

GIDALARDA MIKROORGANİZMA GELİŞİMİ VE İNAKTİVASYONUNUN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ

*F. Nafi ÇOKSOYLER***, *Nalan ÖZHAN ÖZER**, *Müzeyyen SAHINOZ***, *Sehriban UGUZ***

Gıdalarda mikroorganizmalar ya çoğalırlar ya da ölürler. Pratik olarak, bazı durumlarda, "sınırlı bir zaman sürecinde mikroorganizma sayısının değişmeden kaldığını" ifade etsek de, teorik olarak hiçbir canlının ne yapısının ne de canlı popülasyonunun sayısının en kısa bir süreç için bile sabit kaldığını söylemek mümkün değildir. Teorik olarak gıdada mikroorganizmalar ya çoğalırlar ya da ölürler. Başka bir deyişle gıdada mikroorganizmalar çoğalamazlarsa ölürler.

Belli şartlar altında tek bir mikroorganizma hücresinin nasıl davranacağını tahmin etmek veya hesaplamak zannedilenin aksine bugünkü bilgi düzeyi ile mümkün değildir. Ancak bizler büyük bir mikroorganizma popülasyonunun genel olarak, nasıl davranacağını belli matematiksel modellerle açıklamaya çalışırız.

Matematiksel modellerden birinci ve ikinci tip modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Birinci tip modeller; belli ortam şartları setinde, zamana karşı mikroorganizmaların azalmasını veya çoğalmasını belli matematiksel modellerle ifade eder. Örneğin en yaygın kullanılan birinci derece reaksiyon kinetiği birincil modeldir. Bu denklemin spesifik hız katsayısı pozitif bir değerse (buna spesifik gelişme hızı, μ diyoruz) bu denklik bir gelişme modeli, negatifse (buna spesifik ölüm hızı k_d diyoruz) bir inaktivasyon modeli olduğu anlaşılır. Spesifik hız katsayısının sıcaklığa bağımlılığını betimleyen Arrhenius denkliği ise ikinci tip bir modeldir. İki parametrelili olan bu modelin önemli parametresi E , aktivasyon enerjisi olup değişimin sıcaklığa bağımlılığını gösterir. Aktivasyon enerjisi ne kadar yüksekse çoğalma veya ölüm sıcaklık değişimine karşı o kadar hassastır. Bu değerler bize eğer referans bir değeri (belli bir sıcaklıkta ölüm veya gelişme hızı) biliyorsak, istediğimiz sıcaklıkta bu hızları hesaplamamıza imkan verir. Ayrıca maksimum gelişme sıcaklığının mikroorganizmaların artık çoğalamadığı bir değer değil de çoğalma ve ölüm hızlarının eşit olduğu bir değer gibi enteresan bir kavram verir. Daha da öteye, minimum gelişme sıcaklığının altında sadece ölüm olduğunu ve örneğin *Brucella* gibi bir patojen bakterinin serin depoda otlu peynirde 3 ayda inaktive olurken, buzhane peynirlerinde 6 ay sonra bile patojenin canlı kalma olasılığının varlığını ancak çok iyi bir gıda mikrobiyologu bilirken, modelden sadece yukarıda verilen iki modelin kombine kullanımı ile ortaya koymak mümkündür. Su aktivitesinin de gelişme ve ölüm hızlarını etkisini modelleyen denklemler mevcuttur bunları da incelediğimizde benzer bir etki mekanizmasının varlığını görürüz. Günümüzde daha çok faktörün etkisini ifade eden modeller ve bunların birincil modele eklenmesi ile oluşturulan kombine modeller kullanılmaktadır.

Günümüzde log-doğrusal modellerin gerçeği o kadar iyi temsil etmediği görülmüş ve mikroorganizma davranışını daha iyi açıklayan doğrusal olmayan modeller geliştirilmiştir. Aslında birincil tip olan bu modeller de ikincil modellerle birleştirilerek kombine olarak kullanılabilmektedir.

Makalede, tarafımızdan yapılan ve literatürden alınan çeşitli verilerden yararlanarak oluşturulan örneklerle çeşitli modeller gösterilmiş, yorumlanmış ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

* İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Elazığ

**Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü/Van

* İl Gıda,Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü,Elazığ

**Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü/Van