



Hayvansal Gıdalarda *Escherichia coli* O157:H7'nin Önemi

Nurhan ERTAŞ¹, Yeliz YILDIRIM¹, Fulden KARADAL², Serhat AL¹

¹ Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Kayseri-TÜRKİYE

² Niğde Üniversitesi Ulukışla Meslek Yüksekokulu Niğde-TÜRKİYE

Özet: Shiga toksin üreten *Escherichia coli* (*E. coli*) 'ler hayatı tehdit eden hemolitik üremik sendrom (HUS), hemorajik kolitis, kanlı ve kansız diyare gibi farklı klinik bulgulara neden olan önemli bir gıda patojenidir. *E. coli* O157:H7'nin klinik açıdan en önemli virulans faktörleri; shiga-like toksinler (*stx*₁ ve *stx*₂), intimin ve enterohemolizindir. *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı enfeksiyonların çoğu çiğ et ve çiğ süt gibi sığır orjinli gıdalardan meydana gelmektedir. Etkenin neden olduğu enfeksiyonlarda antibiyotikler tedavi amacıyla kullanılmamalıdır. Antibiyotik uygulamalarının tedavide yardımcı olduğuna dair herhangi bir kanıt yoktur ayrıca antibiyotik alımı HUS riskini artırabilir. Bu nedenle *E. coli* O157:H7 enfeksiyonlarının önlenmesinde en önemli yol koruyucu tedbirlerdir.

Anahtar Kelimeler: *E. coli* O157:H7, hemolitik üremik sendrom, hemorajik kolitis, korunma

Importance of *Escherichia coli* O157:H7 in Food of Animal Origin

Summary: Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (*E. coli*) is an important emerging foodborne pathogen associated with different clinical manifestations such as haemorrhagic and non- haemorrhagic diarrhea, hemorrhagic colitis (HC), and the life-threatening hemolytic-uremic syndrome (HUS). The most clinically important virulence factors of *E. coli* O157:H7 is the production of Shiga-like toxins (*stx*₁ and *stx*₂), intimin and enterohemolysin. Most of the foodborne infections caused by *E. coli* O157:H7 have been associated with foods of bovine origin, particularly ground beef and raw milk. Antibiotics should not be used to treat this infection. There is no evidence that treatment with antibiotics is helpful, and taking antibiotics may increase the risk of HUS. Therefore protective measurement is the major way to prevent *E. coli* O157:H7 infections.

Key Words: *E. coli* O157:H7, hemolytic uremic sendrom, hemorrhagic colitis, protection

Giriş

İnsan beslenmesinde hayvansal ürünler oldukça önemli role sahiptir. Hayvansal gıdaların başında da et ve et ürünleri gelmektedir. Yeterli miktarda hayvansal protein tüketen insanlar fizyolojik olarak daha iyi gelişirler. Özellikle bebeklerin anne karını ve doğumdan sonra zihinsel gelişimleri için annenin yeteri kadar hayvansal protein alması zorunludur. Ancak insan beslenmesinde oldukça büyük öneme sahip olan hayvansal gıdalar, hijyenik ve teknolojik kurallara uygun olmayan şartlarda üretildiğinde besin kaynaklı hastalıklar açısından riskli olabilmektedir. Besin kaynaklı bakteriyel hastalıklara yol açan patojenlerden biri de günümüzde önemi giderek artan *Escherichia coli* O157:H7'dir.

Escherichia coli O157:H7 Serotipinin Özellikleri

Theodor Escherich tarafından bir çocuğun dışkı-sından izole edilen ve önce *Bacterium coli commu-*

ne olarak isimlendirilen *Escherichia coli* insanların gastro intestinal sisteminde yaşayan Gram negatif, fakültatif anaerob bir bakteridir (15, 37). *E. coli*'lerin, üriner sistem hastalıkları, sepsis, meningitis ve enterik hastalıklara neden olduğu bilinmektedir. Diyarejenik *E. coli*'ler, enteropatogenik *E. coli* (EPEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvazif *E. coli* (EIEC), enterohemorajik *E. coli* (EHEC), diffuz-adhering *E. coli* (DAEC), enteroagregatif *E. coli* (EAggEC) olmak üzere altı ana grup altında toplanmaktadır (37, 45). Shiga-like toksin üreten *E. coli*'ler özellikle O157:H7 serotipi önemli bir gıda patojeni olarak tanımlanmaktadır (20). *E. coli* O157:H7, ilk kez 1975'de Kaliforniya'da kanamalı diyare geçiren bir kadın hastadan izole edilmiştir (60).

E. coli O157:H7 serotipi diğer *E. coli*'lerden; 42 °C ve üzerinde ürememesi, sorbitolü fermente edememesi, β-glikorunidaz enzimlerine sahip olmaması ve enterohemolizin üretme özelliği ile ayrılır. *E. coli* O157:H7 diğer *E. coli*'lere göre safra tuzlarına daha duyarlıdır (20, 21). *E. coli* O157:H7 florobenik ürünün oluşumuna yol açan 4- methylumbelli-

ferone glukuronide'i (MUG) hidrolize eden β -glukuronidaz enzim aktivitesine sahip değildir. Bu nedenle *E. coli* O157:H7 serotipinde diğer *E. coli* serotiplerinde tipik olan MUG reaksiyonu negatiftir (21, 22). *E. coli* O157:H7 serotipinde MUG, hidrojen sülfür oluşturma, Voges-Proskauer, sorbitol testleri negatif, laktöz ve glikozdan gaz oluşturma, indol, metil red, hareket ve lizin dekarboksilaz testleri ise pozitifdir (3, 7, 59).

E. coli O157:H7'nin patojenitesinde etkili virulans faktörleri; Shiga-like toksin 1 ve 2 (*stx*₁, *stx*₂), intimin ve plasmid kaplı enterohemolizindir. Shiga-like toksinler hemorajik kolitis ve HUS'un patogenezinde başlıca etkili faktördür (23, 24, 30). *E. coli* O157:H7 'nin Shiga-like toksini insan kolon ve duodenumu için sitotoksiktir. Toksin bağırsakta sıvı birikimine ve kript epitellerinin yıkımı ile kolonik lezyonlara sebep olur. İntimin intestinal kanala tutunmayı kolaylaştırmaktadır (38, 46, 51, 54). *E. coli* O157:H7 diğer bütün *E. coli* türlerinde olduğu gibi alfa hemolizin antijenine sahiptir. Bu antijen plazmid üzerinde lokalize olan *hly A* geni tarafından kodlanır. Hemolizin antijeni, HUS hastalarının % 95'inde belirlenmiştir. Enfeksiyonun patogeneziinde hemolizin antijeninin rolü belirsizdir (33).

***Escherichia coli* O157:H7'nin Bulaşma Kaynağı ve Epidemiyolojisi**

E. coli O157:H7 gıda kaynaklı önemli bir patojendir. *E. coli* O157:H7 ilk kez 1982 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde hazır yiyecek satan restoran zincirlerinde satışa sunulan kontamine hamburgerlerin tüketilmesi ile meydana gelen besin zehirlenmelerinden izole edilmiştir (21, 22, 38). Özellikle 10 yaş ve altındaki çocuklarda tehlikeli olan *E. coli* O157:H7, kontamine gıdalarla ve enfekte kişilerle temas yolu ile bulaşabilmektedir (10, 11, 23, 24). Anaokulu ve düşünler evi gibi kişisel hijyenin yeterli olmadığı yerlerde enfeksiyonun insandan insana hızla yayılabildiği bilinmektedir (52). *E. coli* O157:H7 serotipi başta süt sığırları olmak üzere memeli ve kanatlı hayvanların dışkıları ile ete, süte, toprağa ve suya dolayısıyla tüm çevreye yayılmaktadır. Köpek, koyun, kuş, geyik ve sığırlar da bu serotipin kaynağıdır (18, 50, 53, 57).

E. coli O157:H7, çiğ ya da yeteri kadar ısı görmemiş hayvansal gıdaların ve hayvanların dışkısı ile kontamine olan besinlerin tüketilmesi ile bulaşmaktadır. Etkenin bulaşmasında başlıca rezervuarlar sığırlardır (11, 12, 26, 36). Domuz ve kanatlı etleri de bu organizma için rezervuardır (35, 43, 63). Aynı zamanda sığır dışkısı ile kontamine içme suları ve bitkisel ürünlerin tüketilmesi de salgınlarda önemli rol oynamaktadır (48, 49, 64). Kesimha-

nelerde derinin yüzülmesi ve iç organların çıkarılması sırasında sığır eti kontamine olabilir. Etin kiyılması ve parçalanması sırasında yüzeyden iç kısımlara geçen bakteri yeterli ısı işlemi uygulanmadığında canlılığını sürdürebilmekte ve halk sağlığı açısından tehlike oluşturabilmektedir (13, 14, 61). Etkenin hayvansal gıdalardaki prevalansını ortaya koymaya yönelik yapılan çalışmalardan; Normanno ve ark. (46) İtalya'da yaptıkları çalışmada taze sosislerden elde edilen 10 *E. coli* O157 izolatının 6'sının O157:H7 olduğunu bildirmişlerdir.

Mısır'da yapılan bir çalışmada Abdul-Raouf ve ark. (1) çeşitli gıdalarda *E. coli* O157:H7 araştırmışlardır. Buna göre mezbaha, süpermarket ve çiftliklerden alınan 50 sığır eti kıymasının 3'ünde (% 6.0), 50 tavuk eti kıymasının 2'sinde (% 4), etkeni saptamışlardır. Olivera ve Tatjana (48) 'nin incelediği 65 kıyma numunesinin sadece 1'inde O157 serogrubu izole edilmiştir.

Türkiye'de Sarımeahmetoğlu ve ark (56), Ankara bölgesinde 251 taze sığır etinin 90'nında (% 7.6) *E. coli* O157 saptamışlar, bu örneklerden elde edilen izolatların 2'sinin O157:H7 olduğunu bildirmişlerdir.

Alışarlı ve Akman (4) inceledikleri 150 adet dana kıymanın 7'sinde (% 4.66), 150 adet koyun kıymasının 3'ünde (% 2) *E. coli* O157 saptamışlardır. Gönül (31), 20 çiğ süt numunesinde *E. coli* O157:H7 serotipini araştırmış, ancak etkeni izole edememiştir. Gümüşsoy ve Gönülalan (32) inceledikleri 100 adet taze peynir numunesinden hiçbirinden O157:H7 izole edememişlerdir.

Ertaş ve Gönülalan (25) tarafından, *E. coli* O157:H7'nin çiğ köftelerdeki prevalansının araştırılması amacı ile incelenen 100 adet çiğ köfte numunesinde etkenin varlığına rastlanmamıştır. Akkaya ve ark. (2) 100 çiğ süt örneğinin 3'ünde (%3) ve 100 adet peynir örneğinin 1'inde (%1) *E. coli* O157:H7 tespit etmişlerdir.

***Escherichia coli* O157:H7'nin Yaptığı Hastalıklar**

E. coli O157:H7 kaynaklı pek çok gıda zehirlenmesi vakası bildirilmiştir. *E. coli* O157:H7 serotipi ürettiği verotoksinden dolayı, diyare, hemorajik kolitis (HK), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve Trombotik Trombositik Purpura (TTP) gibi önemli klinik bulguların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (16, 19, 21, 22, 27, 42, 46). Bu nedenle *E. coli* suşuna nazaran insanlar için daha önemli bir enfeksiyon kaynağıdır. Vaka sıklığının artışına gerekli enfektif dozun düşük oluşu neden olmaktadır (21, 42, 46). Hemorajik kolit aniden ortaya çıkan şiddetli karın

ağrısı, kanlı ishal ve ateş ile karakterize bir hastalıktır. Hastalık oluşumundan 24- 48 saat sonra sulu diyare ortaya çıkar. Kusma nadirdir. Salgınlar birincil olarak besin kaynaklıdır. *E. coli* O157:H7 sporadik bakteriyel diyarel hastalıkların oldukça yaygın bir sebebidir. Çocuk ve yaşlılarda klinik belirtiler ve komplikasyon riski hayli yüksektir (47, 55, 62).

E. coli O157:H7'den kaynaklanan hemorajik kolitis ve hemorajik üremik sendromun ortaya çıkması iyi pişirilmemiş etlerin tüketilmesi ile ilişkilidir (13, 14). Hastalık genelde bir hafta içinde düzelmesine rağmen hastaların % 5-10'unda hemolitik anemi, trombositopeni ve böbrek yetmezliği ile karakterize olan HUS gelişir. Hemolitik üremik sendrom, *E. coli* O157:H7 enfeksiyonunun en ciddi sonuçlarından birisidir. HUS *E. coli* O157:H7 ile enfekte olan hastaların % 2-8'inde gelişmektedir. En yaygın olarak çocuklar etkilenir ve çocuklarda akut böbrek yetmezliğine neden olmaktadır. Çocukların % 3-5'inde ve 30 yaş üzerindeki kişilerde kalıcı böbrek fonksiyon kaybına neden olabilir. Çoğu kez hastalara diyaliz ve kan nakli gerekebilir, nöbet ve koma ile karakterize merkezi sinir sistemi hastalıkları gelişir. Hastalarda sarılık, sıklıkla yüksek tansiyon ve kalp yetmezliği de görülebilir. Hemolitik üremik sendromlu hastaların % 8'inde yüksek kan basıncı, nöbetler, körlük, felç gibi komplikasyonlar da oluşabilir (5, 6, 11, 33, 35). Yaşlı insanlarda HUS ve ateş ile merkezi sinir sistemi bozukluğu semptomları ile seyreden Trombotik Trombositopenik Purpura (TTP) meydana gelir. Hastalıkta beyinde kan pıhtısı oluşur ve genellikle ölüm ile sonuçlanır. Yaşlılarda mortalite (ölüm) oranı % 50'ye kadar yükselir (5, 8, 59).

Teşhis

Gıdalarda *E. coli* O157:H7 hiç bulunmaması gerekir. Buna göre gıdalarda bu bakteri var/yok testi ile belirlenir. Bu amaçla; selektif zenginleştirme, selektif katı besiyerine sürme, biyokimyasal identifikasyon ve serolojik yöntemlerle doğrulama işlemleri uygulanır. *E. coli* O157:H7 serotipin standart kültürel yöntemlerle belirlenmesinde sorbitolü kullanamaması ve MUG reaksiyonunun negatif olması olmak üzere iki kriter baz alınır. Bu iki temel reaksiyon ile katı besiyerinde gelişmiş olan koloniler arasından muhtemel *E. coli* O157:H7 serotipleri seçilebilir. Gıda maddesinde bulunan diğer bakterilerin *E. coli* O157:H7'yi maskeleyebilmesi ve dolayısı ile sahte negatif sonuçlar alınabilmesi nedeni ile bu durumu önlemek amacı ile daha duyarlı olan enzimatik, serolojik ve moleküler yöntemler kullanılmaktadır (20, 33).

Hemorajik kolitis ve hemolitik üremik sendrom ile ilişkili bazı *E. coli* O157:H7 suşları sorbitolu fermente edebilir ve yanlış negatif sonuçlar verebilir. Bu nedenle her sorbitol negatif *E. coli* suşu O157:H7 serotipi olarak değerlendirilmemeli, basit olarak MUG testi ile izolatın *E. coli* tip 1 olup olmadığı kontrol edilmelidir. Flora içinde en yaygın bulunan bakterilerden *E. coli* tip 1, *Citrobacter freundii*, *Serratia* spp. sorbitol pozitif iken, *Hafnia alvei* sorbitol negatiftir, *Enterobacter* 'lerde ise sorbitol reaksiyonu türlere göre değişmektedir. *Escherichia hermannii* ve diğer bazı enterik bakteriler biyokimyasal olarak tipik *E. coli* O157 sonuçlarını verirler. Bu nedenle biyokimyasal identifikasyonda dikkatli olunması ve sahte pozitif sonuçlardan sakınılması ve serolojik yöntemlerle doğrulama yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (5, 6, 33, 47).

E. coli O157:H7 suşlarının serolojik özelliklerini belirlemede en çok kullanılan test Lateks Aglutinasyon testidir. Lateks aglutinasyon doğrulama testi *E. coli* O157:H7 suşlarının hızlı identifikasyonu için kullanılan ve yüksek duyarlılığa sahip bir testtir. Test kiti iki adet latex solüsyonu içermektedir. Bunlardan test solüsyonu *E. coli* O157:H7 antijenine özel tavşan antikoru ile kaplanmış lateks partiküllerinden oluşurken, diğeri ise kontrol solüsyonudur ve pre-immun halde tavşan globinleri içerir. İzolasyon aşamasında elde edilen sorbitol negatif koloniler lateks testine tabi tutularak bir dakika içinde etken belirlenebilmektedir. Gold Labelled Immuno Sorbent Assay (GLISA) testi, gıdalarda *E. coli* O157:H7 aranması ve doğrulanması için immün akış prensibine dayanılarak geliştirilmiş immünolojik bir tarama testidir (33).

Kırmızı ve beyaz et ürünlerinde *E. coli* O157:H7 aranmasında zenginleştirme besiyeri olarak mEC Broth+Novobiosin önerilmektedir. Bu yöntemle göre tanımlanan *E. coli* O157:H7'nin doğrulanması için, zenginleştirme kültüründen Fluorocult *E. coli* O157:H7 Agar, Fluorocult HC Agar, CT-SMAC Agar veya SMAC Agar besiyerlerinden herhangi birine sürme yapıp 37°C'de 18-24 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda 1-5 adet renksiz, şüpheli koloni alınıp 0,2 ml saf su içinde çözündürüldükten sonra identifikasyon aygıtı ile kontrolü yapıp doğrulanmaktadır (9, 14, 43, 59).

Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA) etlerde *E. coli* O157'nin varlığını göstermek için gerekli zamanı önemli bir şekilde azaltan hızlı ve güvenilir bir testtir. Gerek ELISA uygulamaları gerek nötralizasyon testleri enfekte olmuş hastaların belirlenmesinde duyarlı değildir. Selektif zenginleştirme kültürünün "sandwich" ELISA *E. coli* O157 antijeni için spesifik bir poliklonal antikor ile uygu-

lanmasıdır. Yüksek düzeydeki spesifikliğı, duyarlılığı ve hızlı olmasının yanında bu işlem rutin mikrobiyolojik kontroller için kolay ve uygun bir yöntemdir. Et ve tavuk ürünlerinden *E. coli* O157:H7 izolasyonu için ticari olarak bulunan ve *E. coli* O157 antijeni için "reactive disc blot" ELISA sisteminin kullanıldığı bir tarama yöntemi de tasarlanmıştır (13, 14, 33).

İmmünomanyetik ayırım (immunomagnetic separation) tekniğı gıda maddelerinde ve diğer örneklerde mikroorganizmaların aranmasında kullanılan hızlı, yüksek spesifikliğı sahip ve uygulaması basit bir yöntemdir. Bu yöntemin prensibi spesifik immüno kimyasal ajanlar (monoklonal, poliklonal ve rekombinant antikorlar) ile kaplanmış manyetize boncuklar kullanılarak istenen mikroorganizmanın aranması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemle göre geliştirilmiş, Dynabeads anti *E. coli* O157 kitleri bulunmaktadır (13, 39).

Gelişen teknoloji ile birlikte *E. coli* O157:H7'nin teşhisinde başta DNA esaslı testler ve immünoenzimatik yöntemler gibi çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Immünoassay, radioimmünoassay (RIA), fluorescent immünoassay (FIA), enzim immünoassay (EIA), immün peroksidaz gibi serolojik testlerle bakterilerin belirlenmesi daha kolay ve daha kısa zamanda gerçekleştirilmektedir. Ayrıca DNA problrı kullanılarak yapılan testler ve *E. coli* suşlarına ait spesifik yapısal veya toksin proteinlerinin polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) ile çoğaltılarak elektroforez işlemi ile tespit edilmesi esasına dayalı yöntemler de bulunmaktadır. Ancak bu yöntemler henüz gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmamaktadır (29, 39, 41).

Tedavi ve Korunma

E. coli O157:H7 ile enfekte olmuş insanlarda nonspesifik destekleyici tedavi önemlidir. Hastalığın tedavisinde antibiyotik kullanımının hastalığın seyrini kötüleştirebileceğı ve HUS riskinin artabileceğı bildirilmektedir. Bu nedenle hastalıktan korunma yöntemleri büyük önem kazanmaktadır (8, 23, 24, 40, 42).

Etken yüksek ısıya duyarlı olduğu için, gıda maddelerinin etkenin ölmesi için önerilen ısıda pişirilmesi ile *E. coli* O157:H7'nin inaktivasyonu sağlanabilir. Etin parçalanması ve kıyılması sırasında etin yüzeyinden iç kısımlarına geçen bakteri yeterli ısı işlemi uygulanmadığı takdirde canlılığını sürdürmekte ve halk sağlığı açısından önemli bir risk faktörü haline gelebilmektedir. Bu yüzden et ve et ürünlerinde uygulanan ısı işlemi ürünün her yerinde 70 °C ve üzerinde olması ile etken inaktive edi-

lebilir (6, 8, 42, 47). *In vitro* çalışmalar, yumurta sarısı antikorlarının *E. coli* O157:H7 gelişimini engelleyici etkisi olduğu göstermiştir (44).

Çiğ sütteki *E. coli* O157:H7 pastörizasyon ısısı ile inaktive olabilmektedir. Bu bakteri ışınlamaya da duyarlıdır, dondurulmuş, pişirilmemiş et ve et ürünlerine iyonize ışınlarının uygulanması ile gıda kaynaklı hastalıkların düzeyleri azaltılabilir. Işınlama gıda maddelerinde bir hijyen güvencesi sağlanmaktadır. Ancak etkenin aside direnç kazanması ışınlamaya da direnç kazanmasını sağlamaktadır (17, 18, 28, 34).

Amerika Birleşik Devletlerindeki Gıda Güvenlik ve Denetim Servisi *E. coli* O157:H7'nin iyonize ışınlarla pişirme işlemi olmaksızın etkili bir şekilde elimine edilebileceğinden dolayı gelecekte sığır etinin yüzeyinin büyük ölçüde ışınlanabileceğini bildirmiştir. Sığır etlerinin ışınlanmasında etin tadında ve besin değerinde herhangi bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (17, 34). Ayrıca *E. coli* O157:H7'nin inaktivasyonu için çeşitli kimyasallar denenmektedir, bu kimyasallardan klor, sular için etkili olabilmekte (48), yağlı ve yağsız sığır etleri için hidrojen peroksit etkili olmaktadır (17, 34).

E. coli O157:H7 enfeksiyonları çiğ ya da yetersiz pişirilmiş gıdaların hazırlanması sırasında temas edilen araçlar veya eller vasıtasıyla oluşabilecek bulaşma engellenmelidir (57, 58). Gıda işletmelerinde çalışan işçilerin gıda maddelerine doğrudan temasının engellenmesi için uygun iş giysileri giymesi, ağız ve saçların kapatılması, el ve tırnak temizliğine özen gösterilmesi ve işçilerin sanitasyon hakkında bilinçlendirilmesi gerekmektedir (5, 8, 58).

Sonuç

İnsan ve hayvanların bağırsaklarında yaşayan *Escherichia coli* gıda hijyeninde indikatör mikroorganizma olarak kabul edilir ve gıdalarda bulunması halinde fekal bir kontaminasyon olduğunun göstergesidir. *E. coli*'nin O157:H7 gibi serotiplerinin gıdalarda bulunması ise sadece söz konusu gıdanın hijyenik kalitesindeki düşüklüğü göstermeyip aynı zamanda ölümcül olabilen bir gıda enfeksiyonunun da habercisidir. Bu bakterinin doğal ortamı sıcak kanlı hayvanların bağırsakları olduğu için her türlü et ve et ürünleri bakterinin bulaşmasında önemli rol oynamaktadır. Kesimhane hijyeninin yetersiz olması ile kesim esnasında ete bulaşan bakteriler yeterli ısı işlemi ile karşılaşmadıkları zaman gıdalarda canlılıklarını devam ettirerek tüketiciye bulaşmaktadır. Bunların dışında çapraz kontaminasyon ile pişmiş gıdaya sonradan bulaşma ve süt ve süt

ürünleri ile bulaşma da önemlidir. Bu nedenle gıda üretiminden satışına kadar bütün aşamalarda Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) sistemi uygulanması, Good Manufacturing Practice (GMP) kurallarına uyulması halk sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Kaynaklar

1. Abdul-Rauf UM, Ammar MS, Beuchat LR. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Egyptian foods. *Int J Food Microbiol* 1996; 29: 423-6.
2. Akkaya L, Alişarlı M, Kara R, Telli R. Afyonkarahisar'da tüketime sunulan çiğ süt ve peynirlerde *E. coli* O157:H7 varlığının belirlenmesi. *YYÜ Vet Fak Derg* 2007; 18(1): 1-5.
3. Aksu A, Özgen-Arun Ö, Aydın A, Uğur M. *Escherichia coli* O157:H7 'nin hayvansal kökenli çeşitli gıda maddelerinde varlığı. *Pendik Vet Mikrobiyol Derg* 1999; 30(2): 77-81.
4. Alişarlı M, Akman HN. Perakende satılan kıymaların *Escherichia coli* O157 yönünden incelenmesi. *YYÜ Vet Fak Derg* 2004; 15: (1-2): 65-9.
5. Anonim. *Escherichia coli* O157:H7 outbreak linked to home-cooked hamburger, California, July 1993. *CDC MMWR Weekly* 1994; 43(12): 213-6.
6. Anonim. *E. coli* O157:H7 Procedure for isolation and identification from stool specimens. foodborne and diarrheal diseases branch, division of bacterial and mycotic diseases. National Center for Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention MS C-09 1600 Clifton Rd Atlanta 1994; (703): 487-90.
7. Anonim. Epidemiologic notes and reports isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from sporadic cases of hemorrhagic colitis, United States. *CDC MMWR Weekly* 1997; 46(30): 700-4.
8. Anonim. Outbreaks associated with fresh and fresh-cut produce. Incidence, growth and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. Food and Drug Adm Center for Food Safety and Appl Nut Chapter IV 2001; 11-12.
9. Arda M. Temel Mikrobiyoloji. Birinci Baskı. Ankara: Medisan Yayın, 1997; s.423-469.
10. Arthur TM, Bosilevac JM, Brichta-Harhay DM, Kalchayanand N, King DA, Shackelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M. Source tracking of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* contamination in the lairage environment at commercial U.S. beef processing plants and identification of an effective intervention. *J Food Prot* 2008; 71(9): 1752-60.
11. Benezet A, Osa JM, Botas M, Olmo N, Perez-Florez F. Presence of *Escherichia coli* O157:H7 in Spanish meat and meat product. *Alimentaria* 1995; 262: 51-5.
12. Caro I, García-Armesto MR. Occurrence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in a Spanish raw ewe's milk cheese. *Int J Food Microbiol* 2007; 116: 410-3.
13. Chapman PA, Ellin M, Ashton R, Shafique W. Comparison of culture, PCR and immunoassays for detecting *Escherichia coli* O157 following enrichment culture and immunomagnetic separation performed on naturally contaminated raw meat products. *Int J Food Microbiol* 2001; 68: 11-20.
14. Chapman PA, Ashton R. An Evaluation of rapid methods for detecting *Escherichia coli* O157 on beef carcasses. *Int J Food Microbiol* 2003; 87: 279-85.
15. Chen HD, Frankel G. Enteropathogenic *Escherichia coli* unravelling pathogenesis, *FEMS Microbiol Rev* 2005; 29: 83-98.
16. Chinen I, Tanora JD, Miliwebsky E, Lound LH, Chillemi G, Ledri S, Baschkier A, Scarpin M, Manfredi E, Rivas M. Isolation and characterization of *Escherichia coli* O157:H7 from retail meats in Argentina. *J Food Prot* 2001; 64: 1346-51.
17. Clavero MRS, Monk JD, Beuchat LR, Doyle MP, Brackett RE. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw ground beef by gamma irradiation. *App Env Microbiol* 1994; 60(6): 2069-75.
18. Cleary TG. The role of shiga-toxin-producing *Escherichia coli* in hemorrhagic colitis and hemolytic uremic syndrome. *Pediatr Infect Dis* 2004; 15: 260-5.
19. Cornick NA, Booher SL, Casey TA, Moon HW. Persistent colonization of sheep by *Escherichia coli* O157:H7 and other *E.coli* pathotypes. *Env Microbiol* 2000; 66: 4926-34.

20. De Boer E. Update on media for isolation of Enterobacteriaceae from foods. *Int J Food Microbiol* 1998; 45: 43-53.
21. Dontorou A, Papadopoulou C, Filioussis G, Economou V, Apostolou I, Zakkas G, Salamoura A, Kansouzidou A, Levidiotou S. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from foods in Greece. *Int J Food Microbiol* 2003; 82: 273-9.
22. Dontorou A, Papadopoulou C, Filioussis G, Apostolou I, Economou V, Kansouzidou A, Levidiotou S. Isolation of a rare *Escherichia coli* O157:H7 strain from farm animals in Greece. *Comp Immun Microbiol* 2004; 27: 201-7.
23. Doyle MP, Cliver DO. *Escherichia coli*, Foodborne Diseases. California: Academic Pres, Chapter 13, 1990; p.209-15.
24. Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ. *Escherichia coli* O157: H7 in Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Washington: ASM Pres, 1997; p.171-91.
25. Ertas N, Gönülalan Z. Kayseri ilinde satışa sunulan çiğ köftelerde enterohemorajik *Escherichia coli* O157:H7 varlığı üzerine araştırmalar. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2010; 7 (1): 1-6.
26. Espie E, Vaillant V, Mariani-Kurkdjian P, Grimont F, Martin-Schaller R, Valk HD, Vernozy-Rozand C. *Escherichia coli* O157 outbreak associated with fresh unpasteurized goats cheese. *Epidemiol Infect* 2006; 134: 143-6.
27. Eum NS, Yeom SH, Kwon DH, Kim HR, Kang SW. Enhancement of sensitivity using gold nanorods-antibody conjugator for detection of *E. coli* O157:H7. *Sensors and Actuators B* 2010; 143: 784-8.
28. Farkas J. Irradiation as a method for decontamination food. *Int J Food Microbiol* 1998; 44(3): 189-204.
29. Fratamico PM, Bagi LK, Pepe T. A multiplex polymerase chain reaction assay for rapid detection and identification of *Escherichia coli* O157:H7 in foods and bovine feces. *J Food Protect* 2000; 63: 1032-7.
30. Garcia-Sanchez A, Sanchez R, Rubio R, Pereira G, Alonso JM, Hermoso de Mendoza J, Rey J. Presence of shiga toxin-producing *E. coli* O157:H7 in a survey of wild artiodactyls. *Vet Microbiol* 2007; 121: 373-7.
31. Gönül ŞA. Çiğ süt ve peynir örneklerinde enterohemorajik *E.coli'* ye rastlanma sıklığı. *Kükem Derg* 1997; 20(2): 69-73.
32. Gümüşsoy GF, Gönülalan Z. Kayseri ilinde köy pazarlarında satılan taze peynirlerde Enterohemorajik *Escherichia coli* O157:H7 suşunun araştırılması. *ERÜ Sağ Bil Derg* 2005; 14(1): 13-9.
33. Halkman AK, Noveir MR, Dogan BH. *Escherichia coli* O157: H7 Serotipi. Ankara; Sim matbacılık, 2001.
34. Harewood P, Rippey S, Montesalvo M. Effect of gamma irradiation on shelf life and bacterial and viral loads in hard-shelled clams (*Mercuraria mercenaria*). *Appl Envr Microbiol* 1994; 60(7): 2666-70.
35. Hauvelink AE, Wernars K, De Boer E. Occurrence of *Escherichia coli* O157 and other verocytotoxin-producing *E.coli* in retail raw meats in Netherlands. *J Food Prot* 1996; 59 (12): 1267-72.
36. Hussein HS, Bollinger LM. Prevalence of shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef. *Meat Sci* 2005; 71: 676-89.
37. Jian-Guo XU, Bo-Kun C, Qi-Huai J. *Escherichia coli* O157:H7 and shiga-like-toxin producing *Escherichia coli* in China. *World J Gastroenterol* 1999; 5(3): 191-4.
38. Jo MY, Kim JH, Lim JH, Kang MY, Koh HB, Park YH, Yoon DY, Chae JS, Eo SK, Lee JH. Prevalence and characteristics of *Escherichia coli* O157 from major food animals in Korea. *Int J Food Microbiol* 2004; 95(1): 41-9.
39. Johsen G, Wasteson Y, Heir E, Gerget OI, Herikstad H. *Escherichia coli* O157:H7 faeces from cattle, sheep and pigs in the southwest part of Norway during 1998 and 1999. *Int J Food Microbiol* 2001; 65: 193-200.
40. Karch H, Tarr PI, Bielaszewska M. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in human medicine. *Int J Food Microbiol* 2005; 295: 405-18.
41. Kuhnert P, Dubosson CR, Roesch M, Homfeld E, Doherr MG, Blum JW. Prevalance and risk-factor analysis of shiga toxigenic *Escherichia coli* in fecal samples of organically and conventionally farmed dairy. *Vet Microbiol* 2005; 109: 37-45.

42. McCabe-Sellers B, Beattie SE. Food Safety: Emerging Trends in Foodborne Illness Surveillance and Prevention. J Am Diet Assoc 2004; 104: 1708-17.
43. McCarthy J, Holbrook R, Stephens PJ. An improved direct method for the enumeration of stressed *E. coli* O157:H7 from food. J Food Prot 1998; 61(9): 1093-97.
44. Mojtaba Y, Doug K. Are Egg yolk antibodies an alternative to antibiotics? World Poultry 2007; 23(5): 23-5.
45. Naylor SW, Gally DL, Low C. Enterohaemorrhagic *E. coli* in veterinary medicine. J Food Microbiol 2005; 295: 419-41.
46. Normanno G, Parisi A, Dambrosio A, Quaglia NC, Montagna D, Chiocco D, Celano GV. Typing of *Escherichia coli* O157 strains isolated from fresh sausage. Food Microbiol 2004; 21: 79-82.
47. Noveir MR, Doğan HB, Halkman AK. A note on *Escherichia coli* O157:H7 serotype in Turkish meat products. Meat Sci 2000; 56(4): 331-5.
48. Olivera B, Tatjana L. Occurrence of *E. coli* O157 and other verocytotoxin-producing *Escherichia coli* in ground beef. World Congress on Food Hygiene Proceeding.1997; The Netherlands.
49. Oliveira M, Viñas I, Usall J, Anguera M, Abadias M. Presence and survival of *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce leaves and in soil treated with contaminated compost and irrigation water. Int J Food Microbiol 2012; 56: 133-40.
50. Oteiza JM, Giannuzzi L, Califano AN. Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 and *Escherichia coli* isolated from morcilla as affected by composition of the product, Food Res Int 2003; 36: 703-12.
51. Paton AW, Paton JC. Detection and characterization of shiga toxigenic *Escherichia coli* by using multiplex PCR assays for stx1, stx2, eaeA, Enterohemorrhagic *E. coli* hlyA, rfbO111, and rfbO157. J Clin Microbiol 1998; 36(2): 598-602.
52. Reiss G, Kunz P, Koin D, Keeffe EB. *Escherichia coli* O157:H7 infection in nursing homes: Review of literature and report of recent outbreak. J Am Geriatr Soc 2006; 54: 680-4.
53. Rice EW, Johnson CH, Wild DK, Reasoner DJ. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in drinking water associated with a waterborne disease outbreak of hemorrhagic colitis. Lett Appl Microbiol 1992; 15: 38-40.
54. Robinson CM, Sinclair JF, Smith MJ, O'Brien AD. Shiga toxin of enterohemorrhagic *Escherichia coli* type O157:H7 promotes intestinal colonization. Proceedings of the National Academy of Sciences 2006; 103(25): 9667-72.
55. Santos MV, Zaritzky N, Califano A. A control strategy to assure safety conditions in the thermal treatment of meat products using a numerical algorithms. Food Control 2010; 21: 191-197.
56. Sarimehmetoglu B, Aksoy MH, Ayaz ND, Ayaz Y, Kuplulu O, Kaplan YZ. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef using immunomagnetic separation and multiplex PCR. Food Control 2009; 20(4): 357-61.
57. Semenova AV, Franz E, van Bruggen AHC. COLIWAVE a simulation model for survival of *E. coli* O157:H7 in dairy manure and manure-amended soil. Ecol Model 2010 ; 221 : 599-609.
58. Temelli S. Gıda zehirlenmesine neden olan *E. coli* O157:H7 ve önemi. UÜ J Fac Vet Med 2002; 21: 133-8.
59. Terada K. Information about food poisoning caused by *E. coli* O157. J Infect Dis 1995; 171: 1042-5.
60. Thorns CJ. Bacterial food-borne zoonoses. Re Sci Tech Off int Epiz 2000; 19(1): 226-39.
61. Ünlütürk A, Turantaş F. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. eds. In: Gıda Mikrobiyolojisi. Birinci Baskı, Çınarlı, İzmir: Mengi Tan Basımevi, 1999; ss. 45-53,163-287.
62. Vanderzant C, Splittstoesser Don F. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. eds. In: American Public Health Association. NW Washington: 1992; pp.338-66.
63. Wong TL, MacDiarmid S, Cook R. *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7 and *E. coli* biotype 1 in a pilot survey of imported and New Zealand pig meats. Food Microbiol 2009; 26: 177-82

64. Zhuang YLS, Mustapha A. Application of a multiplex PCR for the simultaneous detection of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Shigella* in raw and ready-to-eat meat products. Meat Sci 2005; 71(2): 402-6.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Nurhan ERTAŞ
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi,
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi A.B.D
Kayseri/TÜRKİYE
E-posta: nertas@erciyes.edu.tr