

Gıda Güvenliğinde Ozon Uygulaması ve Meyve Rengine Etkisi

Prof. Dr. Cengiz CANER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği

ÖZET

Son yıllarda tüketicilerin 'daha doğal' gıda katkı maddelerine yönelik taleplerinin ve ozonun çevre dostu bir teknoloji olmasından dolayı hızla kullanımı yaygınlaşmaktadır. Güçlü bir oksidan olan ozon, meyveler, sebzeler, et ürünleri üzerindeki çeşitli mikroorganizmalara karşı etkilidir. Ozonun çok işlevselliği onu umut verici bir gıda işleme maddesi yapar.

Bir oksidan olarak ozon; su arıtma, sanitasyon, ekipmanların dezenfeksiyonu, meyve-sebze ve et ürünleri işlemede kullanılmaktadır.

ABSTRACT

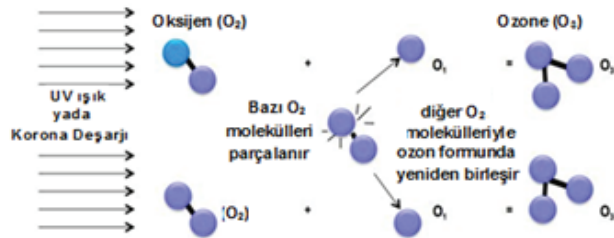
In recent years, ozone has become widespread due to consumer demands for 'more natural' food additives and environmentally friendly technology.

Ozone, a powerful oxidant, is effective against various microorganisms on fruits, vegetables, meat and products. The multi-functionality of ozone makes it a promising food-processing agent.

Ozone as an oxidant is used in water treatment, sanitation, disinfection of equipment, processing of fruit and vegetables, meat products.

GİRİŞ

Atmosferdeki "ozon tabakası" potansiyel olarak zararlı ultraviyole ışığın filtrelendiği yerdir. Ozon, doğal olarak oluşan bir moleküldür ve oda sıcaklığında renksiz bir gazdır. Ozon, kararsız bir moleküldür ve yarı ömrü oda sıcaklığında yaklaşık 20 ile 30 dakika arasındadır. Ozon organik maddeleri okside edebilen evrensel bir dezenfektan olup, virüsleri, bakterileri ve diğer patojenleri inaktive eder.



Şekil 1. Ozonun Yapısı

Ozon (O₃) doğal olarak havadaki oksijenden yıldırım gibi elektriksel deşarjlarla ve yüksek enerjili elektromanyetik radyasyonla üretilir. Oksijen, yüksek voltajlı elektrik ile yüklendiğinde ise küçük tanklarda veya büyük güçlü jeneratörlerde üretilir. Ozon, uzun yıllardır araştırılan ve gelişmiş ülkelerde uygulaması yapılan çok yüksek reaksiyon yeteneğine sahip, güçlü bir oksidan ve dezenfeksiyon ajanıdır. Ozonun çok fonksiyonlu bir bileşik olması ve özellikle kalıntı bırakmadan ayrışması onu potansiyel olarak yüksek bir yenilikçi gıda işleme yöntemi haline getirmiştir. Ozon çok hızlı reaksiyona girdiği için kısa sürede tüketir ve oksijene dönüşür yani depolanmaz. Bundan

Bu çalışmada, farklı konsantrasyon ve uygulama süreleri açısından ozon uygulamasının depolama süresince taze eriklerin kalite kriterlerini temsil eden renk (L*, a* ve b*) değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Eriklerin dış kabuk L* değerlerinde depolama boyunca genel olarak beyaz değere doğru bir ilerleme görülmüştür. Depolama boyunca a* değerleri (3,62-5,65) depolama sonunda hızla düşerek 2,12-2,88 değerlerine ulaştığı gözlenmiştir. Ancak depolama süresinin meyve renk değişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ozon, meyve sebze, erik ve raf ömrü, renk

In this study, the effects of color (L*, a* and b*) ozone concentration and application time, which represent the quality criteria of fresh plums during storage of ozone application were investigated.

There was generally a progress towards white value during storage of plums' outer shell L* values. During storage, a* values (3.62-5.65) decreased rapidly at the end of storage (2.12-2.88) was observed to reach the value. However, the effect of storage time on fruit color change was found to be significant.

Key words: Ozone, fruit and vegetables, plum and shelf life, color

dolayı kullanılacağı zaman üretilmelidir. Ozon iki şekilde uygulanır (Havaya ozon gazı vererek veya Ozon gazını su içinde çözerek). %100 kimyasal içermez ve "organik" sertifikalıdır.



Ozon, gezegenin en güçlü oksitleyici ve dezenfektanıdır. Bakteri ve virüslerin inaktivasyonunda klordan 3.000 kat daha hızlı ve daha etkilidir, ayrıca artık kalıntı bırakmayıp lezzet veya tatta değişikliğe yol açmaz. Tek yan ürünü oksijendir ve GRAS olarak kabul edilir. 2001 yılında, gaz halinde ve sulu ozon, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından gıdalara antimikrobiyal bir madde olarak uygulanması için onaylanmıştır (FDA 2001). Kararsız bir gaz olduğu için, ozon 20 dakika da oksijene ayrışır, gıda ürününde artık ozon tüketimi ile ilgili hiçbir güvenlik endişesi olmadan oksijene dönüşür.

Besinlerin depolanmasını kontrol altına almaya yardımcı olan ve nakliye sırasında ürünün bozulmasını önleyen gıda depolama alanlarına ve ambalaj malzemelerine sterilize etmek için uygulanabilir.

Ozon muamelesi, yıkama suyunda ve üründe pestisitleri ve

kimyasal kalıntıları yok etme yeteneğine sahiptir. Ozonun uygulanması, patojenlerin çapraz kontaminasyon riskini azaltır. Ozon, inorganik gıda üretimi ve işleminde kullanılmasına izin veren doğal ve kimyasal madde içermez.



Ozon nasıl çalışır?

Ozon bakteri ile temas ettiğinde, ozon molekülü organizmanın hücre duvarına saldırır ve hücre parçalanması olarak bilinen bir süreçte onu parçalara ayırır. Hücre duvarına nüfuz ettikten sonra, hücrenin sitoplazması serbest bırakılır ve hücre neredeyse anında sona erer. Bakteriler, virüsler, Cryptosporidium, Giardia vb. dâhil olmak üzere çok çeşitli patojenlere karşı etkilidir.

Ozon verimliliğini etkileyen faktörler

Sulu veya doğrudan gaz halinde ozonun verimliliğini etkileyebilecek bir dizi önemli faktörler bulunmaktadır, bunlar; gıdanın mikrobiyal yükü, uygulanan ozon konsantrasyonu ve maruz kalma süresi, ürün tipi, uygulama sıcaklığı, ortam bağıl nemi ve ambalaj malzemesi sayılabilir.

Gıda Güvenliği için Ozon

Bundan dolayı minimal şekilde işlenmiş meyve ve sebzelerde "taze" gıdalar üretilmesinde kullanım popülerliği artmaktadır. Ozon kloroform ve diğer tehlikeli bileşikler gibi klor işlemlerinden daha az istenmeyen yan ürünler oluşturma avantajına sahiptir. Klordan daha hızlı etkilidir ve kısa süreli temasta yeterli dezenfeksiyon sağlar. Ozon, gıda güvenliğini artırmak ve ürünün raf ömrünü birkaç gün uzatmak için kullanılan alternatif bir işlemdir. Ozonla muamele edilmiş ürünler için özel bir etiketleme gereksinimi yoktur. Kısa temas halinde bakteri ve virüslerin % 99,99'unu öldürür ve temas yüzeylerini temizler. Taze meyve, salata ve sebzeler, deniz ürünleri, etler ve diğer gıda ürünlerini taze tutar.

Bozulmaya neden olan bakteri ve virüsleri inaktive ederek raf ömrünü vegıda stabilitesini üç kata kadar daha artırır. Ayrıca tarımsal kimyasal kalıntıları giderir.

Ozonun ticari olarak endüstrideki uygulamaları:

a) Su:

Şişelenmiş Su - Suyun şişelenmeden önce dezenfekte edilmesinde kullanılmaktadır. Şişelenmiş sular USDA gerekliliği, doldurma işleminin bir parçası olarak ozonla muamele edilir.

Ticari Havuzlar - Olimpik havuzların dezenfeksiyonu ve oksidasyonu için ozon kullanılır.

b) Gıda İşleme: Birçok meyve ve sebze üreticisi ve hazır yiyecek (RTE) gıda paketleyicileri tarafından kullanılır.

c) Meyve ve Sebze Yıkama: Taze meyveler, sebzeler, taneler, tohumlar, fındıklar, baklagiller ve tüm hayvan etleri gibi gıdayla temas eden yüzeylerde bakteri, maya ve protozoan yükünün azaltılmasında başarıyla kullanılabilir.

Meyve ve sebzelerin bir kısmının hasat, taşıma, işleme, depolama ve satış aşamalarında mikrobiyal kaynaklı bozulmalar ile tüketilemez hale geldiği tahmin edilmektedir. Bu da her yıl milyonlarca doların kaybına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki kayıp oranlarının %5'i aşmadığı düşünülürse, ülkemizde de yüzlerce ton ürünün tüketiciye ulaşmadan bozulduğu ve bundan dolayı ekonomimizin büyük kayba uğradığı bir gerçektir. Bundan dolayı ek muhafaza ve koruma tedbirlerinin geliştirilmesi, ürün kayıplarının azaltılması ve raf ömrünün uzatılmasında ozon başarıyla kullanılabilir. Etilen olgunlaşmayı uyardığından, etilen gazının ozonla oksidasyonu birçok meyve, sebze ve çiçeklerde olgunlaşmayı ve yaşlanmayı geciktirir.

Meyve ve Sebze Depolama: Ozon, küf ve bakterilere karşı çok düşük bir konsantrasyonda koruma sağlamak için soğuk ürünlerin prodüksiyonunda kullanılabilir. Gaz halindeki ozon işlemi, çileklerin raf ömrünü uzatmak için iyi bir seçim olabilir. Gaz ozonu uygulandığında çilek, ahududu ve üzümün raf ömrü iki katına çıkarılabilmektedir.

Ozonun soğuk hava deposundaki en önemli etkilerinden biri meyve ve sebze olgunlaşma sürecini yavaşlatmaktır.

Taze ürünleri doğrudan temizlemek ve sterilize etmek için idealdir, ayrıca yiyeceklerin paketlenmesi veya işlendiği tüm ekipman ve yüzeylere püskürtülebilir. Daha sonra bakteri veya diğer organik maddeleri inaktive ve uzaklaştırmak için depolama alanlarının duvarlarına, zeminlerine ve aktif işleme alanlarına püskürtülebilir. Ozonun bu kadar kısa bir yarı ömrü olması nedeniyle uygulama yüzeylerinde birikim yapmaz. Taze ürünlerin korunmasında özellikle meyve ve sebze çalışmalarında, meyve ve sebzelerin hasattan sonra mümkün olan en kısa sürede soğutulması ve ozon uygulanması raf ömrünün uzatılmasında başarıyla kullanılabilir.

Son yıllarda, gelişmiş ülkelerde taze meyve ve sebze tüketimi çarpıcı biçimde artmıştır. Meyvelerin ve sebzelerin dünyadaki talepleri, üretim güvenliğini, kalitesini ve hasat sonrası raf ömrünün artırılması üzerine ozon uygulama çalışmaları yıllar boyunca artmıştır. Özellikle ihraç edilen meyvelerde ozon uygulaması üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Doğru miktarda ozon uygulamasının belirli tür meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını geciktirdiği bildirilmektedir. Ozon uygulanması sadece raf ömrünü uzatmakla kalmayıp, aynı zamanda bozulan meyvelerdeki mikrobiyal etkinin de azaltılmasını sağlar. Ozon, hem patojenik mikroplarla başa çıkma ihtiyacını hem de işlem boyunca zararlı kalıntı bırakmayan yaklaşımlardan biridir. *P. italicum* ve *P. digitatum*'a karşı, hem sulu hem de gazlı ozon muamelesinin sinerjik etkisinin, *P. italicum* ve *P. digitatum*'un narenciye üzerindeki misel büyümelerini engellediği görülmüştür. Ozon, *Listeria monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'nin mikrobiyal popülasyonlarının azaltılmasında taze kesilmiş biberdeki *Salmonella enterica*'ya göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Buda *S. enterica*, daha yüksek fosfolipid bileşenleri içermesi nedeniyle hücre zarı yoğunluğuyla ilişkili olarak açıklanabilir. Aynı şekilde *Sclerotinia sclerotiorum*'un ozon uygulamasına *B. cinerea*'dan daha dayanıklı olduğu ve *Colletotrichum* kokkodu'nun sırasıyla yapay kontamine edilen havuç ve domateslerde *Alternaria alternata*'dan daha dirençli olduğu belirlenmiştir. En yüksek mikrobik azalma genellikle en yüksek ozon dozlarında gözlenmiştir. Endüstri tarafından kullanılan ozon dozlarının ürün kalitesini olumsuz etkilemeyen yeterince düşük konsantrasyonda olması gerekmektedir.

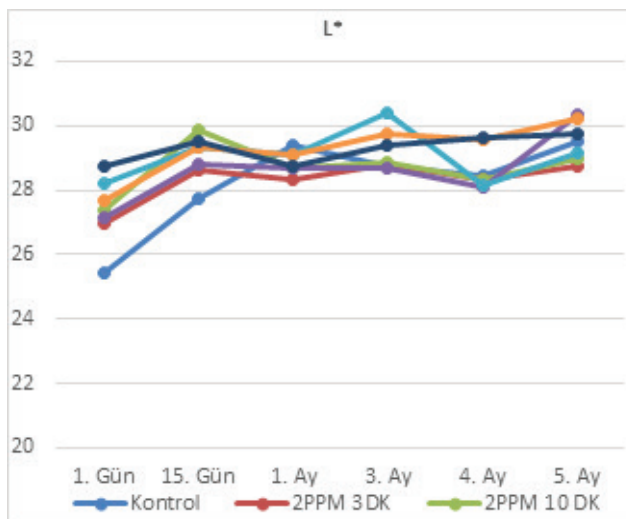
Ozon uygulamasıyla ürünlerdeki tüm patojen mikropların öldürüp engellenebileceği belirlenmiştir. Bu arada, gıda patojenleri, kimyasal maddeler ve atık su nedeniyle gıda kaynaklı hastalıkların görülme sıklığı artmıştır. Mevcut teknolojiler meyve ve sebzelerin yüzeyindeki kimyasal kalıntıları tamamen yok edememektedir. Bu kimyasal kalıntılar, kimyasal yan ürünler oluşturmak için reaksiyona girebilirler. Bu kalıntılar sonuçta müşteriler tarafından tüketilecek ve halk sağlığını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyebileceklerdir. Çevrede toksik kimyasalların birikmesi, dezenfektanların, temizlik maddelerinin, ağartma maddelerinin ve gıda işleme endüstrisindeki diğer kimyasal maddelerin güvenli kullanımı artmaktadır. Ozon uygulamasında, uygulanan konsantrasyon, maruz kalma süresi, ürünlerin ozona hassasiyeti, işçi güvenliği ve maliyeti dikkate alınması gereken önemli hususlardan bazılarıdır. Çok yüksek ozona maruz kalmak sadece insan sağlığına değil meyve ve sebzelere de zararlı bir etkiye neden olabilir. Ozonun meyve ve sebzelerin hasat sonrası bir muamele olarak kullanılmasıyla ilgili gittikçe daha fazla bilginin mevcut olması, taze ürünler endüstrisi için büyük önem taşımaktadır ve karar alma için kullanılmaktadır.

OZON UYGULAMASININ ERIĞİN RENGİNE ETKİSİ

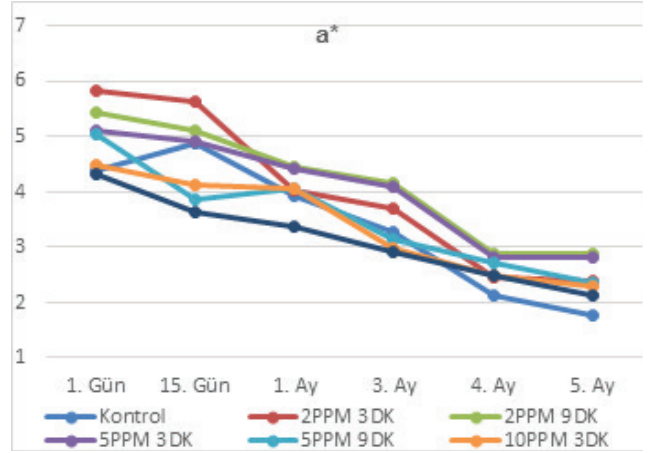
Angelina erik çeşidinin renk özellikleri üzerindeki ozonlama (3 ve 10 dk) Ozon jeneratörü (TKZ-12G, Teknozone, İzmir, Türkiye) ve konsantrasyonunun (2 ppm, 5 ppm ve 10 ppm) özel imal cam kabin içerisine uygulanan ozonlanan erikler 270 g MAP25 Yarı Otomatik Tabak Kaynak Makinesi (Apack Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) ambalajlanmış ve depolanmıştır.

Minolta Chroma Meter model CR-400 (Minolta. Co. Ltd., Japan) kullanılarak depolama boyunca L (L=100 beyazlık, parlaklık/ L=0 siyah siyahlık) –a (kırmızılık/yeşillik)- belirlenmiştir.

Taze eriklerin dış kabuk rengi yorumlamada önemli olan L* ve a*'nın başlangıç değerlerine baktığımızda kontrol meyveleri ve 5 ve 10 ppm 10 dakika ozon uygulanmış meyvelerde değerler 2 ppm ozon uygulanmış meyvelere nispeten daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 5. ayda, kontrol ve ozon uygulanmış meyvelerin kabuğuna ait L* değerleri, kontrol ve MAP uygulamasından önemli derecede fark olmadığı belirlenmiştir. Tüm depolama boyunca ölçüm dönemlerinde, ozon uygulanmış meyvelerin kabuğuna ait L* değerleri arasında istatistiksel bakımından önemsiz bulunmuştur. Ancak depolama süresinin meyve renk değişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur.



a* değerindeki değişim L* değerlerinden daha yüksektir. Depolama boyunca 1. ayda meyvelerin kabuğuna ait a* değerleri 4 değerine ve 5. ayda hızla düşerek 2,5 değerlerine yakın ölçülmüştür. Ayrıca 5. ayda, kontrol örneğinin a* değeri (1,8)ozon uygulanmış meyvelerin kabuğuna ait a* değerlerinden (2,2-2,9) daha düşük olduğu belirlenmiştir.



Bu araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-BAP Koordinatörlüğü tarafından FLY-2014-371 projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Anonim 2019. <https://www.spartanwatertreatment.com/articles/Ozone-in-Food-Safety.pdf> Erişim Tarihi: 05 Aralık 2019.
2. Anonim, 2017. <http://www.fao.org/docrep/T0073E/T0073E00.htm>. Prevention of post-harvest food losses fruits, vegetables and root crops a training manual. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
3. Glowacz M., Colgan R., and Rees D. 2015. The use of ozone to extend the shelf-life and maintain quality of fresh produce. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 95 (4). 662-671.
4. Glowacz M., and Rees D. 2016. The practicality of using ozone with fruit and vegetables. *J Sci Food Agric* 2016; 96: 4637-4643
5. Karaca H., and Velioglu Y.S. 2007. Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. *Food Reviews International*, 23(1): 91-106.
6. Kim J. G., Yousef A. E., and Khadre M. A. 2003. Ozone and its current and future application in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research*. 45: 167-218.
7. Liangji Xu. 1999. Use of Ozone to Improve the Safety of Fresh Fruits and Vegetables. *Food Technology*. 53