

## **Brokolinin (*Brassica oleracea*) Dondurularak Muhafazasında Meydana Gelen Değişmeler**

Seda Ozan<sup>1\*</sup>, Arsan Bilişi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 17020, Çanakkale

\*sedaozan@hotmail.com

### **Özet**

Bu çalışmada haşlanmadan doğrudan ve haşlandıktan sonra -18°C de dondurulan ve aynı sıcaklıkta 6 ay süreyle depolanan brokoli örneklerinin aylık olarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre, depolama süresi boyunca brokoli örneklerinin protein miktarında herhangi önemli bir değişiklik olmamıştır. Vitamin C miktarında beklenildiği gibi haşlama ile kayıpların meydana geldiği ancak depolama süresince haşlanmamış örneklerde kayıpların haşlanmış örneklerden daha çok olduğu saptanmıştır. Brokoli örneklerinin tekstürel değişimlerini belirlemek amacıyla yapılan delme kuvveti ölçümlerinde, yumuşamanın haşlamadan kaynaklanmasının yanında depolama süresince haşlanmamış örneklerde haşlanmışlarıkinden daha fazla yumuşama olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca tüm brokoli örneklerinin çiçek ve saplarındaki L\* değeri önemli bir değişim göstermemiştir. Örneklerin a\* ve b\* değerlerinde ise haşlanmamışlar hariç yine önemli bir değişim saptanmamıştır. Haşlanmış örneklerde çok az rejenerasyon oluşurken haşlanmamış örneklerde peroksidaz aktivitesinin arttığı görülmüştür.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda, haşlamanın yapıldığı örneklerde ısıl işlemin etkisiyle psikrofil bakteri saptanmamıştır. Depolamanın 60. günden itibaren haşlanmamış örneklerdeki psikrofil mikroorganizma sayısı giderek azalmıştır. Ayrıca, haşlanmamış örneklerin haşlanmış örneklere göre 60 gün boyunca yüksek miktarda küf ve maya içerdiği, 90. günde her iki örneğinde başlangıç küf-maya sayısının önemli derecede azaldığı saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Brokoli, Askorbik asit, Peroksidaz Aktivitesi, Haşlama

### **Giriş**

Gıda endüstrisinde besin kayıplarının önlenmesi ve kalitenin uzun süre korunması için uygulanan muhafaza yöntemlerinin en önemlilerinden biri gıdaların dondurularak muhafazasıdır. Meyve ve sebzelerin dondurularak muhafazası diğer muhafaza yöntemleriyle karşılaştırıldığında gerek görünüş, gerekse besleyici unsurların en az kayba uğradığı avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (1). Dondurmanın amacı gıda maddesinin yapısında bulunan suyu bozulma etmeni mikroorganizmaların kullanamayacağı bir forma getirmektir. Bunun yanında belli sıcaklık derecesinin altında mikroorganizma faaliyetleri tamamen durduğundan,

mikrobiyal bozulma engellenebilmektedir (2). Sebzeler farklı enzimleri değişik miktarlarda içermektedirler. Isıya en dayanıklı enzim olması nedeniyle endüstriyel olarak sebzelerin haşlanmasında peroksidaz enzimi haşlama süresinin saptanmasında belirteç olarak kullanılmaktadır. Bu enzimin etkinliğini giderecek bir haşlama işleminin diğer enzim etkinliklerini de giderdiği bilinmektedir (3). Gıda işlemede peroksidazların bir diğer önemi inaktifleştirildikten sonra yeniden etkinlik kazanmalarından (rejenerasyon) kaynaklanmaktadır. Isıl işlemi izleyen saatler, günler hatta aylar içinde ortaya çıkan bu olay düşük asitli oluşlarından ötürü sebzelerde daha büyük boyutlar kazanmaktadır. Muhafaza sıcaklığı yükseldikçe yeniden kazanılan peroksidaz etkinliğinin arttığı, -18°C altındaki depolamada rejenerasyon olmadığı ya da önemsiz olduğu, hatta kalıcı etkinliğin de bir ölçüde azaltıldığı belirtilmektedir (4). Bu çalışmada haşlanmadan doğrudan ve haşlandıktan sonra -18°C de dondurulan ve aynı ve sıcaklıkta 6 ay süreyle depolanan brokoli örneklerinin aylık olarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir.

### **Materyal ve Yöntem**

#### **Materyal**

Çalışmada materyal olarak, yerel bir marketten satın alınan brokoli örnekleri kullanılmıştır. Yıkanan ve temizlenen brokoli örneklerinin yarısına 95 °C 2 dak. haşlama işlemi uygulanmış diğer yarısına ise haşlama işlemi uygulanmamıştır. Daha sonra örnekler eşit miktarda polietilen kaplara konularak -18 °C dondurma işlemi uygulanmıştır. Tüm analizler önce taze örneklerde daha sonra dondurulmuş örneklerde 6 ay boyunca aylık olarak gerçekleştirilmiştir.

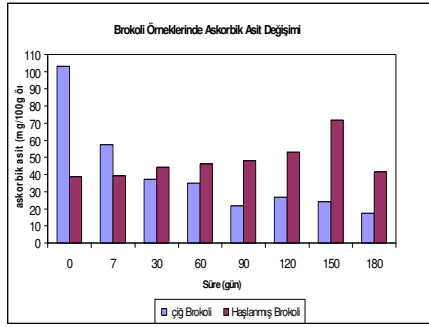
#### **Yöntem**

Örneklerin protein miktarı Kjehldal, askorbik asit (Vit. C) tayini indofenol titrasyon yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (5,6). Peroksidaz aktivitesi Cemeroğlu (6)'na göre spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Brokoli örneklerinin çiçek ve saplarında L\* (aydınlık değeri), a\* (kırmızılık-yeşillik) ve b\*(sarılık-mavilik) renk değerlerinin ayrı ayrı belirlenmesi Minolta Chrohoma Meter renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Örneklerde toplam psikrofil canlı sayısı, küf-maya sayısı AOAC(5)'e göre belirlenmiştir.

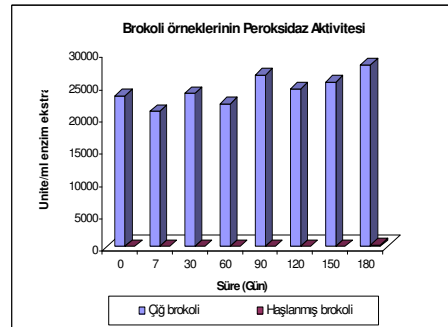
### **Bulgular ve Tartışma**

Çalışmada haşlanmış ve haşlanmadan çiğ olarak dondurulmuş brokoli örneklerinin depolama boyunca protein miktarlarında önemli bir değişme tespit edilmemiştir. Haşlanmamış (çiğ) brokoli örneklerinin içerdiği askorbik asit miktarı 103.01 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile askorbik asit miktarında kayıpların meydana geldiği görülmüştür. Şekil 1 'de depolama boyunca brokoli örneklerinin askorbik asit miktarında meydana gelen değişim verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde haşlanmamış örneklerdeki askorbik asit miktarının dondurulmuş

depolama boyunca hızlı bir şekilde azaldığı ve kayıpların meydana geldiği ancak haşlanmış örneklerdeki askorbik asit miktarındaki kaybın depolama boyunca haşlanmamış örneklere göre daha yavaş olduğu görülmektedir. Örneklerdeki peroksidaz enzim aktivitesi ölçümlerinde; haşlama ile peroksidaz aktivitesi giderildiği ancak 5. aydan itibaren haşlanmış örneklerdeki peroksidaz aktivitesinin 0 U/ml enzim ekstraktı değerinden 240 U/ml enzim ekstraktı değerine arttığı yani enzimin çok az rejenerasyona uğradığı tespit edilmiştir. Haşlanmamış örneklerde ise peroksidaz enzim aktivitesinin depolamanın ilk üç ayında hemen hemen sabit kaldığı ancak üçüncü ayın sonunda giderek arttığı belirlenmiştir. Bu durumun depolamanın ilk aylarında enzim aktivitesinin sıcaklığın düşmesi ile yavaşladığı, daha sonra enzimin rejenerasyonunun gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Depolama boyunca brokoli örneklerinin askorbik asit içeriğindeki değişimler.



Şekil 2. Depolama boyunca brokoli örneklerinde peroksidaz aktivitesindeki değişimler.

Depolama boyunca brokoli örneklerine ait renk değişimi ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) değerleri Çizelge 1 'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde ise; haşlanmış brokoli örneklerin çiçeklerine ait  $L^*$  değerindeki değişimin haşlanmış örneklerle hemen hemen aynı oranda değişim gösterdiği,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerindeki değişimin ise çiğ brokoli örneklerinin çiçeklerinde haşlanmış örneklere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Genel olarak, depolama boyunca tüm örneklerin  $L^*$  değeri  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde bir azalma meydana geldiği görülmektedir.

Depolamanın 0. gününde haşlanmamış çiğ brokoli örneklerinde aerobik psikrofil bakteri sayısı  $85.5 \times 10^4$  cfu/g olarak belirlenmiştir. Aynı örneklerde aerobik psikrofil bakteri sayısının depolamanın ilk 7 gününde hızlı bir düşüş gösterdiği ve bu düşüşün depolamanın ilerleyen günlerinde giderek arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Haşlanmış ve çiğ brokoli örneklerinin çiçeklerine ait 0-6 aylık renk değişimi

Süre (gün)	Haşlanmış Brokoli çiçek			Çiğ Brokoli çiçek		
	Renk değerleri			Renk değerleri		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
%Değişim	-9.06	-8.21	-14.02	-9.94	-40.89	-31.11

### **Sonuç**

Brokoli son yıllarda ülkemizde üretimi ve tüketimi hızla artan bir sebze türüdür. Dondurularak muhafazası en uygun muhafaza yöntemi olarak görülmektedir. Ancak peroksidaz aktivitesinin fazla olması haşlanması zorunluluğunu gündeme getirmektedir. Haşlanmış örneklerin dondurularak muhafazası yoluyla, peroksidaz inaktivasyonu ve rejenerasyonu ile mikrobiyolojik faaliyetler önemli ölçüde engellenirken, vitamin C ve renk özelliklerinin daha iyi bir şekilde korunduğu görülmüştür.

### **Kaynaklar**

1. Abaylı N, Başoğlu F. 1992. Dondurularak muhafaza edilen bazı meyve ve sebzelerin mikrobiyolojisi ve depolama sürecindeki değişimleri üzerine araştırmalar (1), Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 92-5.
2. Bilişli A. 1998. *Gıdaların Dondurularak Muhafazası*. Tarım Araştırmalar Vakfı Yayınları.124s, Yalova.
3. Müftügil N. 1984. Bazı sebzelerin Peroksidaz enzim içerikleri ve bu enzimin ısıya karşı direnci. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 84-4.
4. Keleş F. 1986. Gıda işlemede peroksidazlar. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 86-2.
5. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. Volume I, Volume II, 17th Edition, USA.
6. Cemeroglu B, Özkan M, Yemencioğlu A, Kırca A, Yemiş O. 2007. *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Yayınları no: 34. Ankara, ISBN: 978-975-98578-3-7.