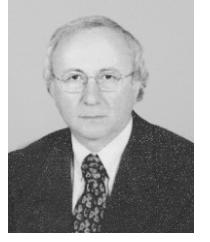


Fırın Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Ambalajlanması

Prof.Dr.Mustafa Üçüncü
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü



Özet

Bu çalışmada, modifiye atmosferde ambalajlama tekniği ve bu tekniğin bazı fırın ürünlerine uygulanması incelenmiştir. Fırın ürünlerine CO₂ atmosferinin uygulanmasıyla, bozulmaya yol açan aerobik etmenler, özellikle küf gelişmesi önlenmektedir ve ürünlerin raf ömürleri yaklaşık iki kat arttırılabilmektedir.

MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING OF BAKERY PRODUCTS

Abstract

In this review the modified atmosphere packaging technic and the application of this technic to some bakery products have been explained. Application of CO₂ atmospheres for the bakery products to prevent aerobic spoilage, especially the mould growth, approximately doubles the mould-free shelflife of bakery products.

Gıdaların bileşim ve özelliklerindeki istenmeyen değişimlerin sonucu ortaya çıkan bozulmaların önlenmesi ve dayanma sürelerinin uzatılabilmesi için, çeşitli gıda işleme ve koruma yöntemleri geliştirilmiştir. Bilindiği gibi, fiziksel ve kimyasal etmenlerden kaynaklanan bozulmalar bir yana bırakılırsa; bu tür olumsuzlukların en önemli bölümünü mikrobiyolojik ve enzimatik bozulmalar oluştururlar. Söz konusu bozulmaların önlenmesi; ortamdaki mikroorganizmaların üreme ve etkinliklerini yavaşlatmak veya durdurmak (*inaktivasyon*), ya da onları öldürmekle (*inhibisyon*) mümkün olabilmektedir.

Uygulanan gıda koruma yöntemlerinde mikroorganizmaların öldürülmesi; ısı uygulamalar (pastörizasyon, sterilizasyon, kaynatma), ışınlama, UV ve mikrodalga uygulaması gibi koruma faktörleriyle gerçekleştirilirken, onların gelişmelerinin yavaşlatılması veya durdurulması ise; soğukta saklama, su aktivitesini düşürme (kurutma, tuz, şeker ilavesi), asitlendirme (asit ilavesi, laktik asit, asetik asit fermantasyonu), alkolden yararlanma (alkol fermantasyonu), koruyucu madde ilavesi, oksijeni sınırlama (vakum ambalajlama, azot altında ambalajlama, kontrollu

atmosferde depolama ve modifiye atmosferde ambalajlama) gibi koruma önlemleriyle sağlanabilmektedir. Bunlardan "**Kontrollu Atmosferde Depolama (CA)**" ve "**Modifiye Atmosferde Ambalajlama (MAP)**" teknikleri, özellikle son yıllarda, hızla yaygınlaşan ve geleceğin teknolojisi olarak kabul edilen bir yöntem haline gelmiştir. Kontrollu ve modifiye atmosfer: Gıdaların depolama, taşıma ve ambalajlanmasında ürünün etkileşimde bulunduğu hava bileşiminin, oksijen, karbondioksit, azot ve etilen gibi gazların ortama verilmesi veya ortamdaki uzaklaştırılmasıyla değiştirilmesini içeren bir sistemdir. Bu sistemin temel amacı; ürünü çevreleyen havanın bileşiminin değiştirilmesiyle, özellikle ortam oksijeninin azaltılmasıyla, dominant mikrofloranın metabolizmasını yavaşlatmak, ürünün solunum hızını düşürmek, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve/veya mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmektir.

MODİFİYE ATMOSFER KOŞULLARININ OLUŞTURULMASI

Modifiye atmosferde ambalajlama (MAP) tekniğinde ortam atmosferinin modifikasyonu, "pasif" ve "aktif" modifikasyon olmak üzere iki yolla gerçekleştirilmektedir. Pasif modifikasyon, meyve-sebze gibi solunum yapan ürünlerde, aktif modifikasyon ise her türlü gıdada uygulanabilmektedir.

Pasif Modifikasyon

Meyve ve sebzeler hasattan sonra da fizyolojik olarak solunumlarını sürdürürler. Solunumda alınan oksijen, doğal olarak hücrenin yapısında bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi kompleks bileşiklerin yavaş bir hızla oksidasyonu için kullanılırken; çevreye karbondioksit, su, etilen gibi bazı uçucu metabolizma ürünleri ve bir miktar da ısı verirler. Eğer solunum, kapalı, sızdırmaz bir sistem içerisinde gerçekleşirse; ortam atmosferinde O₂ konsantrasyonu azalırken, CO₂ ve diğer metabolitlerin konsantrasyonu yükselir, yani istenen modifikasyon kendiliğinden oluşur. Bu değişmeye koşut olarak solunum gittikçe

Yavaşlar ve nihayet durur. Ancak bilindiği gibi solunum, oksijenin bulunmadığı ortamda da gerçekleşebilmekte (anaerobik solunum veya fermantasyon) ve üründe etil alkol başta olmak üzere çeşitli metabolitler oluşarak, tat ve aroma değişmektedir. İşte bu nedenle her ürünün solunum özelliklerinin çok duyarlı bir şekilde belirlenerek, anaerobik solunumun başlayacağı O₂ ve Co₂ konsantrasyonlarının önceden bilinmesi gerekmektedir. Pasif modifikasyon yönteminde atmosfer bileşimi ve bu bileşimin değişim hızı, ürünün solunum hızına ve kullanılan ambalaj materyalinin özelliklerine bağlıdır. Kullanılacak ambalaj materyali, ürün tarafından tüketilen O₂ ile materyalden geçen oksijen arasında dengeyi sağlayacak şekilde seçilmelidir. Bu denge, ürün tarafından üretilen CO₂ ile ambalajdan dış ortama geçen CO₂ için de kurulmalıdır. Görüldüğü gibi bu sistemde en önemli nokta, O₂ veya CO₂'in ürüne zarar vermeden arzu edilen denge atmosfer bileşiminin sağlanmasıdır.

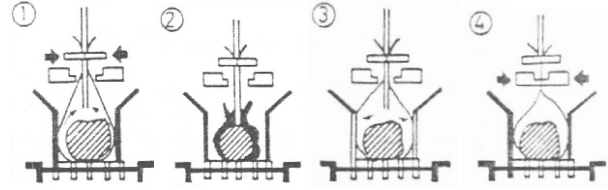
Aktif Modifikasyon

Pasif modifikasyonda amaçlanan "denge gaz bileşiminin" sağlanması yavaş gelişen bir olaydır. Ayrıca, O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının kontrolünde da her zaman başarılı olunamamaktadır. Sonuçta üründe kalite açısından olumsuz değişimler ortaya çıkabilmektedir. İşte bu durum aktif modifikasyon uygulamalarının gelişmesine yol açmıştır

.Taze meyve ve sebzelerin yanı sıra kırmızı et ürünleri, kanatlı etleri, deniz ürünleri, süt ürünleri, hazır yemekler gibi pek çok gıdada uygulanmakta olan aktif modifikasyon tekniğinde, "denge gaz bileşiminin" oluşumu, pasif modifikasyonda olduğu gibi yavaş yavaş ve kendiliğinden değil, müdahale ile kısa sürede sağlanabilmektedir

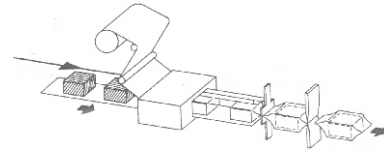
Aktif modifikasyon uygulamalarında kullanılan yöntemler 3 grup altında toplanabilir:

a) Bunlardan birincisi, ambalajın içindeki havanın gaz veya gaz karışımları ile yer değiştirmesidir. Bu yöntemin esası; henüz kapatılmamış ambalaja istenen bileşimdeki gazın verilerek mevcut atmosferi süpürüp onun yerini almasını sağlamak veya ambalajın havasını vakum oluşturarak uzaklaştırmak ve sonra içine gazı enjekte etmektir (Şekil 1ve 2). Gaz karışımı, belirlenen oranlara göre önceden hazırlanabilir veya ambalajlama işlemi sırasında her bir gaz ayrı ayrı tüplerden istenilen oranlarda ve bir gaz karıştırıcısında karıştırılabilir



Şekil 1. Aktif modifikasyon yönteminin uygulanmasına ilişkin bir örnek (Pala ve Saygı, 1993).

1. Ambalaj vakum aygıtına yerleştirilir, 2. Vakum uygulanır, 3. Seçilmiş gaz veya gaz karışımı ambalaja verilir, 4. Ambalaj



Şekil 2. Modifiye atmosferde ambalajlamaya elverişli bir yatay tip şekillendirme, doldurma ve kapatma makinesi (Anon, 1995)

b) Aktif modifikasyon uygulamasında kullanılan ikinci yöntem, ambalaj içine yerleştirilen bir absorban veya bir gaz üreticisinden ya da atmosfer modifiye edici kitlerden yararlanmaktır. Bu yöntemde, ya kimyasal veya enzimatik bir reaksiyon yardımıyla konsantrasyonu yükseltmek istenen gaz üretilir yahut konsantrasyonu düşürmek istenen gaz absorbe edilir. Oksijen konsantrasyonunun azaltılması uygulamalarında genellikle demir tozu bazlı absorbanlar kullanılır.

Son yıllarda atmosfer modifiye edici kitlerin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Nitekim çeşitli O₂ tutucuları, CO₂ absorbanları veya üreticileri, etilen absorbanları, nem düzenleyiciler ve etanol üreticileri piyasada bulunmaktadır. Bu tip atmosfer modifiye edicilerden birisi Japonya'da Mitsubishi Gaz Chemical Co. Inc. Tarafından üretilen O₂ absorbanlarından "**Ageless**"dir. Söz konusu bu kitin aktif maddesi, gaz geçirgen bir poşete yerleştirilmiş demir (II) oksittir. Poşet, ambalaj içerisine yerleştirildikten sonra ambalajdaki oksijen konsantrasyonunu birkaç saat içerisinde %0.01'e (100 ppm) düşürmektedir. Böylelikle aerobik koşullardan kaynaklanan sorunlar giderilebilmektedir. Özellikle öğütülmüş kahve, çikolata ve patates cipsi gibi snack türü gıdalarda oksidatif lezzet değişimleri önlenmektedir. Dolayısıyla BHA (*Bütillenmiş hidroksianizol*), BHT (*Bütillenmiş hidroksitoluen*) gibi antioksidanların kullanımına gerek kalmamaktadır. Ageless yardımıyla ayrıca ekmekek, pizza, salam gibi ürünlerde küf gelişimi engellenebilmektedir.

Bir diğer Japon ürünü ise , Freund Industrial Co. Ltd.Tokyo tarafından üretilen (Ethicap)tır. Ethicap , silikon dioksit tozu içerisine mikro kapsüllenmiş en az %55 etil alkol içermekte ve kapsüller, ısı ile yapıştırılmış "kağıt / etilen vinil asetat (EVA)" küçük poşetlerde ambalajlanmış olarak bulunmaktadır. Bunlar ayrıca iz miktarda gıda dereceli lezzet maddeleri de (vanilya, citrus) içerirler. Özellikle düşük nemli gıdaların ambalajlarına Ethicap yerleştirildiğinde; etil alkol buharı yavaş yavaş tepe boşluğuna geçer.Böylece bazı mikroorganizmaların, özellikle küf ve mayaların gelişmesi engellenir.Etil alkol buharı, ekmek ve kek gibi unlu mamullerin bayatlamalarını veya sertleşmelerini de geciktirmekte ve bu tip ürünlerin raf ömürleri 1 hafta ile 6 ay arasında uzatılabilmektedir.

Ethicap'a benzer bir ürün de, Japon lisansı ile New York'ta üretilen "**Fretek**"tir. Fretek, glacial asetik asit içerisinde %95 salt alkol ile doyurulmuş bir kağıt pulpudur.Bu kağıt pulpu, aroma emdirilmiş bir film ve polyolefin film arasına sıkıştırılmış ve küçük poşetlerde ambalajlanmış olarak bulunur.Hububatlar, çeşitli kuru ürünler, taze etler, kanatlı etleri, deniz ürünleri ve fırın ürünlerinin korunmalarında başarıyla kullanılmaktadır.

c) Aktif modifikasyon uygulamalarında kullanılan üçüncü yöntem ise, vakum ambalajlamadır.Bu işlemde ambalaj içerisindeki hava vakumla boşaltılır ve kapatılır.Ambalaj ortamında oluşturulan vakum, üründe bozulmaya neden olan kimyasal, biyokimyasal, enzimatik reaksiyonlar ve mikrobiyolojik gelişmeler için gerekli olan oksijenin etkisini azaltmaktadır.

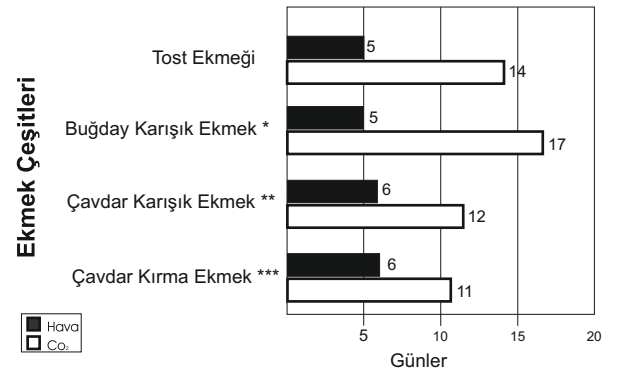
Fakat vakum ambalajlamada ambalaj içerisinde çok az da olsa bir miktar oksijen kalır.Ancak bu düşük orandaki oksijen, kısa sürede aerobik ve mikroaerofilik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir. Dolayısıyla solunum yapan gıdaların vakum ambalajı bir süre sonra modifiye edilmiş atmosfer ambalajı halini alır.

Ekmeklerde MAP uygulamaları

Çeşitli ekmeklerde ve kek, pasta, kremalı ve meyveli hamur işleri gibi birçok fırın ürünlerinde bozulmaya neden olan en önemli mikroorganizma grubu küflerdir.Bilindiği gibi küfler, ozmofilik mayalar dışında, düşük su aktivitelere en dayanıklı

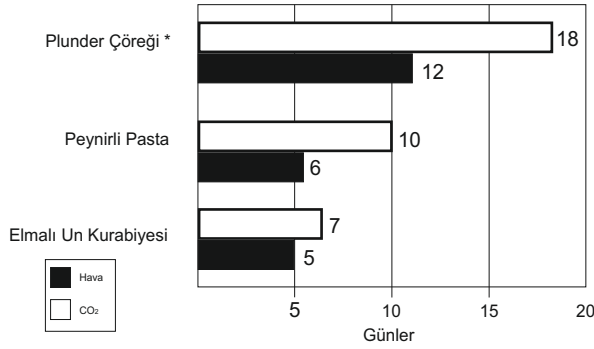
mikroorganizmalardır.Bazı küfler 0.65 su aktivitesine kadar gelişebilmektedirler.Bu nedenle küfler, unlu mamullerde mikrobiyolojik açıdan raf ömrünü belirleyici en önemli etkenlerden biridir.

Unlu mamullerde mikrobiyolojik etkinliği azaltabilmeye ilişkin önlemlerin belli başlıları:Nem oranını, pH değerini ve su aktivitesini düşürmek; şeker miktarını artırmak; yüzeyi kaplamak ve konserve edici madde kullanmaktır.Ancak bu tip ürünlerde, özellikle çiğ ya da pişmiş halde piyasaya sunulan paylar, meyveli kekler, pastalar, pizza ve benzeri ürünlerdeki aerobik bozulmalar, CO₂ kullanımı ve depolama sıcaklığının düşürülmesiyle önemli düzeyde azaltılabilmektedir. Şekil 3'de hava atmosferi yerine CO₂ atmosferinde ambalajlanmış ve oda sıcaklığında depolanmış ekmeklerde küf gelişiminin belirgin derecede geciktirebildiği görülmektedir.Bazı pasta ve çöreklerle yapılan depolama denemelerinde de benzer sonuçlar alınmıştır (Şekil 4).Diğer yandan CO₂ gazı uygulanmış ekmeklerin, sorbik asit veya kalsiyum propiyonat katkılı ekmeklerle hemen hemen benzer süre dayanıklılık gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).Söz konusu çizelge'den de izlenebileceği gibi, CO₂ atmosferinde ambalajlanmış tost ekmeklerinde, 28 gün depolama süresi sonunda bile küflenme görülmemiştir.Ayrıca CO₂ ile gazlanmış ekmeklerde aroma değişmemiş ve oksijenli ortamda ambalajlanmış olanlara göre nem kaybı daha az olmuştur.Ancak kusursuz bir ambalajlama için, paketteki artık oksijen oranının %1'in altına düşürülmesi ve gaz geçirmeyen, yani hava oksijeninin içeri girmesini ve ambalajdan koruyucu gaz çıkışını önleyebilecek nitelikte bir ambalaj kombinasyonu kullanılması gerekir.Bu amaçla, PVDC kaplanmış veya lamine edilmiş Poliester / LDPE, ya da iki tarafı PVDC kaplanmış veya lamine edilmiş Vinil filmi / LDPE kombinasyonları önerilebilir.



Şekil 3. Hava ve CO₂ atmosferinde ambalajlanmış bazı dilimlenebilir ekmek çeşitlerinde küf gelişimine dayanıklılık (Ludewig,1982)

(*) : %40 çavdar + %60 buğday
 (**) : %60 çavdar + %40 buğday
 (***) : %100 çavdar



Şekil 4. Hava ve CO₂ atmosferinde ambalajlanmış bazı fırın ürün-lerinde küf gelişimine dayanıklılık (Ludewig, 1982)

*: Yüksek oranda yağ içeren mayalı bir çörek

Diğer yandan, ambalaj içerisindeki CO₂ oranının yükseltilmesi bazı sorunlara yol açmaktadır. Bunlardan en sık rastlanılanı, paket göçmesi ya da büzüşmesidir. Bu durum, et mamullerinin MAP koşullarında ambalajlanması bölümünde de açıklandığı gibi; CO₂ gazının yağ ve sudaki çözünürlüğünün fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ambalajın tepe boşluğunda bulunan CO₂ ürün içine diffüzyonla sızarak orada çözünmekte ve ambalajın içinde basınç düşerek paketin göçmesine neden olmaktadır. Bu olayın önlenmesi için, ambalaja ürün tarafından absorblanamayan dolgu gazı olarak N₂'un da enjekte edilmesi gerekmektedir. Nitekim CO₂:N₂ (1:1) atmosferi, ticari uygulamalarda başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak bu uygulamada da, 25°C'de depolanan ambalajların bazılarında, 2 hafta içerisinde küflenme ve şişme görülmüştür. Bu durumun, vakum-gaz ambalajlama aygıtının boşluktaki havayı tamamen çekemeyip, ortamda %3 kadar O₂'in kalmasından kaynaklandığı, ya da ambalajın ısı kapatma bölgelerinde ve köşelerinde küçük deliklerin olmasından ileri geldiği belirlenmiştir. Öte yandan, 2 hafta depolama sonrasında gözle görülebilir değişiklikler saptanamayan ambalajlarda yapılan incelemelerde, tepe boşluğundaki CO₂ oranının azaldığı ve %35 düzeylerine indiği görülmüştür. Bunun nedeni, CO₂'in ürünün sıvı fazı tarafından absorblanması ve plastik filmin gaz geçirgenliğidir. İşte bu tür kayıpları dikkate alarak, CO₂: N₂ oranının 3:2 olarak uygulanması önerilmektedir. Buna rağmen MAP uygulaması ile unlu mamullerin raf ömrünü 2 haftanın üzerine çıkarma çalışmalarında; dayanıklılığı doğrudan etkileyen su aktivitesi, pH, mikrobiyolojik yük,

üründeki potasyum sorbat konsantrasyonu ve depolama sıcaklığı gibi değişik faktörlere ilişkin ayrıntılı çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

Ekmeklerde CO₂ yerine N₂ kullanılması da mümkündür. Ancak N₂'un kullanılması durumunda, ambalajdaki oksijen oranının %0.1'in altına düşürülmesi gerekmektedir ki bu çok zordur. Kaldı ki CO₂'in bakteriyostatik ve fungustatik etkisi daha iyidir. Yapılan bir araştırmada; ambalajda %1 artı O₂ kalacak şekilde CO₂ atmosferinde ambalajlanmış ve küf aşılansız tost ekmeklerinde, 100 gün süreyle küflenme görülmemesine karşın, N₂ kullanıldığında ve yine %1 artı O₂ varlığında, 5 gün sonra küflenme olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Fırın ürünlerinde MAP uygulamaları

Kek, pasta, çörek ve benzeri fırın ürünleri çoğunlukla krema, süttozu, yağ, yumurta, peynir, çikolata, reçel, marmelat, çeşitli meyveler gibi gıdaları da içerdikleri için çok farklı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklere sahiptirler. Bu nedenle MAP tekniği uygulamasında bir üründe sağlanan başarıyı ötekiler için de aynen geçerli kabul edebilmek olanaksızdır. Yapılan ayrıntılı araştırmalarda; bu tür ürünler, içerdikleri temel ve yardımcı maddeler ile kullanılan kimyasal koruyucular dikkate alınarak gruplandırılmıştır:

Hamur ya da sulu hamurlu ürünler.

- ✍ Örnek: Pankek, kağıt helva, crumpet (ekmek kadayıfına benzer kızarmış hamur tatlısı)
- ✍ yağda kızarmış şekerli çörekler vd.
- ✍ Kek ve pastalar,
- ✍ Katlı kekler. Örnek: Çilekli katlı kekler, vişneli
- ✍ kremalı peynirli kekler,
- ✍ Paylar, tartlar, Örnek: Tereyağlı tart, elmalı pay.

Belirtilen bu ürünler, toplam kalınlığı 90 olan PA/LDPE kombinasyonundan oluşan plastik torbalara, ambalajın havası boşaltıldıktan sonra, CO₂:N₂ atmosferinde (3:2) ambalajlanıp, 25°C'de depolanmıştır. Depolama sürecinde numunelerde; pH, nem oranı, su aktivitesi, tepe boşluğundaki O₂, N₂ ve CO₂ oranları, mikrobiyal metabolitler, bakteri, küf ve maya miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yukarıda belirtilen ürün gruplarının her

biri için farklı olmakla birlikte, genelde MAP uygulamasının, oda sıcaklığında depolama koşullarında bile ürünün raf ömrünün uzamasını sağladığı, kalitelerinin korunmasına önemli ölçüde katkı yaptığı görülmüştür. Ancak, özellikle çığ olarak piyasaya sunulan çeşitler ile çilekli, kremalı ve mayalı fırın ürünlerinde beklenen başarı sağlanamamış, bir takım mikrobiyolojik, duyu ve fiziksel sorunlarla karşılaşmıştır. Bu sorunlardan en önemlisi, küflenme ve maya etkinliğidir. Özellikle CO₂-N₂ gazı uygulamasından önce paket içi havasının tamamen boşaltılmadığı durumlarda küf sorun oluşturmaktadır. Bu olgu, hem yeterli özellikte gazlama aygıtı kullanılmamasından, hem de bazı ürünlerin çok gözenekli yapısından ileri gelmektedir. Kuşkusuz kullanılan ambalaj malzemesinin O₂ geçirmeyecek nitelikte seçilmemiş olması da mümkündür. Böylece, çok düşük miktarlarda da olsa, O₂ geçişi olmakta ve O₂ miktarı zamanla küf gelişimi için yeterli düzeye ulaşabilmektedir.

Yapılarında az sayıda gözenek bulunan MAP uygulanmış fırın ürünlerinde küflenme sorunu daha az görülmesine karşın, yukarıda da değinildiği gibi, çok gözenekli ürünlerde, ambalajın tepe boşluğunda kalan çok düşük düzeylerdeki O₂ miktarı bile küflenmeye yol açmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalar, CO₂/N₂ (3:2) atmosferinde, küf gelişimi için gerekli minimum O₂ gereksiniminin %0.4 olduğunu göstermiştir. Bu nedenle küflenmenin tamamen önlenmesi için ek önlemlere gerek duyulmaktadır. Bu bağlamda ambalajın içerisine gaz absorblayıcılarının yerleştirilmesi olumlu sonuçlar vermiştir. Bu amaçla ticari adı "Ageless" olan O₂ absorbantlarından yararlanmak mümkündür. Belirtilen O₂ tutucunun kullanılması durumunda, tepe boşluğundaki O₂ oranı 9 saat içerisinde %0.05'in altına düşmekte ve en az 30 gün süreyle bu düzey korunabilmektedir.

Unlu mamüllerde küf sorununu çözmek için MAP uygulaması ile birlikte *Delvocid* (natamisin- pimarisin-içerir), *Potasyum sorbat* ve *Para-hidroksibenzoik asit* (PHBA) gibi koruyucu maddelerin kullanımı yoluna da gidilmektedir. Bunlardan *Delvocid* için önerilen miktar 5-20 ppm, K-sorbat için 650-1300 ppm ve PHBA için ise 1000-2000 ppm'dir. Belirtilen koruyuculardan 5-20 ppm *Delvocid* kullanmak ve CO₂/N₂

(3:2) gazlarıyla MAP uygulaması yapmak, fırın ürünlerinde küf gelişimine karşı en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilebilir. Ya da korunacak ürünün pH değeri 5 veya daha düşük ise, raf ömrünü yaklaşık 1 aya kadar uzatabilmek için, MAP uygulamasıyla birlikte 650-1300 ppm potasyum sorbat kullanmak yeterlidir. Bu çerçevede yapılan bir araştırmada, patato dextrose agara çeşitli koruyucular katılmış ve sonra *Aspergillus niger* aşılantısıdır. Daha sonra örnekler hava veya CO₂/N₂ (3:2) atmosferinde ambalajlanıp, 25°C de 28 gün süreyle bekletilmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de biraraya getirilmiştir. Bu çizelgeden de görülebileceği gibi; kullanılan koruyucular arasında en etkili sonuç *Delvocid* ve MAP birlikte kullanıldığında elde edilmektedir. Fırın ürünlerinde sorun oluşturan etmenlerden biri de mayalardır. Bilindiği gibi mayalar, düşük pH ve yüksek şeker konsantrasyonlarına dayanabildikleri için, meyveli pasta ve fırın ürünleri gibi yüksek oranda şeker içeren asitli gıdalarda bozulmalara ve özellikle de şişme ve kötü kokulara neden olmaktadır. Genelde mayalar serbest oksijenin hem bol, hem de kısıtlı bulunduğu ortamlarda gelişebildikleri, yani "fakültatif aerob" veya "fakültatif anaerob" oldukları için, maya gelişimin kontrol altına almada genellikle kimyasal koruyuculardan yararlanılmakta, ya da ambalajın tepe boşluğuna etanol (etil alkol) gibi dezenfektan buharı verilmektedir.

Bu amaçla özellikle meyveli paylarda %0.1 konsantrasyonda benzoik asit ve Na-benzoat kullanımı önerilmektedir. Fakat mayaların benzoatlara karşı zamanla direnç kazanabilecekleri ve küflere de yeterince etkili olmadıkları unutulmamalıdır. Maya etkinliğine karşı kullanılan diğer koruyucular ise, *metil* ve *propil p-hidroksibenzoik asit* (paraben) ve Na tuzlarıdır. Geniş bir pH aralığında (pH 3-9) etkinlik gösterebilen ve bazı bakteriler ile maya ve küflere etkili olabilen, yüksek ısı işlemlerde stabil kalabilen metil ve propil parabenler (3:1), özellikle meyveli unlu mamüllerde %0.03-0.06 düzeyinde kullanılmaktadır. Ancak parabenler diğer antimikrobiyal ajanlara göre daha pahalıdır. Bunların dışında, %0.03-0.30 oranında sorbatlar ve 5-20 ppm konsantrasyonda *Delvocid* gibi koruyuculardan da yararlanılmaktadır.

Ekmek ve fırın ürünlerinin raf ömürlerinin uzatılması ve bu arada maya etkinliğinin önlenmesi amacıyla, MAP uygulamasında, ya ambalaj materyaline absorbe etmek veya enkapsülasyon tekniği ile buharından yararlanmak yoluyla etanol de kullanılabilir. Alkolün etkisi, gıdadaki mikroorganizmaların hücre zarı veya enzimlerine doğrudan olumsuz etkisiyle gerçekleşmektedir. Bunun yanında, ortamın su aktivitesini düşürerek de inhibisyon sağlayabileceği ifade edilmektedir. Ambalaj materyalinin etanol-su karışımlarına daldırılması veya materyale püskürtme yoluyla uygulanması yaygındır. Yine özellikle küflenmenin de önlenmesi için, pizza ve diğer hamur ürünlerinin yüzeylerine alkol püskürtülmesi, ambalajda etanol buharından çevresel koruyucu olarak yararlanılması kullanılan tekniklerdendir. Uygulanan bir diğer teknik de, "*Ethicap*" adıyla bilinen etanol üreticilerinden yararlanmaktadır. *Ethicap*, silikon-dioksit tozu içerisine mikro kapsüllenmiş en az % 55 etil alkol içermekte ve kapsüller, ısıtılmış "kağıt/etilenvinil asetat (EVA)" poşetlerde ambalajlanmış halde bulunurlar. Özellikle düşük oranda nemli gıdaların ambalajlarına *Ethicap* yerleştirildiğinde, etil alkol buharı yavaş yavaş tepe boşluğuna geçer. Böylece bazı mikroorganizmaların, özellikle küf ve mayaların gelişmesi engellenir. *Ethicap*a benzer bir ürün de "*Freteck*"tir. (Bkz.: 17.12).

Fırın ürünlerinde *Ethicap* kullanımına ilişkin yapılan çalışmalarda çok olumlu sonuçlar alınmıştır. Örneğin: Vanilyalı katlı kekler ($a_w = 0.90$) normal atmosferde ambalajlandıklarında 7 gün sonunda küflenmelerine karşın, 120 g'lık kek ambalajlarına 3 g'lık *Ethicap* yerleştirildiğinde, küf gelişmemiş; fakat 21 gün sonra maya etkinliği sonucu paketlerde şişme gözlenmiştir. Ancak 5 g'lık *Ethicap*larla yapılan ambalajlarda, 60 günlük depolama sürecinde herhangi bir mikrobiyolojik gelişme olmamıştır. *Ethicap* uygulaması (5 g) MAP ile birlikte yapıldığında, yalnız *Ethicap* kullanımına göre, çok daha iyi sonuçlar alınmıştır; kekler

tazelikliğini çok iyi korumuş, ürüne ilişkin fiziksel ve duyuşal özelliklerde herhangi bir kusur görülmemiştir. Aynı şekilde kremalı peynirli kekler, üst kaplaması ve dolgusu vişne ya da kiraz esaslı olan çeşitli kekler üzerinde yapılan çalışmalarda da yeterli sonuçlar elde edilmiştir. Kullanılacak *Ethicap* miktarı, ambalajlanacak ürünün ağırlığına ve su aktivitesine göre değişmekle beraber, MAP uygulaması ile birlikte, su aktiviteleri 0.94 civarında olan 140 g'lık birimler için, 7-8 g'lık *Ethicap* yeterli olmaktadır.

Kaynaklar :

Brümmer, J.M. und Stephan, H. 1980: Massnahmen zur Schimmelbekaempfung von Brot. Getreide, Mehl und Brot, 34.

Drulhe, A.E. 1996: "Packaging under Controlled Atmosphere". P:85-103. In Food Packaging and Storage. Chemical Engineering Progress. June, 25-32.

Floros, J.D. 1990: controlled and Modified Atmospheres in Food Packaging and Storage. Chemical Engineering Progress. June, 25-32.

Ludewing, H.G. 1981: Neue Untersuchungsergebnisse beim Atmosphaerenaustausch mit CO₂ durch die. BFA. Detmold, Nachdruck aus der Zeitschrift Back Journal, Heft 5.

Ooraikul, B. And Stiles, M.E. 1991: Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood Ltd. New York, London, 293 p.

Pala, M. ve Saygı, B. 1993: Türkiye'de Soğuk Zincir Uygulamaları ve Geliştirilmesi. İstanbul Tic.Odası Yay.6, s:36-47.

Üçüncü, M. 2000: Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, 690 s.

Yemenicioğlu, A. Ve Cemeroğlu, b. 1996: Gıdaların Modifiye Atmosferde Paketlenme Tekniği. Gıda Teknolojisi Derg., s:33-39.

DERGİNİZ

ACADEMIC FOOD
AKADEMİK **GIDA** YA

ABONE

OLDUNUZ MU ?

ÇİZELGELER

Çizelge 1. Karbondioksit atmosferinde ambalajlanmış ya da sorbik asit veya kalsiyum propiyonat katkı ekmeğinde 28 günlük depolama sürecinde küflenme başlangıcı

Depolama Süresi 28 gün	Normal atm. Ambalajlanmış (şahit)	CO ₂ atm. Ambalajlanmış	Sorbik asit katkılı (%0,2)	Kalsiyum propiyonat katkı %0,4)
Tost Ekmeği	5.gün	-	7.gün	9.gün
Çavdar karışık ekmek* (ekşi maya)	6	14.gün	14	15
Çavdar karışık ekmek	5	12	12	14
Çavdar kırma ekmek**	5	12	12	14

* : %60 çavdar + % 40 buğday

** : % 100 çavdar

Çizelge 2. Küf (Frequentans) aşılansız ve çeşitli gaz atmosferlerinde ambalajlanmış tost ekmeğinin %95 bağıl nem ve 20 °C'de mikrobiyal stabilitesi(Cenry ,1979)

Gaz Atmosferi	Küflenme Küflenmenin görüldüğü günler
Hava	3
% 99 CO ₂ + % 1 O ₂	>100
% 99,8 CO ₂ + % 0,2 O ₂	>100
% 100 CO ₂	>100
% 99 N ₂ + % 1 O ₂	5
% 99 N ₂ + % 0,1 O ₂	>100

Çizelge 3. PH , Delvodic , K-Sorbat ve PHBA gibi Koruyucular ve CO₂/N₂/ (3:2) atmosferinin patato dextrose agarda küf gelişimine etkisi (Ooraikul ve Stiles , 1991)

Koruyucular	Konsan trasyon (ppm)	Küf gelişiminin ¹ görüldüğü günler					
		Havada pH			CO ₂ / N ₂ 'de pH		
		5	7	9			
Kontrol		1	1	3	7	7	7
Delvodic	5	7	7	10	ng ²	ng	ng
	20	14	14	- ³	ng ²	ng	ng
Potasyum	650	3	2	4	ng ²	13	14
Sorbat	1300	7	2	9	ng ²	16	16
PHBA	1000	2	2	2	5	5	6
	2000	2	2	2	5	5	6

1 Tüm değerler iki tekerrürün ortalamasıdır

2 "No Growth" 28 günden sonra gelişme yoktur

3 Kontaminasyon vardır