



## Kek ve Pilice İnoküle Edilen *Salmonella* Enteritidis'in Termal İnaktivasyonu

Ceyda Dadalı, Duygu Kışla\*

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova/İzmir, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 26 Temmuz 2017  
Kabul 24 Mart 2018

**Anahtar Kelimeler:**  
*Salmonella* Enteritidis  
Termal inaktivasyon  
Gıda güvenliği  
Konvektif fırın  
Pişirme

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: duygukisla@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada kek hamuruna ve çiğ bütün pilice inoküle edilen *Salmonella* Enteritidis'in konvektif tip fırında termal inaktivasyonu araştırılmıştır. Kek hamurunun tamamına ortalama 6,15 log-kob/g *S. Enteritidis* inoküle edilip 160°C'de alt-üst fan pişirme modunda 30 dakika ısı işlem uygulanmıştır. Kekin soğuk noktası olan geometrik merkezden alınan örneklerde ısı işlemi 5, 7 ve 10 dakikasında sırasıyla 1,49 log-kob/g, 2,06 log-kob/g, 4,29 log-kob/g *S. Enteritidis* azalışı sağlanmıştır. On beş dakika uygulanan ısı işlemi sonunda kek merkez sıcaklığı 85,69°C'ye ulaşmış olup *S. Enteritidis* tespit edilmemesine rağmen kek örneği pişmemiş olup duyu özellikleri kabul edilebilir durumda değildir. Güvenli ve duyu özellikleri tüketici tarafından kabul edilebilir olan kek 30 dakika süren ısı işlemi elde edilmiştir. Bütün pilicin soğuk noktası olan göğüs orta bölgesine ısı işlemi öncesinde ortalama 7,29 log-kob/g *S. Enteritidis* inoküle edilip 220°C'de alt-üst fan modunda 60 dakika ısı işlemi uygulanmıştır. Otuz beş ve 45 dakika ısı işlemi uygulanan pilicin soğuk noktasında sıcaklık sırasıyla 59,33 ve 74,08°C'ye ulaşmış olup sırasıyla 1,93 log-kob/g ve 5,33 log-kob/g *S. Enteritidis* azalışı sağlanmıştır. 220°C'de 60 dakika ısı işlemi uygulanan bütün piliçte *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir. 160°C'de alt-üst fan pişirme modunda 30 dakika ısı işlemi uygulanan kekler 4°C ve 25°C'de olmak üzere iki farklı depolama sıcaklığında 72 saat depolanmıştır. 220°C'de alt-üst fan pişirme modunda 60 dakika ısı işlemi uygulanan bütün piliç ise 4°C'de 72 saat depolanmıştır. Depolama sonrasında kek ve bütün piliç örneklerinde *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(4): 401-407, 2018

### Thermal Inactivation of *Salmonella* Enteritidis Inoculated to Cake and Chicken

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 26 July 2017  
Accepted 24 March 2018

**Keywords:**  
*Salmonella* Enteritidis  
Thermal inactivation  
Food safety  
Convective oven  
Cooking

\*Corresponding Author:

E-mail: duygukisla@gmail.com

### ABSTRACT

In this study, thermal inactivation of *Salmonella* Enteritidis inoculated to the cake dough and a whole raw chicken was investigated. The cake dough was inoculated with 6.15 log-cfu/g *S. Enteritidis* then, thermal treatment was applied at 160°C top-bottom fan cooking mode. The initial count of *S. Enteritidis* showed reductions 1.49 log-cfu/g, 2.06 log-cfu/g and 4.29 log-cfu/g in the samples from the cold point location from the geometric center of the cake at 5, 7 and 10 minutes of thermal treatment, respectively. Although *S. Enteritidis* is not detected at the end of 15 minutes of heat treatment, the center of the cake temperature has reached 85.69°C and the cake sample is uncooked and its sensory properties are not acceptable. The cake that is safe and favorable with the sensory properties to the consumers was obtained by heat treatment for 30 minutes. After the cold point of a whole raw chicken was inoculated with 7.29 log-cfu/g *S. Enteritidis*, thermal treatment was applied at 220°C top-bottom fan cooking mode. The temperature at the cold point of 35 and 45 minutes heat-treated chickens reached 59.33 and 74.08°C, respectively, and 1.93 log-cfu/g and 5.33 log-cfu/g *S. Enteritidis* reduction caused in the samples respectively. *S. Enteritidis* cells were not detected in the whole chicken heat treated at 220°C for 60 minutes. The cakes, heat treated at 160°C top-bottom fan cooking mode for 30 minutes, were stored at two different storage temperatures as 4°C and 25°C for 72 hours. The whole chicken, heat treated at 220°C top-bottom fan cooking mode for 60 minutes, was stored at 4°C for 72 hours. *S. Enteritidis* cells were not detected in the cake and the whole chicken samples after the storage period.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i4.401-407.1443>

## Giriş

Pişirme işlemi; hem gıda güvenliği, hem de gıdanın duyuşal özellikleri açısından gıda işlemede önemli bir aşamadır. Pişirme aşamasında uygulanan süre ve sıcaklığa bağlı olarak gıdanın renk, lezzet ve tekstür gibi duyuşal özellikleri tüketici tarafından kabul edilebilirliğini etkilemektedir. Duyuşal özelliklerin yanında pişirme sırasında uygulanan ısı işlem gıdanın mikrobiyal durumunu etkilemekte ve gıda güvenliğini sağlamaktadır (Pittia ve ark., 2008). Proses koşullarına bağlı olarak pişirme işlemi pastörizasyon ya da bazı koşullarda sterilizasyon etkisi oluşturmaktadır (Borch ve Arinder, 2002; Murphy ve ark., 2004a).

Pişirme işlemiyle sağlanan mikroorganizmaların inaktivasyon seviyesi birçok faktöre bağlıdır. Pişirme işleminin sıcaklık ve süresinin yanında ısı işleminin etkinliği, gıdada bulunan mikroorganizmanın ısı direnci, gıdanın kompozisyonel ve fiziksel karakteristiklerine bağlı olarak değişmektedir. Fazla uygulanan pişirme işlemi istenmeyen tat, tekstür oluşumunun yanında; arzu edilmeyen duyuşal özellik, besin değeri kaybına neden olmaktadır (Buchanan ve Edelson, 1999). Birçok gıda kaynaklı hastalık gıdaya uygulanan ısı işleminin yetersiz süre ve/veya sıcaklıkta uygulanmasından kaynaklanmaktadır (Chhabra ve ark., 2002). Dana ve tavuk etlerinin yetersiz pişirilmesi Salmonellosis gibi gıda enfeksiyonlarına neden olmaktadır (CDC, 2009). Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 1 milyon insan *Salmonella* spp. ile kontamine olmuş gıda tüketiminden dolayı hastalanmakta olup *Salmonella* spp.'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalıkların %67'si yetersiz pişirmeden kaynaklanmaktadır (Juneja ve ark., 2001; CDC, 2011).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım-Gıda Güvenliği ve Denetim Hizmetleri Servisi Bölümü (United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Services, USDA-FSIS); gıda kaynaklı patojenleri öldürmek, gıda kaynaklı hastalıkları azaltmak amacıyla yemeye hazır (ready to eat) dana etine uygulanacak ısı işlemle *Salmonella* spp.'de 6,5-D'lik azalma, yemeye hazır tavuk etine uygulanacak ısı işlemle 7-D'lik azalma sağlanması gerekliliği regülasyonda belirtilmiştir (USDA-FSIS, 1999).

Bu çalışmada kek ve bütün pilice inoküle edilen *S. Enteritidis*'in ev tipi konvektif fırında ısı işlem ile inaktivasyonu ve ısı işlem uygulandıktan sonra belirli şartlarda depolanan gıda örneklerinin *S. Enteritidis* açısından riskli olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Denemelerde kullanılan *S. Enteritidis* ATCC 13076 kültürü Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edilmiştir. *S. Enteritidis* kültürü 200 ppm nalidiksik aside direnç kazandırılmıştır. Kek örneğinin hazırlanmasında sade kek karışımı (Söke Değirmencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., İzmir), orta boy yumurta (Keskinöğlü Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Manisa), UHT süt (Pınar Süt Mamülleri San. A.Ş., İzmir), toz şeker (Tadı Bol, Kipa Kitle Pazarlama Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ankara), ayçiçek

yağı (Altınyaz Kombinaları A.Ş., İzmir) kullanılmıştır. Piliç denemelerinde ağırlığı 1490 – 1550 g arasında değişen sakatatsız, boyunsuz bütün piliçler (Gedik Piliç Tavukçuluk A.Ş., Uşak) kullanılmıştır. Bütün piliçler kesim sonrası soğuk zincirle sekiz saat içinde soğuk hava deposuna getirilmiş olup deneme öncesi 4°C'de en fazla iki gün depolanan örnekler analizde kullanılmıştır.

Pişirme denemeleri Vestel Beyaz Eşya A.Ş. tarafından temin edilen ev tipi ankastre konvektif tip elektronik fırında yapılmıştır. Pişirme sırasında gıda örneklerinin sıcaklığı J tipi ısı eş kullanılarak DuaLogR Thermocouple Thermometer (Digi-Sense) ile ölçülmüştür. Kek hamuru 39,8x33,8x5,0 cm ebatında tek kullanımlık alüminyum tepsi içinde, bütün piliçler ise 38x25 cm ebatında polyester film pişirme poşetine (Sera Fırın Torbası, Polmak Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş., Kocaeli) yerleştirildikten sonra alüminyum tepsi içinde pişirilmiştir.

### Metot

Çalışma kapsamında öncelikle inokülasyon yapılmamış, ısı işlem uygulanmamış kek hamuru ve bütün piliç örneğinin mikrobiyolojik kalitesi belirlenmiştir. Daha sonra sade kek ve bütün piliç örneklerine inoküle edilen nalidiksik aside dirençli *S. Enteritidis*'in fırında uygulanan ısı işlemle termal inaktivasyonu tespit edilmiştir. Depolama çalışmalarında ise ısı işlem uygulanmış kek örneğinin 4°C'de ve 25°C'de 72 saat, bütün pilicin 4°C'de 72 saat depolama süresi sonunda nalidiksik aside dirençli *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. Yapılan denemeler 2 paralelli ve 3 tekrarlı olarak tasarlanmıştır.

### Kek Hamuru ve Bütün Pilicin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi

Kek hamuru ve pilicin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi için *Salmonella* spp. aranması ve aerobik mezofilik bakteri sayımı analizleri yapılmıştır. Isıl işlem uygulanmamış kek hamuru ve piliç örneğinde *Salmonella* spp. aranması analizi TSE EN ISO 6579 (2005)'a, aerobik mezofilik bakteri sayımı FDA-BAM (2001)'a göre yapılmıştır.

### Kültürün Nalidiksik Aside Adaptasyonu

Gıdaların doğal florasında bulunan mikroorganizmaları inokülasyonda kullanılan kültürden ayırt etmek amacıyla *S. Enteritidis* 200 ppm nalidiksik aside (Sigma, N8878) Murphy ve ark. (1999) tarafından önerilen metoda göre direnç kazandırılmıştır. Bu aşamadan sonra *S. Enteritidis* gelişimi için kullanılan besiyerlerine 200 ppm nalidiksik asit eklenmiştir.

### Kültürün İnokülasyon İçin Hazırlanması

Nalidiksik aside direnç kazandırılan *S. Enteritidis* deneme öncesinde nalidiksik asit içeren 5 mL Tryptic Soy Broth (TSBN, Merck, 1.07228.0500) besiyerine inoküle edilerek 37°C'de 18 – 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda besiyerinin uzaklaştırılması amacıyla 5 000 rpm devirde 30 dakika süre ile santrifüj (Hettich Rotofix II) edilmiştir. Süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen hücre pelletleri 5 mL

steril %0,1'lik (w/v) peptonlu su ile iki defa yıkanmıştır. Kek örneğinin kullanıldığı denemelerde son yıkamanın ardından elde edilen hücre peletleri 5 mL steril %0,1'lik (w/v) peptonlu su ile süspanse edilmiştir. Piliç örneğinin kullanıldığı denemelerde ise pilice enjekte edilen inokülümün piliç eti içinde metilen mavisi (Merck, 115943) ile görünürlüğü sağlanmıştır. Son yıkamanın ardından elde edilen hücre peletleri 0,07 g/l konsantrasyonda metilen mavisi içeren 5 mL steril %0,1'lik (w/v) peptonlu su ile süspanse edilmiştir. Pilicin kullanıldığı denemelerde kültürün görünürlüğünü sağlayan 0,07 g/l konsantrasyonda kullanılan metilen mavisinin 200 ppm nalidiksik aside dirençli *S. Enteritidis*'in gelişim düzeyine etki etmediği ön denemelerle belirlenmiştir.

#### *Kek Hamurunun Hazırlanışı ve Kültürün İnokülasyonu*

Kek hamuru; sade toz kek karışımı üretici firmanın kullanım önerisi doğrultusunda hazırlanmıştır. Dört yüz elli g sade kek karışımı, 4 adet yumurta, 250 mL süt, 250 g toz şeker ve 125 mL ayçiçeği yağı bir denemede kullanılacak kek hamurunun hazırlanmasında kullanılmıştır. İki yüz elli g şeker ve 4 yumurta ev tipi mikser yardımıyla yüksek devirde 5 dakika karıştırılarak şekerin erimesi sağlanmış ve 450 g kek karışımı, 250 mL süt, 125 mL yağ eklendikten sonra ev tipi mikser yardımıyla 5 dakika daha karıştırılarak kek hamuru hazırlanmıştır. Bin iki yüz elli g kek hamuruna hazırlanan kültürden 12,5 mL inoküle edilmiştir. İnokülümün kek içinde dağılımının sağlanması için hazırlanmış kek hamuruna inokülasyon yapıldıktan sonra ev tipi mikser ile iki dakika karıştırılarak homojenizasyon sağlanmıştır. Bu yöntemle kek örneğine ısı işlem öncesinde ortalama 6,15 log-kob/g seviyesinde *S. Enteritidis* inokülasyonu sağlanmıştır. Rinaldi ve ark. (2011) ve Farid ve Ghani (2004) düzgün geometrik şekillerin soğuk noktasının geometrik merkez olduğunu belirtmiştir. Dikdörtgen şekilli alüminyum tepside pişirilen kek hamurunun akışkan yapısı nedeniyle geometrik merkez olan soğuk noktaya inoküle edilen kültür yayıldığı için inokülasyon kek hamurunun tamamına yapılmıştır.

#### *Bütün Pilice Kültürün İnokülasyonu*

Pişirme işlemi öncesinde 4°C'de depolanan bütün pilicin en geç ısınan soğuk noktası olan göğüs orta bölgesine (Siripon ve ark., 2007) hazırlanan kültürden 1 mL inoküle edilmiştir. İnokülasyon deri altından 1,6 cm derinliğe tek kullanımlık steril iğne (30 G) kullanılarak yapılmıştır. Enjektör göğüs etine dik olacak şekilde batırılarak 1 cm<sup>2</sup>'lik göğüs bölgesinde dört noktaya inokülasyon yapılmıştır. Her noktaya 0,25 mL inokülüm aktararak metilen mavisi ile renklendirilmiş toplam 1 mL kültür inoküle edilmiştir. İnoküle edilen hücrelerin piliç eti dokusuna tutunması için 4°C'de 30 dakika süre ile bekletilmiştir (Pradhan ve ark., 2007). Bu yöntemle yapılan inokülasyonla göğüs orta bölgesindeki soğuk noktada *S. Enteritidis*'in 7,29 log-kob/g seviyesinde olması sağlanmıştır.

#### *İnokülasyon Yapılmış Keke Isıl İşlem Uygulanması*

Kek örneğine uygulanan ısı işlem koşulları ön denemelerle belirlenmiştir. Isıl işlem, 8 panelist

katılımıyla sıralama testi sonucunda panelister tarafından en beğenilen sıcaklık, süre ve pişirme modunda (160°C/30 dakika/alt-üst fan pişirme modu) gerçekleştirilmiştir. Kek hamuru 10 mL ayçiçeği yağı ile yağlanmış tepsiye dökülüp, beş adet tepsi yerleştirme katı bulunan fırının orta katına kek tepsi yerleştirilerek sıcaklığı 160°C'ye ulaşmış fırında ısı işlem uygulanmıştır. Kek örneğinde inoküle edilen *S. Enteritidis*'in termal inaktivasyonunu belirlemek amacıyla 0, 5, 7, 10, 15 ve 30. dakikalarda örnekleme yapılarak *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. Her pişirme süresi için ayrı kek örnekleri hazırlanmıştır. Isıl işlem uygulamasıyla gıdanın soğuk noktasındaki sıcaklık değişimi pişirme tepsi geometrik merkezinden kekin tabanından 1 cm içine batacak şekilde ısı eş ile belirlenmiştir.

#### *İnokülasyon Yapılmış Bütün Pilice Isıl İşlem Uygulanması*

Bütün pilice uygulanan ısı işlem koşulları ön denemelerle belirlenmiştir. Sekiz panelist katılımıyla sıralama testi sonucunda panelistler tarafından en beğenilen sıcaklık, süre ve pişirme modunda (220°C/60 dakika/alt-üst fan pişirme modu) piliçler pişirilmiştir. Bütün pilicin kullanıldığı tüm denemelerde sıcaklığı 220°C'ye ulaşmış fırında alt-üst fan pişirme modunda ısı işlem uygulanmıştır. Piliç örneğine *S. Enteritidis* inoküle edildikten sonra ısı işlemin 0, 15, 25, 35, 45 ve 60. dakikasında alınan örneklerde *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. Her ısı işlem süresi için ayrı piliç örnekleri kullanılmıştır. Piliç örneği ise pişirme poşetine yerleştirildikten sonra, tek kullanımlık alüminyum tepside pişirilmiştir.

#### *S. Enteritidis Sayımı*

Isıl işlem uygulandıktan sonra fırından çıkarılan gıdanın pişmeye devam etmesini önlemek, ısı işlemin sonlandırıldığı ana ait verileri elde etmek amacıyla soğutma işlemi uygulanmıştır. Isıl işlem bittiği anda gıda hemen soğutmaya alınmıştır. Keklerin geometrik merkezinden alınan örnekler steril stomacher poşetine aktarılıp buz-su karışımı bulunan kaba daldırılarak hızla soğutulmuştur. Isıl işlem uygulanan bütün piliçler ise pişirme poşetiyle birlikte başka bir steril poşete konarak buz – su karışımı bulunan kaba daldırılarak hızla soğutulmuştur. On g örnek tartılıp 90 mL %0,1'lik (w/v) peptonlu su ile kek örnekleri 1 dakika, piliç örnekleri 4 dakika süre ile normal hızda stomacher (Stomacher 400 Circulator, Seward) ile homojenize edilmiştir (Pradhan ve ark., 2007). Bu şekilde hazırlanan ilk dilüsyondan %0,1'lik (w/v) peptonlu su ile desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 200 ppm nalidiksik asit içeren Tryptic Soy Agar (TSAN; Tryptic Soy Broth, Merck, 1.07228.0500; Agar-Agar, Merck, 1.01614.1000) besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. Petriler 37°C'de 48-72 saat inkübe edilmiştir (Murphy ve ark., 2004b).

#### *Depolama Özelliklerinin Belirlenmesi*

Depolama çalışması pişirme işlemi tamamlanmış olan gıda örnekleri için yapılmıştır. Fırının alt-üst fan modunda 160°C'de 30 dakika pişirilen kek, 220°C'de 60 dakika pişirilen bütün piliç örnekleri depolamaya alınmıştır. 160°C'de 30 dakika pişirilen kek için iki farklı

depolama sıcaklığı seçilmiş olup birinci grup kek örneği 25°C’de 72 saat, ikinci grup kek örneği ise 4°C’de 72 saat depolanmıştır. Bütün piliç örneği ise 220°C’de 60 dakika pişirildikten sonra 4°C’de 72 saat depolanmıştır. Depolama süresi sonunda örnekler *S. Enteritidis* sayımı bölümü anlatıldığı şekilde analiz edilmiştir

#### İstatistiksel Analizler

Çalışma kapsamında iki paralel ve üç tekrarlı yapılan analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS 16.0 Windows paket programı (SPSS 16.0 for Windows) ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık ANOVA (Analyses of Variance) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

#### Bulgular ve Tartışma

##### Kek Hamuru ve Bütün Piliçin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi

Isıl işlem uygulanmamış ve inokülasyon yapılmamış kek hamuru ve bütün piliç örneklerine ait aerobik mezofilik bakteri sayımı ve *Salmonella* spp. aranması analizleri sonuçları Tablo 1’de görülmektedir. Kek hamuru örneğinde 3,01 log-kob/g seviyesinde aerobik mezofilik bakteri tespit edilmiştir. Lancioetti ve ark. (1998), ısıl işlem uygulanmış kek örneğinde aerobik mezofilik bakteri sayısını 2,20 log-kob/g, Ji ve ark. (2007), ısıl işlem uygulanıp üç gün depolanan kek örneğinde 2,78 log-kob/g seviyesinde aerobik mezofilik bakteri tespit etmiştir. Çalışmamızda ısıl işlem uygulanmamış olmasına rağmen kek hamurunun aerobik mezofilik bakteri sayısı yukarıda bahsedilen ısıl işlem uygulanan kek örneklerine yakındır. Kek hamurunda bulunma olasılığı olan *Salmonella* spp.’nin en önemli kaynağı yumurta olup analiz sonucunda kek hamurunda *Salmonella* spp./25 g tespit edilmemiştir. Bütün piliçte 4,56 log-kob/g seviyesinde aerobik mezofilik bakteri tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları için aerobik mezofilik bakteri sayısı ile ilgili kriter bulunmamaktadır (Anon, 2011). İsmail ve ark. (2000), piliç örneklerinde aerobik mezofilik bakteri sayısını 3,32–5,77 log-kob/g aralığında tespit etmiştir. Elde edilen sonuç İsmail ve ark. (2000) ile uyumludur.

Bütün piliç örneğinin göğsünden alınan örneklerde de *Salmonella* spp./25 g tespit edilmemiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğinde çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları kriterine uygundur (Anon, 2011).

##### Keke ve Bütün Piliçe İnoküle Edilen *S. Enteritidis*’in Termal İnaktivasyonu

Sade kek örneğine ortalama 6,15 log-kob/g seviyesinde inoküle edilen *S. Enteritidis*’in termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla 0, 5, 7, 10, 15 ve 30. dakikalarda hem kekin geometrik merkez sıcaklığı ölçülmüş hem de geometrik merkezden alınan örneklerde *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. Analiz sonuçlarına ait değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Sade kek örneklerine inoküle edilen *S. Enteritidis*’in 160°C fırında alt-üst fan pişirme modunda uygulanan ısıl işlemle termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla 0, 5, 7, 10, 15 ve 30. dakikalarda alınan örneklerde *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. 160°C’de 5 dakika uygulanan ısıl işlemle 1,49 log-kob/g, 7 dakika uygulanan ısıl işlemle 2,06 log-kob/g, 10 dakika uygulanan ısıl işlemle 4,29 log-kob/g *S. Enteritidis* azalışı sağlanmıştır (P<0.05). On beş dakika uygulanan ısıl işlem sonunda ise *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir. Isıl işlem başlangıcında ortalama 20,83°C olan kekin merkez sıcaklığı 160°C’de 5, 7, 15 ve 30 dakika uygulanan ısıl işlemle sırasıyla ortalama 48,45°C, 54,16°C, 75,13°C, 85,69°C ve 112,64°C’ye yükselmiştir (P<0.05). 160°C’de 10 dakika uygulanan ısıl işlemle soğuk noktadaki sıcaklık güvenli ısıl işlem sıcaklığı olan 74°C’nin (USDA-FSIS, 2015) üzerinde (75,13°C) olmasına rağmen kek örneğinde 1,86 log-kob/g *S. Enteritidis* tespit edilmiştir. Kek örneğine 160°C’de alt-üst fan pişirme modunda 15 dakika ısıl işlem uygulandığında soğuk noktada *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir ve 15 dakikalık ısıl işlemle gıda güvenliği sağlanmıştır. Ancak 160°C’de alt-üst fan pişirme modunda 15 dakika ısıl işlem uygulanan kek örneği pişmemiş durumda olduğu için duyu özellikleri kabul edilebilir durumda değildir. Bu nedenle duyu özellikleri açısından kabul edilen ve güvenli gıda elde edilmesini sağlayan kek örneği 160°C’de alt üst fan pişirme modunda 30 dakika ısıl işlem uygulanarak elde edilmiştir.

Tablo 1 Kek hamuru ve bütün piliçin mikrobiyolojik kalitesini belirlenmesi amacıyla yapılan analiz sonuçları<sup>1</sup>

Table 1 Analysis results for determination of microbiological quality of cake dough and whole chicken

Gıda	Aerobik mezofilik bakteri sayısı (log-kob/g)	<i>Salmonella</i> spp./25 g
Kek hamuru	3,01±0,05	Negatif
Bütün piliç	4,56±0,17	Negatif

<sup>1</sup>: Mikroorganizma sayıları (ortalama ± standart sapma) 2 paralel ve 3 tekrarın aritmetik ortalamasıdır.

Tablo 2 160°C’de ısıl işlem süresi boyunca kek örneklerinin soğuk noktasındaki sıcaklık ve *S. Enteritidis* sayısındaki değişiklikler<sup>1</sup>

Table 2 Changes in temperature and *S. Enteritidis* count at cold point of cake samples during heat treatment at 160°C

Isıl işlem süresi (Dakika)	<i>S. Enteritidis</i> sayısı (log-kob/g)	Kekin sıcaklığı (°C)
0	6,15±0,13 <sup>e</sup>	20,83±1,67 <sup>a</sup>
5	4,66±0,23 <sup>d</sup>	48,45±1,15 <sup>b</sup>
7	4,09±0,11 <sup>c</sup>	54,16±2,73 <sup>c</sup>
10	1,86±0,53 <sup>b</sup>	75,13±2,83 <sup>d</sup>
15	<10 <sup>a</sup>	85,69±2,89 <sup>e</sup>
30	<10 <sup>a</sup>	112,64±3,54 <sup>f</sup>

<sup>1</sup>: Mikroorganizma sayıları (ortalama ± standart sapma) iki paralel ve üç tekrarın aritmetik ortalamasıdır. Küçük harfler sütunlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (P>0,05).

Tablo 3 220°C’de ısıtma süresi boyunca bütün piliç örneklerinin soğuk noktasındaki sıcaklık ve *S. Enteritidis* sayısındaki değişiklikler<sup>1</sup>.

Table 3 Changes in temperature and *S. Enteritidis* count at cold point of chicken samples during heat treatment at 220°C

Isıl işlem süresi (Dakika)	<i>S. Enteritidis</i> sayısı (log-kob/g)	Pilicinin sıcaklığı (°C)
0	7,29 ±0,01 <sup>d</sup>	7,75±1,06 <sup>a</sup>
15	7,18± 0,03 <sup>d</sup>	40,25±2,62 <sup>b</sup>
25	6,97±0,01 <sup>d</sup>	48,05±2,47 <sup>c</sup>
35	5,36±0,47 <sup>c</sup>	59,33±2,09 <sup>d</sup>
45	1,96±0,33 <sup>b</sup>	74,08±0,3 <sup>e</sup>
60	<10 <sup>a</sup>	84,80±0,76 <sup>f</sup>

<sup>1</sup>: Mikroorganizma sayıları (ortalama ± standart sapma) iki paralel ve üç tekrarın aritmetik ortalamasıdır. Küçük harfler sütunlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir (P>0,05).

Tablo 4 Depolama sonrası kek ve bütün piliç örneklerine ait sayım sonuçları<sup>1</sup>

Table 4 Results of microbial counts for cake and whole chicken samples after storage period

Gıda	Depolama koşulu	<i>S. Enteritidis</i> sayısı (log-kob/g)
Kek	25°C / 72 saat	<10
	4°C / 72 saat	<10
Bütün piliç	4°C / 72 saat	<10

<sup>1</sup>: Mikroorganizma sayıları iki paralel ve üç tekrarın ortalamasıdır. Sonuçlar arasında fark olmadığı için istatistiksel analiz yapılmamıştır.

Kek örneğine inoküle edilen mikroorganizmaların fırında uygulanan ısıtma işlemiyle termal inaktivasyonun araştırıldığı çalışmalar sınırlıdır. Kek örneğiyle ilgili fırında yapılan çalışmalarda fırın içi sıcaklık profili, kek sıcaklık profili, nem kaybı, pH değişimi, renk değişimi, tekstür özellikleri, ağırlık kaybı, su aktivitesi değişimi incelenmiştir (Baik ve ark., 2000a; Baik ve ark., 2000b; Sakin ve ark., 2007; Fehaili ve ark., 2010; Shahapuzi ve ark. 2015).

Bütün pilice 7,29 log-kob/g seviyesinde inoküle edilen *S. Enteritidis*’in termal inaktivasyonunu tespit etmek amacıyla 220°C’de 0, 15, 25, 35, 45 ve 60. dakikalarda soğuk noktadan alınan örneklerde *S. Enteritidis* sayımı yapılmıştır. Termal inaktivasyonu tespit etmek amacıyla yapılan *S. Enteritidis* sayımı sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Isıl işlemin 15 ve 25. dakikasında *S. Enteritidis* sırasıyla 7,18 ve 6,97 log-kob/g olarak belirlenmiştir. Ancak *S. Enteritidis* azalmasının istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (P>0,05). *S. Enteritidis* 45. dakikada 1,96 log-kob/g seviyesinde tespit edilirken 60. dakikada *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir. 220°C’de alt-üst pişirme modunda 15, 25, 35, 45 ve 60. dakikasındaki sıcaklık artışının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Tablo 3) (P<0,05).

Bütün piliç örneğine 220°C’de alt üst fan pişirme modunda 60 dakika ısıtma işlemi uygulanarak 7-D’lik *S. Enteritidis* azalışı sağlanarak USDA-FSIS (1999) regülasyonuna uygun olarak tavuk pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. 220°C’de alt üst-fan pişirme modunda 45 dakika pişirilen bütün piliç örneği dokusal özellikleri ve soğuk nokta sıcaklığı (74,08°C) açısından pişmiş olması rağmen soğuk noktada hala 1,96 log-kob/g *S. Enteritidis* bulunmaktadır. Bu nedenle 45 dakika uygulanan ısıtma işlemi bütün piliç örneğinde gıda güvenliğini sağlamak için yeterli değildir. Hem mikrobiyal durumu hem de duyu özellikleri açısından kabul edilebilir bütün piliç örneği 220°C’de alt-üst fan pişirme modunda 60 dakika ısıtma işlemi uygulanarak elde edilmiştir.

Fırında uygulanan ısıtma işlemiyle *S. Enteritidis*’in termal inaktivasyonun araştırıldığı çalışmamızda gıdanın sıcaklığı 74°C’nin üstünde olmasına rağmen hem kek hem de bütün piliç örneğinde *S. Enteritidis* tespit edilmiştir. 74°C üzeri sıcaklıklarda patojen mikroorganizma tespit edilmesi nedeni olarak yağ, protein, karbonhidrat ve diğer gıda bileşenlerinin mikroorganizmalar üzerine koruyucu etki yaratmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Jay, 2000). Murphy ve ark. (1999), tavuk kıyması köftesinde *Salmonella* spp. ve *Listeria* spp.’nin ısı direncinin pepton (%0,1) – agar (%0,1) ortamıyla kıyaslandığında daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Literatürde de gıda sıcaklığının 74°C’yi aşmasına rağmen patojen mikroorganizmaların tespit edildiği çalışmalar mevcuttur. Schnepf ve Barbeau (1989), mikrodalga fırında iç sıcaklığı 79°C’ye kadar pişirilen 3 tavuk örneğinin 2’sinde, 85°C’ye kadar pişirilen 3 tavuk örneğinin hepsinde *S. typhimurium* tespit etmiştir. Murphy ve ark., (2001) tavuk göğüsü kıyması köftelerinin merkez sıcaklığı 80°C’ye ulaştığında 1 log kob/g *S.senftenberg*, 3 log kob/g *L.innocua* tespit edilmiştir. Yılmaz ve ark. (2002), fırında ısıtma işlemi uygulanarak merkez sıcaklığı 79°C’ye ulaşan köftelerde 3,86 log-kob/g aerobik mezofilik bakteri, 1,57 log-kob/g koliform, 2,11 log-kob/g toplam *Staphylococcaceae*, 1,17 log-kob/g *Staphylococcus aureus* tespit etmiştir. Yılmaz ve ark. (2005), ısıtma işlemi öncesi 4 log-kob/g *Escherichia coli* O157:H7 inoküle edilen köfte örneklerine konvansiyonel fırında merkez sıcaklığı 78°C’ye ulaşana kadar ısıtma işlemi uygulandığında *E. coli* O157:H7 tespit edilmezken, *S. aureus* sayısı 2,69 log-kob/g, aerobik mezofilik bakteri sayısı ise 4,31 log-kob/g tespit etmiştir. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda da gıdaların sıcaklığı 74°C olan güvenli pişirme sıcaklığını aşmasına rağmen çalışmamız sonuçlarıyla uyumlu olarak patojen mikroorganizmalar tespit edilmiştir.

### Depolama Süresince *S. Enteritidis*'in İnaktivasyon Özellikleri

Isıl işlem öncesi ortalama 6,15 log-kob/g *S. Enteritidis* inoküle edilmiş, 160°C'de alt-üst fan pişirme modunda 30 dakika ısıl işlem uygulanmış kek örneği depolamaya alınmıştır. Kek örneği için 25°C ve 4°C olmak üzere iki farklı depolama sıcaklığı seçilmiştir. Bütün piliç örneğine ısıl işlem öncesi ortalama 7,29 log-kob/g *S. Enteritidis* inoküle edilip, 220°C'de alt-üst fan pişirme modunda 60 dakika ısıl işlem uygulandıktan sonra depolanmıştır. Bütün piliç örneği için depolama sıcaklığı olarak 4°C seçilmiştir. Depolama süresi ise kek ve bütün piliç örneği için 72 saat olarak belirlenmiştir. Bu depolama koşullarına ait analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. 25°C'de 72 saat, 4°C'de 72 saat depolanan kekler ve 4°C'de 72 saat depolanan bütün piliçte *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir.

Isıl işleme direnç gösterebilecek olası hücreler olduğu durumda mikroorganizmalar tamir mekanizmalar tekrar gelişme gösterebilir (Wu, 2008). Isıl işlem uygulanan gıda örneğinde varsa hasar görmüş; ancak depolama süresinde tamir mekanizması sayesinde gelişebilen *S. Enteritidis* bulunuyorsa tespit edilmesi amacıyla depolama çalışması gerçekleştirilmiştir. Kek örneği 0,71-0,79 aralığında su aktivitesine (Abellana ve ark.,1997) sahip olduğu olduğu için 25°C'de oda sıcaklığında da depolanmıştır. Ji ve ark. (2007), de kek örneğinin 25°C'de 3 gün depolama süresinde duysal olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmiştir. Patsias ve ark. (2006)'a göre ısıl işlem uygulanmış ve 4°C'de 72 saat depolanmış piliç örneği hem duysal hem de mikrobiyolojik açıdan kabul edilir durumdur. 4°C'de 72 saat ve 25°C'de 72 saat depolanan kek örneklerinde *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir. Bütün piliç örneğinin de 4°C'de 72 saat depolanması sonucunda *S. Enteritidis* tespit edilmemiştir.

### Sonuç

Değişen yaşam stiliyle birlikte gıda hazırlamak amacıyla ayrılan süre azalmaktadır. Fırın üreticileri bu amaçla gıda hazırlamak için zaman alan uğraşların azaltılması amacıyla fırın pişirme programlarını gözden geçirmektedir. Fırın kullanıcılarının pişirecekleri gıdayı temsil eden tek tuşa basarak pratikçe pişirme işlemi gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Pişirme işlemi gıdanın duysal özellikleri bakımından kabul edilebilirliğini sağlarken, aynı zamanda gıda güvenliğini sağlaması da önemlidir. Bu amaçla, fırında pişirilen ürün grubunu temsil eden kek ve bütün piliç ile bu ürünlerde bulunma olasılığı bulunan patojen olarak *S. Enteritidis* çalışmada kullanılmıştır. Sonuç olarak, 160°C'de alt üst fan pişirme modunda 30 dakika ısıl işlem uygulanarak pişirilen kek örneği ve 220°C'de alt üst fan modunda 60 dakika ısıl işlem uygulanarak pişirilen kek örneği hem gıda güvenliğini sağlayan hem de duysal açıdan beğenilen ürün olarak fırın tasarımı kullanılabilecek verilerin güncellenmesini sağlayacaktır. Ayrıca literatürde kek örneğinde patojen mikroorganizmaların fırında termal inaktivasyonunu araştıran çalışma sınırlı sayıda olduğundan dolayı bu araştırma literatüre katkı sağlayacaktır.

### Teşekkür

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde destek sağlayan Vestel Beyaz Eşya A.Ş.'ye teşekkürlerimizi sunarız.

### Kaynaklar

- Abellana M, Torres L, Sanchis V, Ramos AJ. 1997. Caracterización de diferentes productos de bollería industrial: II. Estudio de la microflora. *Alimentaria*, 287: 51-56.
- Anonim. 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Yayımlandığı resmi gazete: 29.12.2011-28157.
- Baik OD, Marcotte M, Castaigne F. 2000a. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens Part I. Characterization of baking conditions. *Food Res. Int.*, 33(7): 587-598.
- Baik OD, Marcotte M, Castaigne F. 2000b. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens part II. Evaluation of quality parameters. *Food Res. Int.*, 33(7): 599-607.
- Borch E, Arinder P. 2002. Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. *Meat Sci.*, 62(3), 381-390.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2009. National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Salmonellosis. Erişim adresi: <http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/salmonellosis/#what> [Erişim tarihi: 11.02.2017].
- CDC. 2011. Vital signs making food safer to eat reducing contamination from the farm to the table. Erişim adresi: <http://www.cdc.gov/VitalSigns/pdf/2011-06-vitalsigns.pdf> [Erişim tarihi 29.04.2012].
- Chhabra AT, Carter WH, Linton RH, Cousin MA. 2002. A predictive model that evaluates the effect of growth conditions on the thermal resistance of *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.*, 78(3): 235-243.
- Farid M, Ghani AGA. 2004. A new computational technique for the estimation of sterilization time in canned food. *Chem Eng Process.*, 43(4): 523-531.
- FDA-BAM online. 2001. Aerobic Plate Count, Bacteriological Analytical Manual, Chapter: 3. Erişim adresi: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm063346.html> [Erişim tarihi:20.03.2012].
- Fehaili S, Courel M, Rega B, Giampaol P. 2010. An instrumented oven for the monitoring of thermal reactions during the baking of sponge cake. *J. Food Eng.*, 101(3): 253-263.
- Ismail SAS, Deak T, Abd El-Rahman HA, Yassien MAM, Beuchat LR. 2000. Presence and changes in populations of yeasts on raw and processed poultry products stored at refrigeration temperature. *Int. J. Food Microbiol.*, 62(1-2): 113-121.
- Jay JM. 2000. *Modern Food Microbiology* 6th Edition. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg, Maryland. 978-0-8342-1671-6.
- Ji Y, Zhu K, Qian H, Zhou H. 2007. Microbiological characteristics of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Control*, 18(12): 1507-1511.
- Juneja VK, Eblen BS, Marks HM. 2001. Modeling non-linear survival curves to calculate thermal inactivation of salmonella in poultry of different fat level. *Int. J. Food Microbiol.*, 70(1-2): 37-51.
- Murphy RY, Davidson MA, Marcy JA. 2004a. Process lethality prediction for *Escherichia coli* O157:H7 in raw franks during cooking and fully cooked franks during post-cook pasteurisation. *J. Food Sci.*, 69(4): FMS112-FMS116.
- Murphy RY, Beard BL, Martin EM, Keener AE, Osaili T. 2004b. Predicting process lethality of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground, formulated, and formed beef/turkey links cooked in an air impingement oven, *Food Microbiology*, 21: 493-499.

- Murphy RY, Johnson ER, Marks BP, Johnson MG, Marcy JA. 2001. Thermal inactivation of *Salmonella senftenberg* and *Listeria innocua* in ground chicken breast patties processed in an air convection oven. *Poultry Sci.*, 80: 515–521.
- Murphy RY, Marks BP, Johnson ER, Johnson MG. 1999. Inactivation of *Salmonella* and *Listeria* in ground chicken breast meat during thermal processing. *J. Food Prot.*, 62(9): 980-985.
- Patsias A, Chouliara I, Badeka A, Savvaidis IN, Kontominas MG. 2006. Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. *Food Microbiol.*, 23(5): 423-429.
- Pittia P, Furlanetto R, Maifreni M, Mangina FT, Rosa MD. 2008. Safe cooking optimisation by *F*-value computation in a semi-automatic oven. *Food Control*, 19: 688-697.
- Pradhan KP, Li Y, Marcy JA, Johnson MG, Tamplin ML. 2007. Pathogen kinetics and heat and mass transfer-based predictive model for *Listeria innocua* in irregular shaped poultry products during thermal processing. *J. Food Prot.*, 70(3): 607-615.
- Rinaldi M, Chiavaro E, Massini R. 2012. Real-time estimation of slowest heating point temperature and residual cooking time by coupling multipoint temperature measurement and mathematical modelling: Application to meat cooking automation. *Food Control*, 23(2): 412-418.
- Sakin M, Kaymak-Ertekin F, Ilıcalı C. 2007. Simultaneous heat and mass transfer simulation applied to convective oven cup cake baking. *J. Food Eng.*, 83(3): 463-474.
- Sánchez-Pardo ME, Ortiz-Moreno A, García-Zaragoza FJ, Necoechea-Mondragón H, Chanona-Pérez JJ. 2012. Comparison of pound cake baked in a two cycle microwave-toaster oven and in conventional oven. *Food Sci. Technol.*, 46(1): 356–362.
- Schnepf M, Barbeau, WE, 1989. Survival of *Salmonella typhimurium* in roasting chickens cooked in a microwave, convection microwave, and a conventional electrical oven. *Journal of Food Saf.*, 9(4): 245–252.
- Shahapuzi NS, Taip FS, Ab Aziz N, Ahmedov A. 2015. Effect of oven temperature profile and different baking conditions on final cake quality. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 50: 723-729.
- Siripon K, Tansakul A, Mittal GS. 2007. Heat transfer modeling of chicken cooking in hot water. *Food Res. Int.*, 40(7): 923-930.
- TSE EN ISO 6579, 2005, Mikrobiyoloji - Gıda ve Hayvan Yemleri – *Salmonella* Türlerinin Belirlenmesi İçin Yatay Yöntem.
- USDA-FSIS (United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Services). 1999. Performance standards for the production of certain meat and poultry products. *Fed. Reg.*, 64(3): 732-749.
- USDA-FSIS (United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Services). 2015. Chicken from farm to table. Erişim adresi: <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/poultry-preparation/chicken-from-farm-to-table> [Erişim Tarihi: 12.04.2017].
- Wu VCH. 2008. A review of microbial injury and recovery methods in food. *Food Microbiol.*, 25(6): 735-744.
- Yılmaz I, Yetim H, Ockerman HW. 2002. The Effect of different cooking procedures on microbiological and chemical quality characteristics of Tekirdağ meatballs. *Nahrung/Food*, 46(4): 276-278.