

## **Gıda Endüstrisinde Kullanılan Paslanmaz Çelik Yüzeylerde Plazma Polimerizasyon Yöntemi ile Mikrobiyal Tutunmanın Engellenmesi**

Yasin Şen<sup>1\*</sup>, Gizay Odabaşı<sup>1</sup>, Mehmet Mutlu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Beytepe, Ankara  
\*yasintaz3@hotmail.com

### **Özet**

Mikroorganizmaların gıda makina ve ekipmanları üzerine tutunup burada biyofilm oluşturması gıda endüstrisi açısından çeşitli sorunlar oluşturmaktadır. Gıda işleme makinelerinde örneğin karıştırma ekipmanlarında oluşan biyofilmler sürtünme kayıplarını artırdıkları için işletme maliyetlerini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra ısı değiştiricilerde oluşan biyolojik birikim ısı aktarım verimini düşürerek işletme maliyetini etkilemektedir. Ayrıca yüzeyde yerleşmiş olan mikroorganizmalar korozyona da sebep olmaktadır. Biyofilm yapısında bulunma ihtimali olan patojen mikroorganizmalar sağlık açısından, diğer mikroorganizmalar ise gıdanın bozulması açısından risk oluşturmaktadır. Yüzeyleri bakteri tutunmasına karşı stabilize etmek için iki yöntem izlenmektedir. Bunlardan bir tanesi yüzey enerjisinin azaltılması diğeri de yüzey hidrofilitésinin artırılması ve buna bağlı olarak yüzeyde sterik engelleme oluşturacak yapıların oluşturulmasıdır. Bu amaçla belirlenen monomerlerden Hidroksietilmetakrilat (HEMA) yüzey enerjisini azaltma ve yüzey hidrofilitésini artırmak amacıyla, Polietileneglikolmetakrilat (PEGMA) yüzeyde sterik engelleme oluşturmak için seçilmiştir. Düşük sıcaklık düşük basınç plazma polimerizasyonu tekniği ile paslanmaz çelik yüzeylerin belirlenen monomerler ile modifiye edilmesi, bu şekilde gıda proseslerinde kullanılan malzeme yüzeylerinin hidrofilikliğinin artırılması ve mikroorganizmaların tutunma eğilimlerinin azaltılması planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyofilm, Paslanmaz çelik, Bakteri tutunması, Plazma polimerizasyonu

### **Giriş**

Gıda endüstrisi açısından mikroorganizmaların gıda işleme prosesi sürecinde makina ve ekipmanlar üzerine tutunup burada biyofilm oluşturması endüstriyel alanda işletme maliyetinin artması ve sağlık alanında gibi önemli sorunlar oluşturmaktadır(2). Mikroorganizmanın sonradan gıda makina ve ekipmanları üzerine tutunup burada biyofilm oluşturmasının gıda endüstrisi açısından çeşitli sorunlar oluşturmaktadır. Gıda işleme makinelerinde örneğin karıştırma ekipmanlarında oluşan biyofilmler sürtünme kayıplarını artırdıkları için işletme maliyetlerini arttırmaktadır(2).

Ayrıca ısı değiştiricilerde oluşan biyolojik birikim ısı aktarım verimini etkileyerek işlem maliyetini artırmaktadır. Biyofilm oluşumu hijyen ve sanitasyon problemleri doğurmakta ve sonucunda üründe bozulma ve patojen mikroorganizma gelişmesiyle sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca yüzeyde yerleşmiş olan mikroorganizmalar, yüzey korozyonuna da sebep olmaktadır(2,3). Bununla beraber gıda ile temas eden yüzeylerde meydana gelen biyofilm sağlık açısından da çeşitli problemlere neden olmaktadır. Biyofilm yapısında bulunma ihtimali olan patojen mikroorganizmalar sağlık açısından, diğer mikroorganizmalar ise gıdanın bozulması açısından risk oluşturmaktadır(4).

Biyofilm oluşumu genelde zaman gerektiren bir süreçtir. Ancak ortama ve bakterinin kendisine bağlı olarak, gıda işleme alanlarında biyofilm oluşumu göreceli olarak daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir (5). Aynı zamanda bakteri hücre duvarının yapısına göre de (yüzey yükü, hidrofilitesi, yüzey enerjisi ve organeller) yüzeyde biyofilm oluşumu hızlanabilmektedir (6). Daha önce yapılan çalışmaların ışığında biyofilm yapısındaki hücrelerin dezenfektanlara karşı direnci sıvı süspansiyon haldeki hücrelerin direncinden çok daha fazla olduğu bilinmektedir (2,7). Bu olay, zehirli bu maddelerin biyofilm yapısından difüzyonları nedeniyle film yapısında hiçbir zaman gerekli derişimlere ulaşamamalarından kaynaklanmaktadır (8). Bununla beraber film yapıya gömülü olarak yaşayan bakteriler serbest olarak bulunan bakterilere göre daha az oksijen ve besin almaktadır(8). Bu bazı durumlarda hücre fizyolojisinde büyük değişikliklere neden olabilir. Bu durumdaki bakterilerin çoğalma hızı oldukça yavaşlamakta, bu nedenle zehirli kimyasallara karşı olan direncin arttığı düşünölmektedir. Biyofilm yapısındaki bakteriler bu tanımlanan durumda antibiyotikler, surfektanlar ve diğer zehirli maddelere karşı olan hassasiyeti belirgin bir şekilde azalmaktadır (9). Gıda ile temas eden yüzeylerde protein birikimini veya hücre tutumunu engellemek için kullanılan yöntemlerden biri yüzeyi çeşitli teknikler kullanarak modifiye etmektir. Bunlardan bir tanesi plazma polimerizasyonu tekniğidir(1).

Uygulamalarda plazmada kaplamanın iki önemli avantajı vurgulanmaktadır. Bunlar; kaplamanın çok homojen kalınlıkta ve plazma polimerizasyon parametresine (boşalım gücü (W), süre(dk), çalışma basıncı (mbar) göre nano seviyelerinde ince olabilesidir.

Proses son derece temizdir, başka bir ifadeyle klasik proseslerde kullanılan çözücüler, başlatıcılar, stabilizörler, vb. burada gerekli olmadığından ürün çok saftır. Kaplama diğer yöntemlerde bir çok basamakta ve uzun sürede (24 saat gibi) başarılıırken burada, tek basamaklı bir işlemle sonuca çok kısa zamanda (1 saatten az) ulaşılmaktadır. Tabakalar sıkı çapraz bağlara sahip olduklarından düşük çözünürlük, yüksek korozyon direncine sahiptirler (10). Yapılan literatür

incelemesinde, yüzeyi bakteri ve protein tutunmasına karşı stabilize etmek için iki yöntem izlenmektedir. Bunlardan bir tanesi yüzey enerjisinin azaltılması diğeri de yüzey hidrofilitésinin artırılması ve buna bağılı olarak yüzeyde sterik engelleme oluşturacak yapıların oluşturulmasıdır. Bu amaçla belirlenen monomerlerden HEMA yüzey enerjisini azaltma ve yüzey hidrofilitésini artırmak amacıyla, PEGMA yüzeyde sterik engelleme oluşturmak için seçilmiştir (10).

#### **Deney Sırasında Kullanılacak Yöntemler**

1. Plazma polimerizasyon yöntemi ile farklı boşalım gücü ve sürelerinde PEGMA ve HEMA içerikli monomerlerin çelik yüzeylere kaplanması.
2. Mikroorganizma tutunma deneylerinin yapılması.
3. Paslanmaz çelik (SS316L) yüzeyine tutunan mikroorganizma sayılarının elde edilmesi sonrasında sonuçların karşılaştırılması.

Çeşitli parametrelerde işleme alınan paslanmaz çelik plakalar tanımlı ortamlarda bakteriler (Staphylococcus epidermidis veya Enterobacter sakazakii) ile işleme sokularak yüzeye tutunmuş olan bakteri miktarı belirlenecektir. Çalışma sonuçları işlem görmemiş malzemeler ile karşılaştırmalı olarak tartışılacak, bakteri tutunmasına karşı yüzeyi en çok pasivize eden monomer ve plazma polimerizasyon parametreleri belirlenecektir.

#### **Sonuç**

Deney verilerimizin beklenen sonuçları vermesi durumunda gıda sanayinde ve bununla beraber diğeri sanayilerde sıklıkla tercih edilen paslanmaz çelik materyallerin modifikasyonu plazma polimerizasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiş olmaktadır. Ayrıca yapılan bu çalışmadan elde edilebilecek sonuçlar bu konuda yapılabilecek bilimsel araştırmalara yön verebilecek ve daha ileri düzeyde yapılması düşünülen modifikasyon işlemlerine ışık tutacaktır. Özellikle sürtünme kayıplarında meydana gelen azalma ve ısı aktarımı veriminin düşmesi mühendislik açısından önemli sorunlardır . Bununla beraber malzemelerde meydana gelebilecek olası korozyon etmenleri de kısmen ortadan kaldırılmış olacaktır. Dolayısıyla kullanılan malzemelerin dayanım süreleri artmış olacaktır. Biyofilm oluşumunun engellenmesi ile birlikte gıda proseslerinde meydana gelebilecek bozulma etmenleri de azaltılmış olacaktır. İşletme maliyetlerinin azaltılması, proseslerin devamlılığının sağlanması bununla birlikte hijyen ve sanitasyon problemlerinin sistemler içerisinde çözümlerinin kolaylaştırılması planlanmaktadır.

#### **Kaynaklar**

- 1.Sarıoğlu K. 2004. Plazma polimerizasyonu yöntemiyle yüzey enerjilerinin azaltılması ve karakterizasyonu Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi 115 s, Ankara.

Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum

2. Costerton JW, Ellis B, Lam K, Johnson F, Khoury AE. 1994. Mechanism of electrical enhancement of efficacy of antibiotics in killing biofilm bacteria, *Antimicrob Agents Chmother.* 3881, 2803-2809.
3. LeChavier MW, Cawthon CD, Lee RG. 1988. Factors promoting survival of bacteria in chlorinated water supplies, *App. Environ. Microbiology.* 54,649,654
4. Millsap KW, Mei CH, Bos M, Busscher JH. 1998. Adhesive interaction between medically important yeasts and bacteria, *FEMS Microbiology Reviews.* 21, 312-336.
5. Mafu A, Roy D, Goulet J, Magny P. 1990. attachment of *Listeria monocytogenes* to stainless steel, glass, polypropylene and rubber surfaces after short contact times, *J. Food Protection,* 53, 742-746.
6. Dewez LJ, Lhoest BJ, Detrait E, Berger V, Gillian DCC, Vincent ML, Schneider JY, Bertrand P, Rouxhet PG. 1998. Adhesion of mammalian cell to polymer surfaces from physical chemistry of surfaces to selective adhesion on defined patterns, *Biomaterials,* 19, 1441-1445.
7. Krysinski EP, Brown LJ, Marchisello TJ. 1992. Effect of cleaners and sanitizers on *Listeria monocytogenes* attached to product contact surfaces, *J. Food Protection,* 55, 246-251.
8. Anwar H, Strap JL, Costerton JW. 1992. Eradication of biofilm cell of *Staphylococcus aureus* with tobramycin, cephalexin, *Can, Journal of Microbiology* 38,618-625.
9. Bower CK, McGuire J, Daeschel MA. 1996. The adhesion and detachment of bacteria and spores on food contact surfaces, *Trends in Food Science and Technology* 1996,7,152-157.
10. Selma M, Dilek Ç, Mutlu M. 2007. Modification of food contacting surfaces by plasma polymerization technique *Journal of Food Engineering,* Volume 78, Issue 2 Januray 2007, 494-499.