarda meydana gelen renk değişimleri.

### Kaynaklar

- Akbudak, B., H. Tezcan and A. Eris. 2008. Effect of low-dose gamma irradiation on quality in sweet cherry during storage. *Italian Journal of Food Science*, 20 (3):381-390.
- Aguirre, L., J. M. Frias, C. Barry-Ryan and H. Grogan. 2009. Modelling browning and brown spotting of mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in controlled environmental conditions using image analysis. *Journal of Food Engineering*, 91, 280-286.

- Gormley, T.R. 1975. A laboratory vacuum cooler. Irish Journal of Agric. Research, Vo:14, No:2, UK.
- Eriş, A. and B. Akbudak. 2001. Changes in some quality criteria during controlled atmosphere (CA) storage of peaches. International Journal of Horticultural Science, 7 (1): 58-61.
- Işık, E. 1994. Vakumla soğutma sistemlerinde işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine yönelik model çalışması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bursa.
- Işık, E. 2002. Ürün İşleme Makinaları. T. C. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 92, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Bursa. s. 50-56.
- Işık, E., B. Akbudak, ve N. İzli. 2009. Taze soğan, maydanoz ve terenin ön soğutulmasında bazı işletim ve fizyolojik parametrelerin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1): 43-53.
- Romero, D. M., S. Castillo and D. Valero. 2003. Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina Lindl.*). Postharvest Biology and Technology, 28; 135-142.
- Sun, D.W. and L. Wang. 2000. Heat transfer characteristics of cooked meats using different cooling methods. International Journal of Refrigeration, Volume 22, FRCFT Group, Department of Agricultural and Food Eng., University Collage Dublin, National Uni. Of Ireland, p. 508-516.
- Wang, L. and D. W. Sun. 2001. Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling technology. Trends in Food Science & Technology, Volume 12, Issues 5-6, FRCFT Group, Department of Agricultural and Food Engineering, University Collage Dublin, National University of Ireland, Earlsfort Terrace, Dublin 2, Ireland. p. 174-184.