

ISSN : 1302-7050



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Cilt / Volume: 10 Sayı / Number: 3 Yıl / Year: 2013

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Selçuk ALBUT
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
salbut@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Prof.Dr. Bülent EKER	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Aslı KORKUT	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Müjgan KIVAN	Bitki Koruma / Plant Protection
Prof.Dr. Şefik KURULTAY	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Prof.Dr. Aydın ADİLOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering

İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir/ Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr
Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr
Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu /Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Jim HANCOCK Michigan State Univ. USA
Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay
Prof.Dr. Timur DÖKEN Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın
Prof.Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir
Prof.Dr. Fevzi KELEŞ Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV University of Food Technologies Bulgaria

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Çanakkale
Prof.Dr. Khalid Mahmood KHAWAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Mehmet KURAN Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Samsun
Doç.Dr. Tuğrul GİRAY University of Puerto Rico. USA
Doç.Dr. Kemal KARABAĞ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Doç.Dr. Mehmet Ali KAYIŞ Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Dr. Nurettin TAHSİN Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria
Prof.Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Hasan VURAL Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Gamze SANER Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Dr. Alberto POMBO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

Tarım Makineleri / Agricultural Machinery

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Simon BLACKMORE The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark
Prof.Dr. Hamdi BİLGİN Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof.Dr. Ali İhsan ACAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO Israel

Toprak / Soil Science

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya
Prof.Dr. Selim KAPUR Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Metin TURAN Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

- Prof.Dr. Andreas GEORGIDUS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Ignacy MISZTAL Breeding and Genetics University of Georgia USA
Prof.Dr. Kristaq KUME Center for Agricultural Technology Transfer Albania
Dr. Brian KINGHORN The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England Australia
Prof.Dr. Ivan STANKOV Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria
Prof.Dr. Nihat ÖZEN Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Prof.Dr. Jozsef RATKY Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

N. Tekel

- Türkiye Gap Bölgesi Koyun Yetiştiriciliğinin Bazı Yapısal ve Teknik Özellikleri**
Some of The Structural And Technical Features of Sheep Breeding in The Gap Region of Turkey 1-10

C. Yücel, M. Avcı, N. Kılıçalp , M.R. Akkaya,

- Lactobacillus Buchneri ile Silolanmış Baklagil, Buğdaygil Ve Karışımlarının Silaj Özellikleri**
The Silage Characteristics Of Legume, Grasses And Mixtures Of Siled With Lactobacillus Buchneri 11-18

E. Gökyer

- Bartın Kenti Ve Arıt Havzası Örneğinde Peyzaj Değişimi Ve Parçalılık Üzerine Bir Araştırma**
On A Research Landscape Change and Fragmentation Case Study, Bartın City and Arıt Basin 19-28

N. Koluman (Darcan), İ. Daşkiran, B. Şener

- Ekstansif Sistemde Yetiştirilen Keçilerde Sıcaklık Stresinin T4 (Tiroksin), T3 (Triiyodotironin), Kortizol Hormonları Üzerine Etkileri**
The Heat Strees Effect On T4 (Thyroxin), T3 (Triiodothyronine), Cortisol Hormones Of Goats İn Rearing Extensive Systems 29-36

C. Tölü, T. Savaş, İ. Y. Yurtman, B. H. Hakyemez, A. Gökkuş

- Buğday Hasılı Ve Doğal Mera İle Farklı Otlatma Yoğunluklarının Sağmal Keçilerin Bazı Davranış Özelliklerine Etkisi**
The Effect Of Wheat And Natural Pastures And Of Different Grazing Intensities On Some Behavioral Traits Of Lactating Goats..... 37-45

A. Sungur, H. Özcan

- DTPA ve BCR Ardışık Ekstraksiyon Yöntemleriyle Toprak Örneklerinde Ağır Metal Analizi**
Heavy Metals Analyses in the Soil Samples through DTPA and BCR Sequential Extraction Procedures..... 46-53

P. Oğuzhan, F. Yangılar

- Gıdalarda Mikroorganizma İnaktivasyonunun Modellemesi ve Uygulaması**
Modelling And Application of The Inactivation of Microorganism 54-58

S. Adiloğlu, F. Eryılmaz Açıkgöz, Aydın Adiloğlu

- The Effect of Increasing Doses of Sulfur Application of Some Nutrient Elements, Vitamin C , Protein Contents And Biological Properties of Canola Plant (Brassica Napus L.)**
Artan Miktarlarda Kükürt Uygulamasının Kanola (*Brassica Napus* L.) Bitkisinin Bazı Besin Elementi, Vitamin C, Protein Kapsamı Ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi 59-63

Ö. Sayı, L. Genç

- Çanakkale İli Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Yardımı ile Belirlenmesi**
Determination of Land Use And Land Cover Changes in Canakkale Province Using Remote Sensing 64-73

J. M. Kıyıcı, R. Koçyiğit, N. Tüzemen

- Klasik Müziğin Siyah Alaca Sığırlarda Süt Verimi, Süt Bileşenleri ve Sağım Özelliklerine Etkisi**
The Effect of Classical Music on Milk Production, Milk Components And Milking Characteristics of Holstein Friesian ... 74-81

B. Öztürk, E. Küçük, O. Saraçoğlu, K. Y. Yakup Özkan

- '0900 Ziraat' Kiraz Çeşidinin Meyve Kalitesi Ve Biyokimyasal İçeriği Üzerine Büyüme Düzenleyici Maddelerin Etkisi**
Effect of Plant Growth Regulators on Fruit Quality and Biochemical Content of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Cultivar.. 82-89

G. Ş. Aydın, B. Büyükkışık, A. Kocataş

- Farklı Azot Kaynağının (No3 Ve Nh4) Zararlı Denizel Diyatomu Thalassiosira Allenii Takano (Bacillariophyceae) Büyümesi Üzerine Etkisi**
Effects of different nitrogen (NO3 ve NH4) sources on the growth of harmful marine diatom: Thalassiosira allenii Takano (Bacillariophyceae) 90-96

S. T. Rad, Ş. Kurt, S. Polatöz

- Use of Information and Communication Technologies in Rural Mersin (Turkey); Prospects For Rural Development**
Mersin Kırsalında Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada Bilgi ve İletişim Teknolojilerinden Yararlanma 97-106

Gıdalarda Mikroorganizma İnaktivasyonunun Modellemesi ve Uygulaması

P. Oğuzhan*

F. Yangılar

*Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ardahan

Gıda endüstrisinde enfeksiyona neden olan ve toksijenik mikroorganizmalarla bulaşan gıdaların tüketilmesinin engellenmesi ve son yıllarda bilinçli tüketici sayısındaki artış, gıda koruma yöntemlerine yönelimi zorunluluk haline getirmiştir. Gıda mikrobiyolojisi, gıda işleme ve taşıma sırasında eksik ve/veya hatalı uygulamalar sonunda gıdaları bozan, insanları hastalandıran mikroorganizmalarla ilgilenmektedir. Bu nedenle patojen mikroorganizmaların tespiti halk sağlığı açısından tehlikelerin tanımlanması ve önlenmesi için bir çözüm yolu oluşturmaktadır ve böylece bu tekniklerle muhafaza edilen gıdaların raf ömrü uzatılabilecek, patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu ile gıda güvenliği sağlanarak aynı zamanda uygulanan bu işlemlerle besin değeri kayıplarının en aza indirilmesi mümkün olacaktır. Mikrobiyal inaktivasyon gıdanın güvenliğini ve tazeliğini muhafaza etmeye yönelik bir uygulama olarak gıda koruma yöntemleri içinde yer almaktadır. Bu amaçla, klasik ısı işlem uygulamaları (pastörizasyon, sterilizasyon vb.), vurgulu elektriksel alan (PEF), iyonize radyasyon, yüksek basınç, ultrasonik ses dalgaları ve plazma sterilizasyon gibi farklı metotlar uygulanmaktadır. Mikrobiyal inaktivasyon modellemesi, gıda üretiminde güvenli ve etkili bir yöntemdir. Mikrobiyolojinin oldukça yeni olan bu uygulaması özellikle gıdalarda risklerin hesaplanması, mikroorganizmaların gelişimi, inaktivasyonu ve raf ömrü üzerinde başarılı sonuçlar teşkil edecektir. Bu tekniğin ülkemiz gıda endüstrisi açısından uygulamasının yaygınlaştırılması, gereken önemi kazanması için uygulama ve kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi ve bununda bilimsel araştırma ve endüstri uygulamaları ile desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnaktivasyon modelleri, güvenli gıda, mikroorganizma

*Bu makalenin özeti Food Micro 2012 yayınlanmıştır.

Modelling And Application of The Inactivation of Microorganism

Prevention of consuming contaminated food with toxic microorganisms causing infections and consideration of food protection and new microbial inactivation methods are obligatory situations. Food microbiology is mainly related with unwanted microorganisms spoiling foods during processing and transporting stages and causing diseases. Determination of pathogen microorganisms is important for human health to define and prevent dangers and elongate shelf life. Inactivation of pathogen microorganisms can provide food security and reduce nutrient losses. Microbial inactivation which is using methods of food protection such as food safety and fresh. With this aim, various methods are used such as classical thermal processes (pasteurisation, sterilisation), pressured electrical field (PEF), ionised radiation, high pressure, ultrasonic waves and plasma sterilisation. Microbial inactivation modelling is a secure and effective method in food production. A new microbiological application can give useful results for risk assessment in food, inactivation of microorganisms and improvement of shelf life. Application and control methods should be developed and supported by scientific research and industrial applications.

Keywords: Inactivation modelling, secure food, microorganism

Giriş

Gıda mikrobiyolojisi; gıdalarda bozulma ve sağlık riski oluşturan mikroorganizmalar, fermentasyon mikrobiyolojisi, gıda kaynaklı mikroorganizmalar, gıdalarda mikroorganizmaların izolasyonu ve sayımı, gıda koruma yöntemleri ve gıda güvenliği gibi konular üzerinde dururken daha çok istenmeyen mikroorganizmaları konu alan bir bilim dalıdır (Erkmen, 2010).

Besinlerin bozulmalarının ve besin zehirlenmelerinin başlıca sebebi mikroorganizmalardır. Bu nedenle mikroorganizmaların kontrolü, gıda kalite

ve güvenilirliği bakımından önemlidir. Bunun için besin endüstrisinde kullanılan gıda koruma metotları genellikle mikroorganizmanın üremesini engellemek ya da mikrobiyal inaktivasyonu sağlamak amacıyla yapılmaktadır (Mañas and Pagán, 2005; Özlü ve Atasever, 2007). Bu amaçla klasik ısı işlem uygulamaları (pastörizasyon, sterilizasyon vb.), vurgulu elektriksel alan (PEF), iyonize radyasyon, yüksek basınç, ultrasonik ses dalgaları ve plazma sterilizasyon gibi farklı

metotlar uygulanmaktadır (Tülek ve Filizay, 2005; Sagdic ve ark., 2008; Karadag ve ark., 2008).

Modeller, uzun zaman alan kontrol testlerini yapmak yerine daha kısa sürede sonuç alınabilecek testlere imkân tanırken ekonomiklik açısından da fayda sağlamaktadır. Diğer önemli bir özelliği de gıda kalitesinin belirlenmesinde bilinen faktörlerin kullanılması ve geliştirilmesidir (Wijtezes ve ark., 1995). Modelleme teknikleri; mikroorganizma popülasyonlarının ve büyüme stratejilerinin tanımlanmasını sağlar. Modellemenin amacı, insan sağlığını tehdit eden muhtemel mikroorganizma seviyesi ve bu tehdidin ne zaman oluşabileceğinin tahminidir (Soboleva ve ark., 2000; Keyvan ve Ozdemir, 2010).

Gıdaların raf ömrü ve kalitesi mikroorganizmaların büyümesi ile belirlenir. Mikrobiyal gelişme, su aktivitesi (a_w) ve asidite gibi iç faktörler, sıcaklık ve oksijenin kullanılabilirliği gibi dış faktörlere bağlıdır. Son yıllarda mikroorganizma gelişmesini engellemek amacıyla çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir (Zwietering ve ark., 1990; IFST, 1993; Baranyi and Roberts, 1995; Burchanan ve ark., 1997; Wilbey, 1997; Van Impe ve ark., 2005). Gıdanın kalitesindeki zamanla meydana gelen değişiklikleri ve gıdanın raf ömrünü uzatmak amacıyla matematiksel modeller kullanılmaktadır. Matematiksel modeller pH değeri ve a_w değeri gibi çeşitli koşullar altında bulunan mikroorganizmalardan elde edilen bilgilerin matematiksel eşitliklere yerleştirilmesiyle oluşturulur. Mikroorganizma sayıları gıdanın üretiminde ve işlenmesindeki her aşamada gıdanın işleme teknolojisine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Keyvan ve Özdemir, 2010).

Gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan, mikroorganizmaların özellikle lag fazının veya log fazının kinetiğinin modellendirilmesidir. Gıdadaki mikroorganizma popülasyonunun lag fazında kalması sağlanılabılırsa gıdanın raf ömrü uzatılabilir. Eğer mikroorganizma, büyüme fazına geçiyorsa bu durumda da büyüme hızı gıdanın raf ömrünü belirler (Olmez, 1999; Keyvan ve Ozdemir, 2010).

İnaktivasyon Modellerinin Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları

İnaktivasyon alanında ilk model çalışmaları 1920'li yılların başlarında konservelerde sporların inaktivasyonunun tanımlanmasında kullanılmıştır (Whiting, 1995; Coksöyler, 2006). Günümüzde inaktivasyon modelleri gıda endüstrisinde; et

ürünlerinde üretimin değişik aşamalarında (kesme, parçalama, soğutma, paketlenme ve dağıtım), et ve süt ürünlerinde raf ömrünün belirlenmesinde, fermantasyonda kullanılacak olan starter kültürlerin kontrolünde, hedef mikroorganizmaların üremesi için çevre şartlarının sağlanmasında, ürünlere uygulanan çeşitli işlemlerin optimizasyonu açısından ve kullanılacak katkı maddelerinin mikroorganizma üzerindeki etkilerinin tespitinde kullanılmaktadır (Anonim, 2007).

Modellerin Sınıflandırılması

Gıda mikrobiyolojisinde modeller matematiksel ifadelerdir ve gıda kaynaklı bir mikroorganizmanın üremesi, hayatta kalması ve inaktivasyonunu tanımlamaktadır (Huang, 2012).

a. Birincil modeller

Birincil modeller (Gompertz, Lojistik, Richards, Schunte, Stannard, Baranyi vd.) normal olarak ortam parametrelerini içermezler. Esas olarak zamana bağlı olarak mikroorganizma sayısında değişim gösterirler (Erkmen, 2010).

b. İkincil modeller

İkincil modeller (Arrhenius, Karekök, Tepki yüzey modeli vd.) esas olarak birincil modellerden elde edilen çoğalma veya inaktivasyon parametreleri (k , D , μ vb.) üzerine ortam faktörlerinin (sıcaklık, pH, a_w , atmosfer bileşenleri, inhibitörler gibi) etkisinin ortaya konduğu veya ifade edildiği modellerdir. İkincil modeller o ortamda mikroorganizma gelişimine/inaktivasyonuna etki eden tüm faktörlerin modellenmesini sağlar (Whiting, 1995; Erkmen, 2010).

Bigelow Modeli

Bigelow tarafından geliştirilen D ve z değerlerinin hesaplanmasında kullanılan klasik bir metottur (van Boekel, 2002). Bigelow modeli canlı kalanların zamana bağlı azalışını tanımlayan doğrusal bir modeldir (Erkmen, 2010). Bigelow modelinde inaktivasyon hızı katsayısının sıcaklıkla değişimi genellikle Arrhenius denkliği ile açıklanmaktadır. Bu durumda Arrhenius denkliği ısı işlemde inaktivasyon hızının (canlı sayısının zamana bağlı değişimi, birinci tip model), sıcaklığa bağlı değişimi yani ikinci tip modeli oluşturmaktadır. Termal ölüm eğrisinden hesaplanan z değeri de böyle bir modeldir (Coksöyler, 2006).

Arhenius modeli

Arhenius denkliği bir takım sınırlamaların ve olabilecek hata kaynaklarının dikkate alındığı durumlarda belirli bir sıcaklık aralığındaki gıda bozulmalarını modellemek için kullanılabilir. Bu modeller ise belirlenen aralık içerisinde herhangi bir sıcaklıktaki bozulma reaksiyon oranının ve gıdanın raf ömrünün deneme yapılmaksızın tahminini mümkün kılmaktadır (Zorba ve ark., 2005).

Baranyi modeli

Sabit sıcaklık şartları altında mikrobiyal gelişmeyi tanımlamak amacıyla kullanılan mekanistik bir modeldir (Baranyi and Roberts, 1994, 1995; Huang, 2012). Baranyi modelinde sigmoid fonksiyonlarının kullanılmasının nedeni, mikroorganizmaların büyüme eğrilerinin dört faza sahip olmasıdır (McDonald and Sun, 1999).

Gompertz modeli

Gompertz modelleri de doğrusal olmayan modeller olarak kullanılmaktadır. Modellerin karşılaştırılmasında F testi ve R² değerleri kullanılır. Modellerin doğrulanması deneysel çalışmalarla, önceden yapılan çalışmaların sonuçları ile yapılabilir (Coksöyler, 2006). Bu modelde, lag ve üreme zamanı gibi Gompertz parametreleri türetilerek yeniden formüle edilmektedir (Whiting, 1995).

Weibull modeli

Mikrobiyal ısı inaktivasyonu tanımlanmasında kullanılan bir modeldir. İlk olarak Weibull tarafından 1930'lu yıllarda materyalin dayanıklılığının istatistiksel analizi için geliştirilmiştir (Erkmen, 2010). Bu modelde şekil (β) ve skala (α) olmak üzere iki parametre yer almaktadır (van Boekel, 2002). Şekil parametresinde yaşam eğrisinin belirlenmesinde iki eğri kullanılmaktadır. Bu eğrilerden birinde inaktivasyon eğrisi aşağı doğru, diğer eğri yukarıya doğru konkavlık göstererek doğrusallıktan sapmaktadır (Peleg and Cole, 1998; Fernandez ve ark., 1999; Peleg, 1999; Peleg and Panchina, 2000; van Boekel, 2002; Coksöyler, 2006; Erkmen, 2010).

Behradek (Karekök) Modeli

Karekök modeline göre mikrobiyal gelişme hızının karekökü, minimum sıcaklığın üzerinde ve

optimum sıcaklığın altında olmak kaydıyla sıcaklıkla orantılıdır. Model esas olarak Belahredik tarafından 1930'lu yıllarda geliştirilmiştir (Erkmen, 2010; Keyvan ve Ozdemir, 2010).

Yapılan Çalışmalar

Fernandez ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada 0,99'dan 0,90'a kadar a_w değerinin değiştiği şeker çözeltisinde *Listeria monocytogenes*'in ısı direnci belirlenmiştir. Isıl ortamda su aktivitesine bağlı olarak yaşam eğrilerinin şekilleri bütün sıcaklıklarda çalışılmıştır. $a_w=0,99$ için yaşam eğrisi doğusal, $a_w=0,96$ için kısmen yukarı doğru iç bukey ve $a_w=0,90$ ve $0,93$ için belirgin iç bukey şeklinde ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada, elde edilen yaşam eğrilerinin hepsi Weibull dağılımının geçerli olduğunu ve *L. monocytogenes*'in uygulanan sıcaklığa bağlı olarak ısı dayanıklılığı üzerine su aktivitesinin etkili olduğunu göstermiştir.

Osiphun ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, endüstriyel olarak haşlanmış tavuklarda *Campylobacter jejuni* ile inaktivasyon modelinin geliştirilmesi incelenmiştir. Bu model *C. jejuni* ile bulaştırılmış kasaplık karkasların seviyesini azaltmak amacıyla kasaplık piliç kesimhaneleri için belirleyici olarak kullanılabilir. Koloni oluşturan birim açısından *C. jejuni* ortalama konsantrasyonları, haşlama su tanklarında ve karkas yıkama çözeltilerinde, sırasıyla $2,90 \pm 0,07$ ve $3,86 \pm 0,11$ log cfu/ml olarak saptanmıştır. Haşlama suyunda; haşlama tank suyu sıcaklığı, akış oranı, pH ve total katı değerleri sırasıyla $54,15 \pm 0,2^\circ\text{C}$, $172,0 \pm 8,4$ L/min, $8,0 \pm 0,01$ ve $2565 \pm 114,3$ mg/L olarak gözlemlenmiştir. Haşlama sonrası, tahmin edilen değerler karkaslardaki *C. jejuni* sayısının $54,15^\circ\text{C}$ ve $61,08^\circ\text{C}$ sıcaklıklar için yaklaşık %12 ve %4 oranında azaldığı bildirilmiştir.

Wijtzes ve ark. (1995), *Lactobacillus curvatus*'un büyüme parametreleri üzerine sıcaklık, asitlik ve kombine etkilerini araştırmışlardır. Farklı sıcaklık ve asitide kombinasyonlarından büyüme parametreleri (lag zamanı, spesifik büyüme oranı ve maksimum populasyon yoğunluğu) hesaplanmıştır. Asiditenin etkisi bazı sabit sıcaklık değerlerinde gözlenmiştir. Elde edilen verilerden modeller oluşturulmuştur. Aynı sistemi sıcaklık içinde sağlamışlardır. Lag zamanı ölçümlerinde büyük sapmalar gösterdiğini ve bununla birlikte lag zaman modellerinin lag zaman boyutları tahmininde kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Presser ve ark. (1998) tarafından yürütülen bir çalışmada Belehradok (Karakök) metodu kullanılarak sıcaklık (10-37 °C), pH (2.8-6.9), laktik asit konsantrasyonu (0-500 Mm) ve a_w değeri (0,955-0,999) değişken parametrelerinin *Escherichia coli*'nin büyüme (büyümenin olduğu/büyümenin olmadığı) üzerine etkisi incelenmiştir. Laktik asitsiz pH'nın 3.9 veya altındaki istisnai iki durumda laktik asit konsantrasyonunun 11 mM aşmadığı ve broth agarda *E. coli*'nin gelişmesinin gözlenmediği bildirilmiştir. Elde edilen verilerin %95'i bu modelin büyümenin olduğu/olmadığı durumlarda tahmin edilebileceği rapor edilmiştir.

Van Boekel (2002) klasik Bigelow metoduna alternatif olarak mikrobiyal vejetatif hücrelerin ısı inaktivasyonunu belirlemek amacıyla Weibull modelini kullanıldığı çalışmada 55 örneğin iki farklı parametrenin (şekil ve skala) sıcaklıkla ilişkisini incelemiştir. 7 örnekte şekil parametresinin sıcaklığa bağlı ve doğrusal olduğu, ancak diğer örneklerde sıcaklığa bağlı olmadığı ve doğrusal olmadığı vurgulanmıştır. 39 örnekte şekil parametresi β ($\beta > 1$, aşağı doğru konkav) diğer 14 örnekte ($\beta < 1$, yukarı doğru konkav) sadece iki örnekte ise ($\beta = 1$, doğrusal) olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, Weibull modelinin klasik inaktivasyon modelinden gıda kalite ve güvenliğinin geliştirilmesinde, ısı inaktivasyon modelinde daha çok etkili olduğu önerilmiştir.

Walter ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada; 4, 10 ve 35 °C'de depolanan taze Hindistan cevizinde *Listeria monocytogenes*'in durumunu incelemiştir. Hindistan cevizinin suyu yeşil Hindistan cevizinden (*Cocos nucifera*) steril şartlarda ekstrakte edilmiş ve örnekler yaklaşık olarak $3 \log_{10}$ CFU/ml popülasyonu sağlanacak şekilde *L. monocytogenes*'in 5 farklı suşu ile oluşturulan karışımda üçlü analize tabi tutulmuştur. Bakterinin kinetik parametreleri Baranyi modeli tarafından tespit edilmiş ve içecekteki bakteri durumunun belirlenmesi amacıyla Patojen model programıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, taze yeşil Hindistan cevizinin suyunun 4 ve 10 °C'deki buzdolabı sıcaklığında *L. monocytogenes*'in canlılığı ve gelişmesinin uygun bir ortam olduğunu gösterirken, bu bakterinin gelişmesini engellemediğini göstermiştir. Sıcaklık 35 °C'ye

yaklaştığında lag zamanında azalma görülmüştür. Bu çalışma ile taze yeşil hindistan cevizinin suyu *L. monocytogenes*'in gelişmesinin 4 °C'lik düşük sıcaklıkta birkaç gün süreyle kontrol edilebileceğini göstermiştir.

Lorentzen ve ark. (2010) hazır yemek ürünü olarak tuzlanıp küre edilerek suyu uzaklaştırılan morina balıklarında *Listeria innocua* bakterisinin 4-8 °C'deki gelişme potansiyeli ve 55-60 °C'deki ısı inaktivasyonunu incelemiştir. Sonuçlar *L. innocua* bakterisinin yukarı doğru konkav ve doğrusal olmayan bir eğri olduğunu göstermiştir.

Gospavic ve ark. (2008) çiftlik hayvanlarının etine *Pseudomonas spp.* bakterisi inoküle etmişler ve aerobik şartlar altında gelişen *Pseudomonas spp.* bakterisinin büyüme eğrilerini kullanarak değişik sıcaklık şartları altında (2-20 °C) birincil modellerden iki modeli (Baranyi ve Modifiye Gompertz) kullanmışlardır. Diğer bir uygulamada da ikincil model olan Ratkowski (Karekök) modelini uygulamışlardır. Bu örneklerin raf ömrünün tahmininde ikincil metodunda uygulanan bu modellere alternatif olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Jaoustre ve ark. (2011) Fransız hastanesinde pişirilip dağıtılan soslu sığır eti ürünlerinde *Clostridium perfringens* bakterisinin ısı olmayan şartlar altında gelişmesinin tahmini için olasılık modellerini kullanmışlardır. Model parametreleri çeşitli çalışmalarda farklı verilerden elde etmişlerdir. Bayesian modelinin; üreme, lag fazı ve ölme süreleri boyunca yapılan çalışmada uygulanabilir bir model olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç

Gıda endüstrisinde, gıdaların kalitesinin belirlenmesinde, değerlendirilmesinde ve özellikle raf ömrünün tespitinde bilimsel ve genel olarak kabul edilmiş yaklaşımlarla çok ilerlemeler kaydedilmiştir. Ancak bu modellerin doğrulanması deneysel çalışmalarla, önceden yapılan çalışmaların sonuçları ile mümkün olabilir. Bu tekniğin ülkemizde uygulanabilirliği için geliştirilmesi ve bilim ışığı altında araştırmaların yapılarak endüstriyel alandaki uygulamalar ile desteklenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

Anonim, 2007. Predictive Microbiology Information Portal. <http://portal.arserrc.gov/PMP.aspx>. Erişim tarihi 03.12.2012.

Baranyi, J. and T.A. Roberts, 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. International Journal of Food Microbiology, 23: 277-294.

- Baranyi, J. and T.A. Roberts, 1995. Mathematics of predictive food microbiology. *International Journal of Food Microbiology*, 26: 199-218.
- Burchanan, R.L., M.H. Golden and J.G. Philips, 1997. Expanded models for non-thermal inactivation of *Listeria monocytogenes*. *J Appl. Microbiol.* 82: 567-577.
- Coksöyler, N. 2006. Gıdalarda mikroorganizmaların inaktivasyonunun modellenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 24-26 Mayıs 2006, s 633-636.
- Erkmen, O. 2010. Gıda Mikrobiyolojisi. Efil Yayınevi, 2. Baskı, Ankara 544 p.
- Fernandez, A., C. Salmeron, P. S. Fernandez and A. Martinez, 1999. Application of a frequency distribution model to describe the thermal inactivation of two strains of *Bacillus cereus*. *Trends. Foods Sci. Technol.*, 10, 158, 1999. Peleg, M. On calculating Sterility in thermal and non-thermal preservation methods. *Food Res. Int.*, 32, 271.
- Fernandez, A., M. Lopez, S. Bernardo, S. Condon and J. Raso, 2007. Modelling thermal inactivation *Listeria monocytogenes* in sucrose solutions of various water activities. *Food Microbiology*, 24: 372-379.
- Gospavic, R., J. Kreyenschmidt, S. Bruckner, V. Popov and N. Haque, 2008. Mathematical modelling for growth of *Pseudomonas* spp. in poultry under variable temperature conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 127:290-297.
- Huang, L. 2012. Optimization of a new mathematical model for bacterial growth. *Food Control* (Accepted).
- IFST, 1993. Shelf-life of foods-guidelines for its determination and prediction. Institute of Food Science and Technology, London, 78 p.
- Jaloustre, S., M. Cornu, E. Morelli, V. Noel, M.L. Delignette-Muller, 2011. Bayesian modelling of *Clostridium perfringens* growth in beef-in-sauce products. *Food Microbiology*, 28:311-320.
- Karadag, A, P., Y. Omeroglu ve S. Saner, 2008. Gıda muhafazasında yeni teknolojilerin kullanımı. <http://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=168> (Erişim tarihi 01.12.2012).
- Keyvan, E. ve H. Ozdemir, 2010. Prediktif mikrobiyoloji ve gıda endüstrisinde önemi. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 8 (2):11-25.
- Lorentzen, G., E. Yttersad, R.L. Olsen and T. Skjerdal, 2010. Thermal inactivation and growth potential of *Listeria innocua* in rehydrated salt-cured cod prepared for ready-to-eat products. *Food Control*, 21: 1121-1126.
- Mañas, P. and R. Pagán, 2005. Microbial inactivation by new technologies of food preservation, a review. *Journal of Applied Microbiology*, 98, 1387-1399.
- McDonald, K. and D.W. Sun, 1999. Predictive food microbiology for the meat industry: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 52: 1-27.
- Olmez, H.K. 1999. Prediktif Mikrobiyoloji. *Gıda Dergisi*. 46-48.
- Osriphun, S., P. Tuitemwong, W. Koetsinchai and K. Tuitemwong, 2012. Model of inactivation of *Campylobacter jejuni* in poultry scalding. *Journal of Food Engineering*, 110: 38-43.
- Ozlu, H. ve M. Atasever, 2007. Gıda Teknolojisinde Kullanılan Yüksek Basınç Sistemleri ve Mikroorganizmalar Üzerine Yüksek Basıncın Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 2007, 2 (2) 58-74.
- Peleg, M., 1999. On calculating sterility in thermal and non-thermal preservation methods. *Food Research International*, 32: 271-278.
- Peleg, M. and M.B. Cole, 1998. Reinterpretation of Microbial Survival Curves. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38 (5): 353-380.
- Peleg, M. and C.M. Penchina, 2000. Modeling Microbial Survival during Exposure to a Lethal Agent with Varying Intensity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40 (2): 159-172.
- Presser, K.A., T. Ross and D.A. Ratkowsky, 1998. Modelling the growth limits (growth/no growth interface) of *Escherichia coli* as a function of temperature, pH, lactic acid concentration and water activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(5): 1773-1779.
- Sagdic, O., L. Ekici, H. Yetim, 2008. Gıdaların Muhafazasında Yeni Mikrobiyal İnaktivasyon Metotları. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, s 949.
- Soboleva, T.K., G. Pleasants and G. Roux, 2000. Predictive microbiology and food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 57: 183-192.
- Tülek, Y. ve G. Filizay, 2005. Gıda endüstrisinde kullanılan yüksek hidrostatik basınç sistemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 225-231.
- Van Boekel, M.A.J.S. 2002. On the use of Weibull model to describe thermal inactivation of microbial vegetative cells. *International Journal of Food Microbiology*, 74:139-159.
- Van Impe, J.F., F. Poschet, A.H. Geeraerd, and K.M. Vereecken, 2005. Towards a novel class of predictive microbial growth models. *International Journal of Food Microbiology*, 100: 97-105.
- Walter E.H.M., D.Y. Kabuki, L.M.R. Esper, A.S.S. Ana and A.Y. Kuaye, 2009. Modelling the growth of *Listeria monocytogenes* in fresh green coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Food Microbiology*, 26: 635-657.
- Whiting, R.C. 1995. Microbial Modelling in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 3 (6): 467-494.
- Wijtzes, T., J.C. De Wit, H.J. Huis In Veld, K. Van Riet and M.H. Zwietering, 1995. Modelling bacterial growth of *Lactobacillus curvatus* as a function of acidity and temperature. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(7):2533-2539.
- Wilbey, R.A. 1997. Estimating shelf-life. *International Journal of Dairy Technology*, 50 (2): 64-67.
- Zorba, M., K. Demirag ve G. Ova, 2005. Gıdaların bozulma kinetiği ve raf ömrü tahminleme modelleri. *Akademik Gıda Dergisi*, 16: 17-22.
- Zwietering, M.H., I. Jongenburger, F.M. Rombouts, K. Van't Riet, 1990. Modeling of the bacterial growth curve. *Applied and Environmental Microbiology* 56, 1875-1881.