



## Adıyaman İlinde Tüketime Sunulan Tavuk Etlerinde *Salmonella* Spp. Yaygınlığının Son Zamanlarda Geliştirilen Biotinil-Tiramid Yöntemi İle Belirlenmesi

Muhsin AYDIN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 02040, Adıyaman, TÜRKİYE  
(ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1204-1163>)

\*Sorumlu yazar: muhsin.aydin@live.com.

### Öz

Dünya genelinde, *Salmonella* spp. nörovirüslerden sonra en fazla besin zehirlenmesine sebebiyet veren patojenik bakterilerdir. *Salmonella* cinsine ait 2600'den fazla serovar tanımlanmış olup, bu cinse ait serovarlara en çok tercih ettiği konak kanatlı hayvanlardır. Dolayısıyla, *Salmonella* cinsine ait serovarlara sebebiyet verdiği gıda zehirlenmelerinin en yaygın olanı kümes hayvanları etlerinin (özellikle tavuk eti ve bu etin kullanıldığı mamullerin) tüketilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada Adıyaman İli'nde tüketime sunulan kümes hayvanı (tavuk) etlerinde *Salmonella* cinsine ait bakterilerin yaygınlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için *Salmonella* spp.'ye spesifik olarak bağlanabilen manyetik mikro boncuklar kullanılmış ve immünomanyetik separasyon (IMS) yapılarak bakteriler izole edilmiştir. Daha sonra tiramid amplifikasyonu (TA) yardımı ile bu patojenik bakterilerin kanatlı etlerindeki bulunma oranları belirlenmiştir. Bu çalışmada perakende olarak satılan tavuk etlerinden rastgele olarak seçilen 124 örnek çalışılmış ve bunların 35 (% 28.23) adedinde *Salmonella* spp.'ye rastlanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Salmonella*, Biotin, Kanatlı etleri, Manyetik boncuklar, Sinyal amplifikasyonu.

### Determinaton of *Salmonella* spp. Prevalence by a Recently Developed Biotinyl-Tyramide Signal Amplification from Retailed Poultry Meat in Adıyaman Province

#### Abstract

Worldwide, species belonging to the genus *Salmonella* are pathogenic bacteria and are the second most food poisoning causative agents after noroviruses. More than 2600 serovar of *Salmonella* have been defined, and their primary reservoir is poultry. Therefore, salmonellae serovars are most frequently associated with consumption of poultry meat and poultry products, which leads to *Salmonella*-related foodborne illnesses. The main purpose of this study was to determine the prevalence of *Salmonella* spp. by use of biotinyl-tyramide signal amplification from retail poultry (chicken) meat in Adıyaman province. For this purpose, magnetic micro-beads which can specifically bind to *Salmonella* spp., was used for isolation by applying Immunomagnetic Separation (IMS), and Tyramide Amplification (TA) was used for detection of the bacteria in order to determine the presence (by ratio) of *Salmonella* spp. in poultry meat. In this study, 124 samples of poultry meat were studied and 35 (28.23%) of them were *Salmonella* positive.

**Key Words:** *Salmonella*, Biotin, Poultry, Magnetic beads, Signal amplification.

## Giriş

*Salmonella*, Enterobacteriaceae familyasına ait en önemli cinlerden biridir. Bu bakteriler basil şeklinde, spor üretmeyen, fakültatif anaeroblar olup Gram negatiftirler. *Salmonella* cinsine ait 2 tür, 6 alttür ve 2500'den fazla serovar tespit edilmiştir (Porwollik ve ark., 2004; Grimont ve Weill, 2007). *Salmonella* kemoorganotrofik bir organizma olarak sınıflandırılmış olup çok geniş bir yelpazede yer alan organik substratları solunum ya da fermentasyon yoluyla metabolize edebilen bir canlıdır (Monadi ve ark., 2010; Dos Santos ve ark., 2011). *Salmonella*'nın optimal büyüme sıcaklığı 37°C olup insan vücut ısısına eşit değerdedir. Aynı zamanda düşük pH ve çok az miktarda besin bulunması durumları da dahil olmak üzere ekstrem çevre koşullarında dahi yaşamını devam ettirebilir (Kwon ve Ricke, 1998; Durant ve ark., 1999; Ricke, 2003a; Ricke 2003b). Hatta bazı *Salmonella* suşları 2 ila 4°C'de büyüme yeteneğine sahip iken bazı suşları 54°C'deki sıcak ortamlarda dahi yaşamlarını devam ettirebildikleri belirtilmiştir (Balamurugan, 2010). *Salmonella* kaynaklı enfeksiyonlar insan ve hayvan sağlığına önemli derecede etki etmektedir. *Salmonella*'nın birçok formu antibiyotiklere karşı direnç geliştirmiştir. Bu nedenle, *Salmonella* kaynaklı ilerlemiş enfeksiyonların antibiyotiklerle durdurulması gün be gün daha zor hale gelmiştir. Günümüze dek, 200'den fazla virüs, bakteri ve parazit dahil olmak üzere gıda kaynaklı hastalıklara neden alan patojen tanımlanmıştır (Tauxe,

2002; Scallan ve ark., 2011). The Centers for Disease Control and Prevention (CDC, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri) sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda kaynaklı 128.000'in üzerinde hastalık vakasının ve 3.000'in üzerinde ölümün meydana geldiğini rapor etmiştir. Bu vakaların %11'inin de *Salmonella* spp.'den kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, CDC'nin yapmış olduğu araştırmalara göre son 5 yılda *Salmonella* etkenine bağlı gıda kaynaklı ölüm sayılarının 320'den 380'e çıktığı saptanmıştır (CDC-FoodNet, 2009; Scallan ve ark., 2011; CDC, 2017). Bu yüzdelerle dilim ile *Salmonella* spp. nörovirüslerden sonra en fazla besin zehirlenmesine sebep olan patojen olmuştur, aynı zamanda bu rakamlarla en çok besin zehirlenmesine sebep olan bakteriler arasında ilk sırayı almıştır. Ayrıca, kümes hayvanları, *Salmonella* türlerini doğal olarak mide-bağırsak sistemlerinde taşımalarından dolayı, bu hayvanlar *Salmonella* türlerinin insanlara geçişinde birincil derecede rol oynamaktadırlar.

Türkiye'de görülen gıda kaynaklı enfeksiyonlar hakkında yeterli veri bulunmamakla beraber *Salmonella* spp.'nin neden olduğu vaka sayısı en son Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2004 yılında verilmiştir. Bu verilere göre 4.135 kişinin *Salmonella* nedeniyle hastanede tedavi gördüğü ve 35 kişinin hayatını kaybettiği bildirilmiştir (GGD, 2013). Bu sebeple, *Salmonella* türlerinin besinlerde ve özellikle de kanatlı etleri ve bunların kullanıldığı mamullerde taramasının yapılması gıda

hijyeni konusunda önemli bir gereklilik teşkil etmektedir.

*Salmonella* türlerinin sebep olduğu hastane vakaları ve ölüm sayıları göz önünde bulundurularak gıdalarda ve gıda yüzeylerinde, özellikle de kanatlı etleri ve mamullerinde patojen taraması ve bu patojenlerin sayımı gıda güvenliği ve hijyeni açısından son derece büyük önem arz etmektedir. Hükümet yetkilileri ve gıda şirketleri ürünlerin tüketime sunulmasındaki her aşamada kontaminasyon durumlarını izlemek için mikrobiyolojik analiz yöntemleri kullanırlar. Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (Hazard Analysis and Critical Control Points = HACCP) sistemi göz önünde bulundurularak her besin için uygun mikrobiyolojik yöntemin seçilmesi şarttır (Stannard, 1997; Jasson ve ark., 2010; Park ve ark., 2014). Bu sistem, ürün güvenliğini etkileyen tehlikelerin önceden belirlenmesi ve kontrol altına alınmasını sağlayan sistematik bir yaklaşımdır. HACCP gibi kontaminasyon önleyici sistemlerin uygulanması gıda güvenliğini arttırmıştır, fakat daha iyi patojen tarama yöntemleri geliştirilene kadar HACCP tam olarak etkili olamayacaktır (Bhunja, 2008). Bu nedenle, HACCP ile entegre olarak çalışabilecek patojen tarama ve tanımlama hususunda etkili olabilecek yeni teknolojilerinin geliştirilmesi elzem olmuştur. Bu çalışmada yapılan immünomanyetik separasyon (IMS) tabanlı tiramid amplifikasyonunun (TA) *Salmonella* türlerinin kanatlı etlerinde varlıklarının belirlenmesi son yıllarda

revaçta olan bir yaklaşımdır (Aydın ve ark., 2014; Herzig ve ark., 2016).

*Salmonella* cinsine ait bakteri türlerinin günümüze dek dünya üzerinde sebep oldukları besin zehirlenmelerinin sayısı çok fazla olmakla beraber yıllık on milyonlarla hesaplanmaktadır (Scallan ve ark., 2011). Bu sayılar, söz konusu olan patojen bakteri türlerinin gıda hijyeni açısından ne kadar önem taşıdığını göstermektedir. Ülkemizde, gıdalarda *Salmonella* spp. etkenlerinin bulunma sıklıklarına ve *Salmonella* spp. ile kontamine olmuş gıdalarının tespitine dair yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Bununla birlikte, Adıyaman sınırları içerisinde bu çalışmaya benzer herhangi bir çalışma yapılmadığına rastlanılmıştır. Bu çalışmanın ana amacını Adıyaman İli'nde tüketime sunulan tavuk etlerinde *Salmonella* spp.'nin yaygınlığının IMS-TA metodu ile belirlenmesi oluşturmıştır.

## **Materyal ve Metot**

### *Örneklerin toplanması*

Adıyaman İli sınırları içerisinde bulunan tavuk eti satan yerel marketlerden rastgele tavuk but, göğüs, baget vs. gibi ürünler toplanmıştır.

### *Kullanılan bakterilerin temini*

Testlerde pozitif kontrol olarak kullanılan *Salmonella* cinsine ait örnekler, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden temin edilmiştir.

### *Bakteri kültürlerinin hazırlanması ve büyüme koşulları*

Pozitif Kontrol olarak kullanılan bakteriler, cam tüp içerisinde 5 mL olarak bulunan triptik soy broth (TSB) içerisine konulmuş ve 37°C'de 18 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra inkübe edilen bu tüpler seri dilüsyonla 10<sup>-6</sup>'e kadar seyreltilmiş olup son dilüsyondan 100 µL bakteri kültürü alınıp triptik soy agar (TSA) üzerine konulmuş ve "L" şeklindeki yayıcı yardımıyla besiyeri yüzeyine dağıtılmıştır (bu işlem 3 farklı Petri kabına uygulanmıştır). Daha sonra bu besiyerleri 37°C'de 18 saatlik inkübasyona bırakılmışlardır. Inkübasyondan sonra her bir Petri kabındaki koloniler sayılmış ve 3'e bölünerek mL'deki KOB (koloni oluşturan birim) yani yaklaşık bakteri sayısı belirlenmiştir.

### *Gıda örneklerinin hazırlanması*

Tavuk etleri her analizden 24 saat önce rastgele toplanmıştır. Her bir örnekten 25 g alınıp 225 mL tamponlanmış peptonlu su (TPS) içerisine konulup stomacher yardımıyla homojenize edilmiş ve 37°C'de 3 saat inkübe edilerek bir ön zenginleştirme işlemi yapılmıştır. Pozitif kontroller için hazırlanan homojenatların 6 adedine farklı dilüsyonlarda (3×10<sup>1</sup> – 3×10<sup>6</sup> KOB) *Salmonella* spp. inoküle edilmiştir. Bu şekilde, kontamine edilen tavuk eti homojenatlarında IMS-TA testinin hassasiyeti de hesaplanmıştır.

### *DeneySEL olarak kontamine edilen ve perakende olarak alınan örneklerin IMS-TA ile test edilmesi*

Bu analiz daha önce Aydın ve ark. (2014)'te belirtmiş olduğu yöntemle yapılmıştır. Kısaca, 96-kuyucuklu mikropalakaların her bir kuyucuğuna 3 µL anti-*Salmonella* antikorlarıyla kaplanmış olan immünomanyetik boncuklardan (IMB) (Dynabeads® anti-*Salmonella*, Life Technologies, Carlsbad, CA) konulmuştur. Her bir örnek üçlü kopyalar (triplicate) şeklinde test edilmiştir. Daha sonra üzerlerine her numuneden 100 µL eklenip oda ısısında 30 dakika yavaş moddaki çalkalayıcıya yerleştirildi. İçine homojenat konulmayan IMB'ler negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Inkübasyon işlemi sonucunda oluşacak IMB-*Salmonella* kompleksleri 1 dk mıknatıs üzerinde tutulup 150 µL TNT buffer (0.1 M Tris-HCl, 0.15 M NaCl ve 0.05% Tween 20, pH 7.5) ile yıkanmıştır. Bu işlem üç defa tekrar edilmiştir. TA için ELAST ELISA Amplification System (Perkin Elmer, Waltham, MA) kiti üretici firmanın direktifleri doğrultusunda kullanılmıştır. TNT ile yıkanan örnekler 100 µL (Horse radish peroxidase, kit içerisinde mevcut) ile etiketlenmiş anti-*Salmonella* antikorları eklenmiş ve numuneler oda ısısında 30 dakika çalkalayıcı üzerinde inkübe edilmiştir. Daha sonra örnekler, mıknatıs ve TNT yardımıyla 3 defa yıkanmıştır. Akabinde, 50 µL biotinil-tiramid solüsyonu 50 µL sulandırıcı (kit içerisinde mevcut) ile süspanse edilmiş ve her kuyucuğa toplam 100 µL şeklinde eklenmiştir. Numuneler, oda ısısında yavaş modda çalışan çalkalayıcı üzerinde 10 dk inkübe edilmiştir. Yıkama işlemi aynı şekilde 3 defa tekrarlanmıştır. Daha sonra her örneğe 10 µg mL<sup>-1</sup>

Streptavidin-Cy3 (Sigma, GER) eklenmiş ve oda ısısında 30 dk inkübe edilip 150 µL TNT ile 3 defa yıkanmıştır. Yıkamadan sonra 150 µL TNT eklenip örneklerde bulunan sinyal miktarı floresan mikropilaka okuyucu ile belirlenmiştir.

#### *Data Analizi*

Streptavidine bağlı olan Cy3'ün yansıttığı floresan miktarı floresan-tabanlı mikropilaka okuyucuda (Thermo Scientific, Watertown, MA) belirlendikten sonra elde edilen veri, okuyucuya bağlı bilgisayar tarafından MS Excel (Microsoft, Redmond, WA) dosyası olarak kaydedilmiştir. Üçlü kopyalar halinde test edilen numunelerin ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Daha sonra negatif kontrol olarak kullanılan örnekler (içerisinde bakteri bulunmayan) arka plan olarak kullanılmıştır. Gerçek floresan miktarı numunelerin ortalamalarından elde edilen floresanın negatif kontrol (NK) ortalamasından çıkarılması yoluyla net floresan sinyalleri her bir örnek ve dilüsyon (pozitif kontroller) için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen net sinyaller, negatif kontrole ait sinyal değerinin en az üç katı olan numunelerde *Salmonella* varlığının olduğuna karar verilmiştir.

#### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

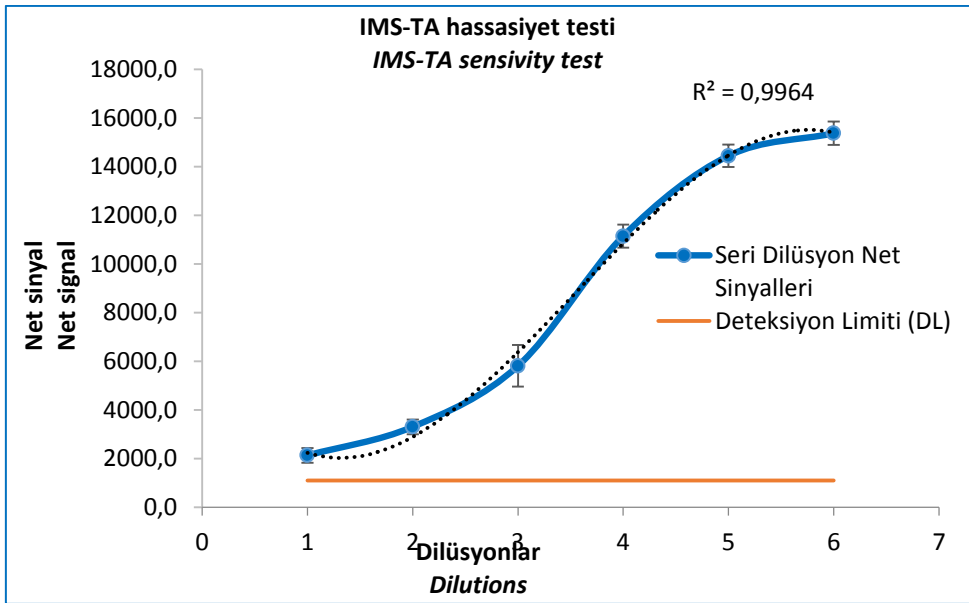
Bu çalışmada, Adıyaman'da tavuk eti örneklerinde *Salmonella* spp. taraması yapılmış ve bu bölgede söz konusu bakterilere ait bir istatistik oluşturulması aşamasında yapılan ilk çalışmalardan biri olmuştur.

Bu çalışmada *Salmonella* cinsine ait türlerin tavuk etlerindeki varlık tespitleri IMS-TA yöntemiyle belirlenmiş olup bu testin hassasiyeti testlere başlanmadan önce pozitif kontrol kullanılarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Lineer regresyon eğrisinde oluşan  $R^2$  değerinin 0.9964 olduğu ortaya konulmuştur.  $R^2$  değeri 1'e yaklaştıkça bu testin güvenilirliğinin de arttığı ve hedef alınan herhangi bir patojenin gıdalardaki taramasında kullanılabileceği anlamlarına gelmektedir (Aydın ve ark., 2014).

Negatif kontrolün 3 katından büyük olan (net sinyal  $> 3 \times NK$  ise pozitif) herhangi bir net sinyal pozitif olarak kabul edilmiştir. Yani yapılan analizin hassasiyet barajı (deteksiyon limiti (DL)),  $3 \times 699.3 = 2097.9$  olmuştur (Çizelge 1). Bu rakamdan büyük olan bütün net sinyaller pozitif olarak değerlendirilmiş olup elde edilen sonuçlara göre test edilen bütün dilüsyonlar pozitif sonuç vermiştir. Sonuçlara bakıldığında en küçük dilüsyon olan 30 KOB mL<sup>-1</sup>'nin dahi pozitif olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre mL'sinde 30 KOB içeren dilüsyon çalışmamızın hassasiyet limiti olarak belirlenmiştir. Aydın ve ark. (2014) aynı metodu kullanarak deneysel olarak kontamine ettikleri süt ve kıyma örneklerinde *E. coli* O157:H7 taraması yapmışlar ve 3 saatlik bir ön zenginleştirme aşaması olmaksızın testlerinin hassasiyetini sırasıyla süt için 250 KOB mL<sup>-1</sup> ve kıyma için 100 KOB mL<sup>-1</sup> şeklinde bulmuşlardır (Aydın ve ark., 2014). Ayrıca, bu araştırmacılar 3 saatlik bir ön zenginleştirme aşaması ekleyerek IMS-TA testinin hassasiyetinin 10 kata

kadar arttığını hesaplamışlardır. Diğer benzer bir çalışmada, Herzig ve ark. (2016) aynı IMS-TA metodunu uygulamış ve deneysel olarak çeşitli dilüsyonlarda kontamine ettikleri kıyma ile tavuk etlerinde *Salmonella* taraması yapmışlardır. Araştırmacıların bulmuş olduğu hassasiyet ölçümü sonuçları kıyma ve tavuk etlerinde sırasıyla 800 ve 200 KOB mL<sup>-1</sup> şeklindedir. Yapılan bu çalışmadaki hassasiyet testi sonuçları, bu çalışmanın daha önce yapılan benzer çalışmalardan 7 kat daha hassas olduğunu göstermektedir. Önceki çalışmalarda belirtilmiş olduğu üzere 12

saatlik bir ön zenginleştirme aşamasının IMS-TA testinin hassasiyetini oldukça geliştirdiği (1 KOB mL<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada 6 – 12 saatlik ön zenginleştirme aşamaları IMS-TA testini daha kısa sürede sonuç verebilmesi ve testin aynı gün içerisinde sonuçlandırılabilmesi amacıyla denenmemiştir. Çünkü bakterilerin üreme hızının çok kısa sürelidir. Bu da, bu çalışmada daha kısa süreli (3 saat) ön zenginleştirme aşaması ile benzer sonuçların alınabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 1. IMS-TA hassasiyet testi sonuçları

Figure 1. IMS-TA sensitivity test results

Bu çalışmada, toplanan 124 tavuk eti örneğinin 35 (%28.23) adedinde *Salmonella* spp.'ye rastlanılmıştır. IMS-TA yöntemiyle çalışılan bu örneklerden elde edilen sonuçlar aynı zamanda ABD Gıda ve İlaç Yönetimi (US Food and Drug Administration – FDA)'nin belirlemiş

olduğu bakteriyolojik analiz kılavuzuna (Bacteriological Analytical Manual– BAM) göre uygulanan klasik kültür tekniği ile doğrulanmıştır. Klasik mikrobiyolojik kültür teknikleri yardımıyla tavuk etlerinde *Salmonella* spp. taraması yaklaşık olarak 5 ila 7 gün

sürebilmektedir (BAM, 1998). Bu da, IMS-TA'nın klasik mikrobiyolojik testlere göre daha pratik, daha ucuz ve çok daha kısa

sürede sonuç verebilen bir tarama yöntemi olduğunu kanıtlamaktadır.

Çizelge 1. IMS-TA hassasiyet testi sonuçları (sinyal değerleri). NK: negatif kontrol; KOB: Koloni oluşturan birim

Table 1. IMS-TA sensitivity test results (signal values). NC: negative control; CFU: Colony forming units

IMS-TA hassasiyet testi sonuçları IMS-TA sensitivity test results							
Dilüsyon No Dilution No.	NK	1	2	3	4	5	6
KOB mL <sup>-1</sup>	0	3×10 <sup>1</sup>	3×10 <sup>2</sup>	3×10 <sup>3</sup>	3×10 <sup>4</sup>	3×10 <sup>5</sup>	3×10 <sup>6</sup>
Ortalama sinyal Average signal	699.3 <sup>‡</sup>	4225.7	5400.7	7903.7	13237.7	16537	17464
Net sinyal (Ortalama sinyal – 3 × NK) ± SS Net signal (Average signal-3 xNK± SS		2127.8 ± 298.4	3302.8 ± 302.8	5805.8 ± 856.0	11139.8 ± 476.2	14439.1 ± 460.1	15366.1 ± 482.6

‡ Bu değer 3 katından büyük olan değerler pozitif olarak kabul edilmiştir.

\* Bütün dilüsyonlardan elde edilen sinyallerin pozitif olduğu görülmüştür.

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda, Aydın ve ark. (2014) ve Herzig ve ark. (2016) IMS-TA yöntemi ile deneysel olarak kontamine edilen gıda ürünlerinde mikroorganizma taraması yapmışlardır. Bu çalışmada ise deneysel olarak kontamine edilen tavuklarda *Salmonella* spp. taramasının yanında tavuk etlerinde var olan *Salmonella* spp.'nin bulunma oranları da araştırılmıştır. Bu sayede çalışmamız bu alanda ilkler arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, tiramid sinyal amplifikasyonu yöntemi ile yapılacak olan doğru ve kısa süreli patojenik bakteri tanımlamalarının, kontamine olmuş kümes hayvanı eti ve mamullerini tüketen şahısların erken uyarılması ile besin zehirlenmelerinin önüne geçilebileceği öngörülmektedir. Aynı zamanda, bu tekniğe ilaveten çeşitli moleküler tekniklerin (PCR, NGS,

Microarray, vb.) kullanılması ile gıda zehirlenmesi geçiren hastaların hangi patojen tarafından zehirlendiğinin kesin ve hızlı bir şekilde belirlenerek doğru tedavi verilmesi sağlanması amaçlanmakta olup halk sağlığının korunabileceği ve besin zehirlenmelerinden kaynaklı ekonomik kayıpların önlenebileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Aydın, M., Herzig, G.P.D., Jeong, K.C., Dunigan, S., Shah, P., Ahn, S. 2014. Rapid and sensitive detection of *Escherichia coli* O157:H7 in milk and ground beef using magnetic bead-based immunoassay coupled with tyramide signal amplification. *Journal of Food Protection*, 77 (1): 100-105.
- Balamurugan, S. 2010. Growth temperature associated protein expression and membrane fatty acid composition profiles of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Journal of Basic Microbiology*, 50: 507-518.

- BAM. 1998. (Bacteriological Analytical Manual), 8th Edition, Revision A, 1998. Chapter 4. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>. Erişim tarihi: 27.10.2016.
- Bhunja, A.K. 2008. Foodborne microbial pathogens. Springer Science+Business Media, LLC, New York, NY, 158p.
- CDC-FoodNet. (2009). Preliminary FoodNet data on the incidence of infection with pathogens transmitted commonly through food – 10 states, 2009. *MMWR*, 59, 418-422.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2017). <https://www.cdc.gov/foodborneburden/PDFs/pathogens-complete-list-01-12.pdf>. Erişim tarihi: 30.06.2017.
- Dos Santos, S.A., De Andrade, Jr. D.H., De Andrade, D.R. 2011. TNF- $\alpha$  production and apoptosis in hepatocytes after *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium invasion. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 53: 107-112.
- Durant, J.A., Corrier, D.E., Byrd, J.A., Stanker, L.H., Ricke, S.C. 1999. Feed deprivation affects crop environment and modulates *Salmonella enteritidis* colonization and invasion of Leghorn hens. *Applied Environmental Microbiology*, 65: 1919-1923.
- GGD (Gıda Güvenliği Derneği). 2013. Gıda kaynaklı *Salmonella* enfeksiyonları ve son durum. <http://www.ggd.org.tr/icerik.php?id=462>. Erişim tarihi: 18.11.2016
- Grimont, P.A.D., Weill, F.X. 2007. Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars, ninth ed. Institut Pasteur, Paris.
- Herzig, G.P.D., Aydin, M., Dunigan, S., Shah, P., Jeong, K.C., Park, S.H., Ricke, S.C., Ahn, S. 2016. Magnetic bead-based immunoassay coupled with tyramide signal amplification for detection of *Salmonella* in foods. *Journal of Food Safety*, 36: 383-391.
- Jasson, V., Jacxsens, L., Luning, P., Rajkovic, A., Uyttendaele, M. 2010. Alternative microbial methods: An overview and selection criteria. *Food Microbiology*, 27: 710-730.
- Kwon, Y.M., Ricke, S.C. 1998. Induction of acid resistance of *Salmonella* Typhimurium by exposure to short-chain fatty acids. *Applied Environmental Microbiology*, 64: 3458-0463.
- Monadi, A.R., Mirzaei, H., Javadi, A., Hosseinzade, N., Amjadi, Y. 2010. Effects of some probiotics on *Salmonella* Typhi during associated growth in milk. *African Journal of Microbiology Research*, 4: 2708-2711.
- Park, S.H., Aydin, M., Khatiwara, A., Dolan, M.C., Gilmore, D.F., Bouldin, J.L., Ahn, S., Ricke, S.C. 2014. Current and emerging technologies for rapid detection and characterization of *Salmonella* in poultry and poultry products. *Food Microbiology*, 38: 250-262.
- Porwollik, S., Boyd, E.F., Chay, C., Cheng, P., Florea, L., Proctor, E., McClelland, M. 2004. Characterization of *Salmonella enterica* subspecies I genovars by use of microarrays. *Journal of Bacteriology*, 18: 5883-5898.
- Ricke, S.C. 2003a. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry Science*, 82: 632-639.
- Ricke, S.C. 2003b. The gastrointestinal tract ecology of *Salmonella* Enteritidis colonization in molting hens. *Poultry Science*, 82: 1003-1007.
- Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M.A., Roy, S.L., Jones, J.L., Griffin, P.M. 2011. Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 17: 7-15.
- Stannard, C. 1997. Development and use of microbiological criteria for foods. *Food Science Technology Today*, 11: 137-177.
- Tauxe, R.V. 2002. Emerging foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 78: 31-41.