

Gıdalarda MUG Yöntemi ile *E. coli* Aranmasında Farklı UV Lamba Kaynaklarının Kullanılması¹

Ezgi Çelik², Canan Göksu², Hülya Keçecioglu²,
Deniz Koçan³, A. Kadir Halkman⁴

Özet

Bu çalışma esas olarak *E. coli* 'nin hızlı yöntemle analizinde kullanılan MUG yöntemi yardımcı geci uzun dalga boylu UV lambası olarak sahte para makinesi adı ile bilinen UV lambasının bu amaçla kullanılıp, kullanılamayacağını belirlemek üzere kurulmuştur. Bu amaçla çeşitli gıdalar LST Broth+MUG ile VRB Agar+MUG besiyerlerinde *E. coli* varlığı açısından hızlı MUG tekniği ile analize alınmış, ekim ve inkübasyon sonunda floresan reaksiyonu standart UV el lambası ve piyasadan sahte para makinesi adı ile alınmış basit bir UV lambası içeren aygıt ile paralel olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamadaki bulgular sahte para makinesinin standart uzun dalga boylu UV el lambası yerine kullanılabileceğini göstermiştir.

Çalışmalarda LST Broth+MUG ve VRB Agar+MUG besiyerlerine aynı gıdalardan paralel olarak ekim yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile bu iki besiyerinde koliform grup bakteriler ve *E. coli* sayıları kıyaslanmıştır.

Son olarak piyasadan toplanan 28 adet gıdada koliform grup bakteri ve *E. coli* sayısı toplu olarak değerlendirilmiştir. Her ne kadar çalışmanın amacına uygun olarak olabildiğince kirli olması muhtemel gıdalar analiz edilmiş olmakla beraber, sonuçlar yine de yeterince ürütücü olarak değerlendirilmiştir.

Giriş

Koliform grup bakteriler denildiğinde fakültatif anaerob, Gram negatif, spor oluşturmayan, 35-37 °C 'da yapılan inkübasyonda 48 saat içinde gaz ve asit oluşturan çubuk bakteriler anlaşılır. Gıda mikrobiyolojisi açısından ele alındığında koliform grubu bakteriler olarak bu tanıma uyan 5 bakteri *Escherichia coli*,

¹ Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. A. Kadir Halkman danışmanlığı ve Uzm. Deniz Koçan yönetimi altında Ezgi Çelik, Canan Göksu, Hülya Keçecioglu tarafından yapılan bitirme tezi sonuç raporudur.

² Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 4. sınıf öğrencisi.

³ Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Doktora öğrencisi

⁴ Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.

Yazışmalardan sorumlu yazarın E-posta adresi: halkman@eng.ankara.edu.tr

Enterobacter aerogenes, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* 'dir (1,2).

Koliform grup bakteriler içinde sadece *E. coli* 'nin doğal olarak bulunduğu yer sıcak kanlı hayvanlar olarak bilinen memeli ve kanatlı hayvanların sindirim sistemlerinin alt bölgeleri ve dolayısıyla dışkıdır. Bu nedenle gıda, içme, yüzme ve kullanma suyu vb. yerlerde fekal kontaminasyonun göstergesi olarak aranır ve salata, çiğ kıyma gibi birkaç istisna dışında gıdalarda *E. coli* bulunmasına izin verilmez. Ayrıca enteropatojenik *E. coli* 'ler gıda zehirlenmeleri ile karın kramplarına, sulu veya kanlı diyareye, ateşe, mide bulantısı ve kusmaya neden olur (1, 3, 4).

E. coli özellikle fekal kontaminasyonun indikatörü olma ve genetik araştırmalarda kullanılma nedeni ile halen yeryüzünde "üzerinde en çok çalışılan canlı olma" niteliğini taşımaktadır. Buna bağlı olarak *E. coli* aranması ve sayılması üzerinde pek çok yöntem ve sistem geliştirilmiştir (5, 6).

Bir gıda maddesi ya da diğer materyalde (içme ve kullanma suyu, havuz ve deniz suyu vb. örnekler) *E. coli* aranma ve sayılması için kullanılan tüm klasik yöntemler bir anlamda koliform grup aranmasına yöneliktir. Bunlar arasında *E. coli* 'nin ayrımı çeşitli fizyolojik ve kültürel farklılıklardan yararlanılarak yapılır (2, 3).

İlk kez Feng ve Hartman tarafından 1982 yılında ortaya konulan bir teknik ile *E. coli* aranmasında yeni bir yaklaşım gelmiştir. Bu yöntemin esası *E. coli* 'de yapısal olarak bulunan β -glucuronidase (β -GUR) enziminin belirlenmesidir ve bu enzim *E. coli* için karakteristiktir (7, 8).

E. coli suşlarının %96-97'sinin β -glucuronidase enzimi içerdiği saptanmıştır. Buna karşılık sığır eti, kuzu eti, domuz eti ve kümes hayvanı örneklerinde yaklaşık %2 olarak bulunan EHEC türleri β -glucuronidase üretmezler. *E. coli* dışında *Shigella sonnei*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Salmonella enteridis*, *Staphylococcus* spp. içinde β -glucuronidase pozitif olan suşlara nadiren rastlanmaktadır (9, 10, 11).

β -GUR enzimi 4-methyleumbelliferyl- β -D- glucuronide (MUG) 'i glucuronic asit ve 4-methyleumbelliferone 'a parçalar. Bunlardan 4-methyleumbelliferone 366 nm uzun dalga boylu UV ışını ile floresan verir. Böylece *E. coli* 'deki yapısal enzimin belirlenmesi ile analiz edilen örnekte *E. coli* olup olmadığı oldukça kolay ve etkin bir şekilde belirlenebilir (2, 11).

Analizlerde doğrudan bu amaca yönelik UV el lambası kullanılabildiği gibi, pek çok laboratuvar da mikotoksin analizinde kullanılan UV lambaları da MUG testi için kullanılmaktadır. Son zamanlarda ise sahte para makinesi olarak bilinen UV lambasının bu amaçla kullanılabileceği gündeme gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı gıdalarda MUG yöntemi ile *E. coli* aranmasında sahte para makinesi olarak bilinen UV lambasının bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır. Buna göre piyasadan sağlanan çeşitli gıdalarda MUG ilave edilmiş LST Broth ile EMS yöntemi kullanılarak ve paralel olarak yine MUG ilave edilmiş VRB Agar besiyerinde yayma yöntemi ile ekim yapılmış, inkübasyondan sonra sırası ile

tüplerin ve kolonilerin *E. coli* değerlendirilmesinde UV el lambası ve sahte para makinesi kullanılmıştır.

Çalışma sırasında elde edilen bulgulardan 2 farklı ekim yönteminin kıyaslanması ve gıdaların koliform ve *E. coli* yükü açısından irdelenmesi de mümkün olmuştur.

Materyal ve Metot

Örnekler

Piyasada farklı yerlerden alınan; kıyım, ezme salata, Rus salatası, yeşil salata, mayonezli salata, çiğ süt, çiğ süttten yapılmış peynir, beyaz peynir, mantar salatası, dondurma, tulum peyniri, tavuklu salata, yaş pasta şantisi, İtalyan salata, makarna salatası, lor peyniri örnekleri analizlerde kullanılmıştır. Çalışmanın temel amacı *E. coli* 'deki β -GUR enziminin varlığına bağlı olarak MUG 'un parçalanmasının farklı UV lambalarından elde edilen floresan ışımaya ile belirlenmesi olduğu için öncelikli olarak analiz edilen gıdalarda *E. coli* olması muhtemel gıdalar analiz edilmiştir. Bir diğer deyiş ile *E. coli* pozitif olması beklenen gıdalar analize alınmıştır.

Kullanılan Besiyerleri

Yapılan çalışmada seyreltme sıvısı olarak Maximum Recovery Diluent (MRD) (Merck 1.12535), besiyeri olarak Fluorocult Lauryl Sulfate (LST) Broth (Merck 1.12588), Fluorocult VRB Agar (Merck 1.04030) kullanılmıştır (1).

Metot

Piyasadan sağlanan 28 farklı gıda örneği analizlerde kullanılmıştır.

Katı gıda örneklerinden 10 g tartılarak, sıvı gıda örneklerinde ise 10 ml örnek alınarak 90 ml MRD içinde 2 dakika homojenize edilerek 10^{-1} lik seyrelti hazırlanmış, buradan yine MRD kullanılarak 10^{-4} e kadar seyreltiler hazırlanmıştır. Her seyreltiden Fluorocult VRB Agar besiyerine yayma yöntemi ile 2 'şer Petri kutusuna paralel ekimler yapılarak 37 °C 'de 16-18 saat inkübasyondan sonra koyu kırmızı-siyah renkli tipik koloniler koliform grup bakteri olarak sayılmış, 2 farklı UV lambası kullanılarak kolonilerden floresan ışımaya gösterenler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. Koliform grup bakterilerin analizinde inkübasyon süresi 24 saat olmakla birlikte floresan ışımaya yayılmasına bağlı olarak değerlendirme ve sayım güçlükleri nedeni ile inkübasyon 16-18 saat olarak uygulanmıştır (1).

Hazırlanan ardışık 4 seyreltiden 1 'er ml alınarak içlerinde durham tüpü olan Fluorocult Lauryl Sulfate (LST) Broth tüplerine ekim yapılmıştır. 48 saatlik bir inkübasyon işleminden sonra gaz pozitif olan tüpler koliform grup bakteri pozitif olarak işaretlenmiş, bunların içinde *E. coli* olanların belirlenmesi için 2 farklı UV lambası ile floresan ışımaya testi yapılmıştır (1).

Tüm çalışmalar TS 7894 ve TS 6235 'e (12, 13) uygun olarak yürütülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı UV Lambalarının Floresan Sonuçları

Bu çalışmada iki farklı analizi yöntemi ile toplam 28 gıda analizi yapılmış, katı besiyerinde toplam olarak 1676 adet koloni her iki lamba ile de aynı floresan ışımayı vermiş ve bunlar *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. Bir diğer deyiş ile analiz edilen Petri kutularında her iki UV lambası ile aynı sayıda floresan pozitif koloni elde edilmiştir.

Benzer şekilde ekimi yapılan 1008 LST Broth+MUG tüpünden 133 adedi her iki lamba ile de floresan vermiştir. Katı besiyerinde olduğu gibi sıvı besiyerinde elde edilen pozitif sonuç her iki lamba için aynıdır.

E. coli 'nin MUG yöntemi ile belirlenmesinde gerek kolonilerin gerek tüplerin incelenmesinde 2 farklı UV lambası arasında %100 düzeyinde aynı sonuç alınmış olması bu iki lambanın birbirleri yerine kullanılabileceğini açık olarak göstermektedir.

Gıda mikrobiyolojisinde analiz yöntemini hızlandırmak için pek çok çalışma yapılmaktadır. Bunlar arasında özellikle *E. coli* 'nin hızlı bir şekilde belirlenmesine yönelik olarak MUG içeren selektif besiyerlerinin kullanımı oldukça yaygın bir kabul görmüştür. MUG, Violet Red Bile agar gibi katı besiyerlerine ilave edilebildiği gibi başta LST olmak üzere pek çok sıvı besiyeri ile de kullanılabilir (1, 14). Bu yöntem ile önce koliform grup bakteriler belirlenmekte, bunlardan floresan verenler *E. coli* olarak değerlendirilmektedir. LST+MUG besiyeri kullanımı ile 48 saat sonunda koliform grup bakteri ve *E. coli* sayım sonucunun alınabilmesi büyük bir üstünlük sağlarken, başta *E. coli* O157:H7 serotipi dahil olmak üzere *E. coli* suşlarının %4 kadarının β -GUR negatif olması nedeni ile MUG 'a dayalı analizlerde bir yanlışlık payı vardır. Bununla beraber %4 gibi bir hatanın önceden kabul edilmesi ile bu yöntem yaygın olarak kullanılmakta ve kullanımı önerilmektedir (1, 2). Ancak, MUG negatif *E. coli* 'lerin oranı konusunda da farklı bilgiler bulunmaktadır. FDA 'ya göre gaz oluşturmeyen anaeroben suşlar da dahil olmak üzere *E. coli* 'lerin %94 kadarı β -GUR pozitifdir (14).

MUG kullanılan besiyerleri ile *E. coli* analizinde yüksek düzeyde tatmin edici sonuçlar alındığı bildirilmektedir. 1982 yılında ortaya konulan bu yöntem ile *E. coli* analizine yeni bir yaklaşım gelmiştir. Bu gün AOAC de dahil olmak üzere pek çok standart analiz kuruluşu tarafından MUG yöntemi benimsenmiştir. Her ne kadar *E. coli* suşları arasında MUG negatifler ve *E. coli* dışında başta *Salmonella* ve *Shigella* olmak üzere bazı bakterilerde nadir de olsa bu enzim bulunmakla beraber, yapılan çeşitli metot kıyaslama çalışmaları ile MUG kullanılan besiyerlerinin geleneksel yöntemler ile elde edilen sonuçlara eşdeğer sonuçlar verdiğini, hatta MUG ile elde edilen sonuçların daha iyi olduğunu göstermiştir (1, 2).

MUG yöntemi ile olumsuz sonuçlar alındığına ilişkin literatüre de rastlanmaktadır. Petzel ve Hartman (15) MUG yönteminin genellikle iyi sonuç verdiğini, ancak dondurulmuş karışık sebzelerde yüksek flavobakteri varlığına bağlı olarak elde edilen sahte pozitif sonuçlar nedeni ile MUG sisteminin kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Entis (16) hidrofobik grid membran filtre (HGMP) ile yaptıkları çalışmada besiyeri bileşimine MUG ilave etmişler ve bu şekilde

geliştirdikleri yöntemle standart EMS yöntemini kıyaslamışlar ve araştırma sonuçlarına göre genel olarak MUG sistemini yeterli bulmakla beraber bazı gıdalarda standart EMS yönteminin daha yüksek sonuç verdiğini göstermişlerdir.

MUG reaksiyonun değerlendirilmesinde UV lambanın önemli bir gereç olduğu açıktır. Yaygın olarak kullanılan 4 W gücündeki UV el lambaları yerine mikotoksin analizinde kullanılan UV lambalarının da bu amaçla kullanıldığı yukarıda belirtilmiştir. Sahte para makinesi olarak adlandırılan cihaz basit olarak uzun dalga boylu bir UV lamba ile koruyucu metal bir gövdeden oluşmaktadır. Koruyucu metal gövde bir yandan gözü korumakta, UV lambaya doğrudan bakılmasını kısmen de olsa engellemekte, öte yandan hafif loş bir ortam sağlayarak reaksiyonun daha belirgin bir şekilde alınmasını sağlamaktadır. Nitekim, diğer UV lambaları ile reaksiyonun sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için loş bir ortam gerekmektedir. Ancak sahte para makinesinin koruyucu gövdesi zaten bu uygulamaya gerek bırakmaktadır.

Makinenin en önemli üstünlüklerinden birisi fiyatıdır. 2003 yılında Ankara 'da basit bir elektrik malzemesi satan dükkandan lamba ve gövde 15 milyon TL 'ye alınmıştır. Sadece lamba ise 2,5 milyon TL 'dir. Dezavantajı ise elektrikle çalışmasıdır. Oysa UV el lambaları pil ile çalışmaktadır.

Koliform Grup Bakteri ve *E. coli* Sayıları

Çizelge 1 'de EMS ve katı besiyerine yayma yöntemi olmak üzere 2 farklı analiz yöntemi ile elde edilen koliform grup bakteri ve *E. coli* sayıları verilmektedir.

Çalışmanın amacı gıdalarda *E. coli* pozitif sonuçları kıyaslamak olduğu için olabildiğince "kirli" gıdalar seçilmeye çalışılmıştır. Bununla beraber, *E. coli* içermeyen 8 gıdaya rastlanmıştır. Bu bulgu, kirli-temiz görünümlü gıda konusundaki seçimin kolay olmadığını göstermektedir.

Gıdalarda koliform grup bakteri ve *E. coli* analizine yönelik olarak çok sayıda çalışma yapılmıştır. Elimizdeki kaynaklara göre Türkiye 'de yapılmış en kapsamlı çalışma Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Bursa Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü koordinatörlüğünde ilgili laboratuvarların katılımı ile yapılan ve toplam 4817 örneğin patojenlerin varlığı açısından incelendiği piyasa taramasıdır (17). Bu çalışmanın bulgularına göre 195 pastırma örneğinin 146 'sında, 233 sosis örneğinin 210 'unda, 637 kaşar peyniri örneğinin 545 'inde, 346 mutfaklık tereyağının 275 'inde ve 338 kırmızı biberin 289 'unda *E. coli* varlığı saptanmıştır.

Doğan ve ark. (18) tarafından yapılan çalışmada pastörize süt, yoğurt, peynir, tereyağı, dondurma, salata, şarküteri ürünleri, yaş pasta, baharatlar ve yaş meyve-sebze olmak üzere toplam 1067 gıda örneğinde TS 6063 ve TS 7725 'e göre koliform grup bakteri, fekal koliform grup bakteri ve *E. coli* sayımı yapılmıştır. Analizler sonunda koliform bakteri, fekal koliformlar ve *E. coli* sırası ile pastörize sütte (n=108) %58.3 ; %44.4 ; %20.4, yoğurtta (n=102) %51.9 ; %47.1 ; %31.4, peynirde (n=97) %78.4 ; %75.3 ; %72.2, tereyağında (n=91) %53.8 ; %52.7 ; %39.6, dondurmada (n=103) %75.7 ; %59.2 ; %29.1, salatada (n=84) %100.0 ; %91.7 ; %78.6, şarküteri ürünlerinde (n=228) %73.7 ; %61.0 ; %50.9, yaş pastada (n=84) %98.8 ; %91.7 ; %71.4, baharatlarda (n=77) %80.5 ; %77.9 ; %54.5 ve yaş meyve-sebze (n=93)

%87.1 ; %75.3 ; %52.7 düzeyinde pozitif sonuç alınmıştır. Bu bulgular da analiz edilen gıda gruplarında kayda değer ölçüde fekal kontaminasyon ve buna bağlı olarak potansiyel tehlikenin büyük boyutlarda olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1: EMS Yöntemi (Fluorocult LST Broth) ve Katı Besiyerinde (VRB Agar) Yapılan *E. coli* Sayımlarının Karşılaştırılması

ÖRNEK	Koliform		<i>E. coli</i>	
	log EMS/g	log kob/g	log EMS/g	log kob/g
Çiğ Süt 1	>3,04	5,08	<0,48	<2,0
Çiğ Süt 2	3,66	3,70	1,97	<2,0
Dondurma	1,63	<2,0	0,56	<2,0
Kaymak	<0,48	<2,0	<0,48	<2,0
Kıyma	>4,04	4,61	>4,04	3,84
Kremalı Pasta	3,04	3,72	<0,48	<2,0
Kremalı Tatlı	>3,04	3,73	<0,48	<2,0
Peynir ; Beyaz 1	3,38	3,19	3,38	3,00
Peynir ; Beyaz 2	>4,04	<2,0	>4,04	<2,0
Peynir ; Beyaz 3	>3,04	4,83	<0,48	<2,0
Peynir ; Çiğ sütün yapılmış	>4,04	4,03	>4,04	3,49
Peynir ; Keçi	>3,04	4,64	<0,48	<2,0
Peynir ; Lor 1	0,55	<2,0	0,55	<2,0
Peynir ; Lor 2	>4,04	4,79	1,36	<2,0
Peynir ; Tulum 1	<0,48	<2,0	<0,48	<2,0
Peynir ; Tulum 2	2,18	6,06	1,36	5,43
Salata ; Ezme	>4,04	4,79	3,38	4,34
Salata ; İtalyan 1	3,18	2,40	1,36	<2,0
Salata ; İtalyan 2	2,88	4,06	1,63	<2,0
Salata ; Makarnalı	0,55	<2,0	3,60	<2,0
Salata ; Mantar	4,04	4,47	2,38	<2,0
Salata ; Mayonezli	3,38	2,90	3,38	<2,0
Salata ; Rus 1	>4,04	4,74	>4,04	3,60
Salata ; Rus 2	4,04	4,88	1,63	<2,0
Salata ; Tavuklu	>4,04	<2,0	2,17	<2,0
Salata ; Yeşil 1	>4,04	4,93	>4,04	5,04
Salata ; Yeşil 2	>3,04	3,95	<0,48	<2,0
Yaş Pasta Şantisi	>4,04	4,87	3,66	<2,0

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar koliform grup bakteri ve *E. coli* varlığı açısından önceki çalışma bulgularına benzemektedir.

EMS ve Katı Besiyeri Sonuçlarının Kıyaslanması

Yine çizelge 1 'den aynı gıdalara ilişkin EMS yöntemi ve katı besiyerinde yapılan koliform grup ve *E. coli* sayım sonuçları kıyaslanabilmektedir. Gerek koliform grup bakterilerde gerek *E. coli* 'de 2 farklı sayım yöntemi ile elde edilen bulgular birbirlerine genel olarak yakın olarak bulunmuştur. Bu aşamada verilerin azlığı nedeni ile istatistiksel analiz yapılamamıştır.

Genel olarak gıdalardaki koliform grup ve *E. coli* analizindeki temel yöntem EMS 'dir. Bunun nedeni EMS yönteminin duyarlılığının katı besiyeri kullanımına göre daha fazla olmasıdır. Katı besiyeri kullanılan yöntemlerden yayma ve dökme yöntemi arasındaki duyarlık dökme yönteminde 10 misli fazla iken, dökme yönteminde besiyeri sıcaklığının agarın donma sıcaklığının hemen üzerinde olması nedeni ile genellikle benimsenmeyen bir uygulamadır. Dökme yönteminde dökülen besiyeri sıcaklığının 45-46 °C olması gerekmektedir. Daha yüksek sıcaklıklar mikroorganizmalara zarar verirken, daha düşük sıcaklıklar ise besiyerinin dökme anında donmasına ya da döktükten sonra yeteri karışma sağlanmadan jelleşmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde dökme yönteminde besiyerinin altında ya da üstünde kalan bakteriler oksijenden farklı yararlandıkları için koloni morfolojiler de farklı olmaktadır (19, 20).

EMS yöntemi ile yapılan sayımların katı besiyerinde yapılanlardan biraz daha yüksek çıkması normal olarak karşılanmaktadır. Bunun nedeni olarak bakterilerin sıvı besiyerinde daha kolay gelişebilmesi gösterilmektedir. Bir diğer deyiş ile hasar görmüş bakteriler sıvı besiyerinde gelişebilmektedir pozitif sonuç vermekte ancak, bunlar katı besiyerinde koloni oluşturamayabilmektedirler (19, 20).

Bu çalışmada EMS ve katı besiyeri sayım sonuçları genel olarak birbirlerine yakın bulunmuş olmakla beraber 3 örnekte farklılık dikkat çekmektedir. Beyaz peynir (2) örneğinde gerek koliform grup gerek *E. coli* EMS yönteminde >4,04 log EMS/g sonucu verirken, bu sonuçlar VRB Agar besiyerinde <2,0 log kob/g olarak alınmıştır. Tersine olarak Tulum peyniri (2) ve İtalyan salatası (2) örneklerinde katı besiyeri sonuçları EMS sonuçlarından kayda değer ölçüde daha yüksek olarak alınmıştır. Halkman ve ark. (6) tarafından yapılan çalışmada da benzer farklı sonuçlar alınmış olmakla beraber, toplam 3 örneğin sonuçlarına kuşku ile bakmak gereği açıktır.

Sonuç

Bu çalışmada elde edilen somut bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Bu çalışmada UV el lambası ile sahte para makinesi olarak adlandırılan UV lambası floresan reaksiyonuna dayalı *E. coli* analizinde aynı sayıda pozitif sonuç vermiş olduğu için fiyat ve loş ortam avantajları da dikkate alınarak sahte para makinesinin bu amaçla kullanılabileceği önerilmekle birlikte aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekmektedir:

-Piyasada farklı markalardaki sahte para makinelerinin bu reaksiyondaki eşdeğerliği araştırılmamıştır.

-Her ne kadar, gerek koloni gerek tüp bazında aynı sayıda pozitif sonuç alınmış olmakla beraber, 2 lamba arasındaki eşdeğerliğin kanıtlanması için daha fazla sayıda gıda analizi yapılması gerektiği açıktır.

-Her ne kadar, sahte para makinesinde UV lamba önündeki koruyucu gövde doğrudan UV lambaya bakılmasını engelliyorsa da yansıyan ışınların özellikle gözde olumsuz bir etki yapıp yapmayacağı bu aşamada bilinmemektedir. Çalışmalar sırasında böyle bir olumsuz etki gözlenmemiştir. Ancak, rutin kullanımda bir olumsuz etkinin olmayacağını söylemek bu aşamada mümkün değildir.

Tüm bu bulgulara dayanarak sahte para makinesinin MUG esaslı *E. coli* analizinde kayda değer bir alternatif olduğu, olası sağlık zararlarına karşı kullanımında dikkatli olunması gerektiği söylenebilir.

Analiz edilen 28 gıdanın 24 adedi koliform bakteri sayısı açısından standart dışında kalmaktadır. *E. coli* açısından ise 28 gıdanın 20 adedi standart dışındadır. Bunların içlerinde peynir, salata gibi doğrudan tüketilen gıdaların da olması durumun ciddiyetini göstermektedir.

Kaynaklar

1. Anonymous 2004. Koliform Bakteriler www.mikrobiyoloji.org
2. Çakır, İ. 2000. Koliform Grup Bakteriler ve *E. coli*. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Sim Matb. Ankara, 522 s.
3. Halkman, A. K., Doğan H.B., Çakır, İ., Coşansu,S., Keven, F., Kırıl, N., Dağır, T.T.İ. 1999. Gıdalarda Fekal Koliform Aranması. Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 97 11 12 01 nolu Proje kesin raporu. Basılmamış, 49 s rapor
4. Ward, D., Bernard, D., Collette, R., Creamer, D., Hart, K., Price, R., Otwell, S. (Eds.) 1997. Hazards Found in seafoods, Appendix III. In HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point Training Curriculum, 2nd ed., p. 173-188. UNC-SG-96-02. North Carolina Sea Grant, Raleigh, NC.
5. Chordash, R. A., Insalata, N. F. 1978. Incidence and pathological significance of *Escherichia coli* and other sanitary indicator organisms in food and water. Food Technol. 32(10):54-58, 62-63
6. Halkman, A.K., H.B. Doğan, M.R. Noveir 1994. Gıda Maddelerinde *Salmonella* ile *E. coli* Aranma ve Sayılma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no : 21. Armoni Matbaacılık Ltd. Ankara, 93 s.
7. Feng, P.C.S., Hartman, P. A. (1982) Fluorogenic Assays for Immediate Confirmation of *Escherichia coli* Appl. Environ. Microbiol. 43, 1320-1329
8. Sing, D.,and Ng Hoon H. 1986. Evaluation of a rapid detection method for *Escherichia coli* in foods using fluorogenic assay.
9. Bej, A.K.,J.L. Dicerase, L. Haff, and R.M. Atlas. 1991. Detection of *Escherichia coli* and *Shigella* spp. in water by using the polymerase chain reaction and gene probes for uid. Appl. Environ. Microbiol.57:1013-1017.
10. Feng, P.,R. Lum, and G. Chang. 1991. Identification of *uidA* gene sequences in beta-D-glucuronidase (-) *Escherichia coli*. Appl. Environ. Microbiol. 57:320-323
11. Singh, D., NG, H.H. 1986. Evaluation of Rapid Detection Method for *Escherichia coli* in Foods Using Fluorogenic Assay. Food Micr. 3:373-377.
12. ISO 7218 "TS 7894, 18.04.2001, Gıda ve Hayvan Yemlerinin Mikrobiyolojisi-Mikrobiyolojik Muayeneler İçin Genel Kurallar"
13. ISO 6887 "TS 6235, 08.05.2001, Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi- Deney Numunelerinin Başlangıç Süspansiyonunun ve Ondalık Seyreltilerinin Hazırlanması İçin Genel Kurallar"
14. Hitchins, A.D., Feng, P., Watkins, W.D., Rippey, S.C., Chandler, L.A. 1998. *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Alınmıştır, "Bacterial Analytical Manual" 8th Edition, Revision A. Published and Distributed by AOAC International 28 bölüm + 3 ek.

15. Petzel, J.P., Hartman, P.A. 1985. Monensin-Based Medium for Determination of Total Gram-negative Bacteria and *Escherichia coli*. Appl Environ Microbiol 49(4)925-933.
16. Entis, P. 1989. Hydrofobic Grid Membrane Filter/MUG Method for Total Coliform and *Escherichia coli* Enumeration in Foods. Colloborative Study. J Assoc Off Anal Chem 72(6)936-949
17. Anonymous 1996. Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü yayını. Uludağ Üniversitesi Basım Evi, Bursa, 196 s.
18. Doğan, H.B., İ. Çakır, F. Keven, S. Coşansu, N. Kiral, T.T.İ. Dağar, G. Gürsu, A.K. Halkman 2001. Çeşitli Gıdalarda Koliform, Fekal Koliform ve *E. coli* Aranması. Gıda Dergisi 26(2)83-90
19. Gürgün, V., A.K. Halkman 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 7. San Matbaası, Ankara, 160 s.
20. Anonymous 2004. Merck Gıda Mikrobiyolojisi. www.mikrobiyoloji.org