

Campylobacter

Gram (-), hareketli, kapsülsüz, sporsuz ve kıvrımlı çubuk şeklinde bakterilerdir. Mikroskopta "S" veya spiral şekilde görülürler. Kanatlı etleri başta olmak üzere, dışkıdan, evcil hayvanlardan, su ürünlerinden, sebze ve meyvelerden izole edilebilmektedir. Bu bakteriler ilk izole edildiği yıllarda *Vibrio* cinsi içinde sınıflandırılmış ancak daha sonra "eğri çubuk" anlamına gelen *Campylobacter* adı verilmiş ve *Campylobacteriaceae* familyasına dahil edilmiştir. *Campylobacter* cinsi içinde 19 tür ve alt tür yer almaktadır. Bazı türleri anaerobik olmakla birlikte çoğunlukla mikroaerofildirler. Gelişme sıcaklıkları 37-42°C (minimum 30°C, maksimum 45°C)'dir. Termofil *Campylobacter*' ler olarak adlandırılan *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* ve *Campylobacter coli*'nin optimum gelişme sıcaklığı 42°C'dir. Bu iki tür gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olan türlerin başında gelmektedir. Hastalıklar, özellikle yetersiz pişirilmiş kanatlı etlerinin tüketilmesi sonucunda meydana gelmektedir. *Campylobacter* türleri ısıtma işlemi, düşük sıcaklık ve asitliğe oldukça duyarlıdır.

Carnobacterium

Gram (+), katalaz negatif çubuklardır. Daha önce laktobasiller içinde sınıflandırılmış olan suşları içermektedir. *Lactobacillus divergens*, *Carnobacterium divergens* olarak; *Lactobacillus piscicola* ise *Carnobacterium piscicola* olarak adlandırılmıştır. Heterofermentatifler ve çoğu 0°C' de gelişir, 45°C'de gelişemez. Bazı türleri glikozdan gaz oluşturur. Laktobasillerden asetat ortamında gelişmemeleri ve oleik asit sentezi yapımlarıyla ayrılırlar. Bu cinslere vakum paketlenmiş etlerde, balık ürünlerinde, balık ve kanatlı etlerinde rastlanmaktadır.

Corynebacterium

Mycobacteriaceae familyası içindeki bu cins CMN (*Corynebacterium*, *Mycobacteria*, *Nocardia*) grubunda yer alır. *Mycobacteriaceae* familyasına dahil olan bakteriler; Gram (+), harekesiz, katalaz (+) ve çubuk şeklinde olup filament oluştururlar. *Corynebacterium* türleri pleomorfik özelliktedir. Grup olarak karakteristik özellikte "mycolic asit" olarak adlandırılan uzun zincirli yağ asitleri üretirler. *Corynebacterium*'larda 28-40, *Nocardia*'larda 40-56 ve *Mycobacterium*'larda ise 60-90 karbonlu yağ asitleri yaygındır. *Corynebacterium difteriae* patojen bir tür olup insanlarda difteri etmenidir.

Citrobacter

Bu cinsteki türler Gram (-) olup, peritrik flagellumları ile hareket ederler. Cins içindeki türlerin hepsi ana karbon kaynağı olarak sitratı kullanmakta olup laktozu da fermente edebilirler.

Normal olarak bağırsak kaynaklı olup başta hayvansal gıdalar olmak üzere birçok gıdalarda bulunabilirler. En önemli türü *C. freundii*'dir. *Citrobacter* cinsi bakteriler gıdalarda indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen koliform grup içinde yer almaktadır.

Clostridium

Bacillaceae familyasına dahil olan çubuk şeklindeki Gram (+) anaerobik bakterilerdir. Endospor oluştururlar. Endosporları ısıya çok dayanıklı olduğu için özellikle konserve endüstrisinde büyük önem taşırlar. Bu özelliğinden dolayı bazı gıdaların sterilizasyonu için gerekli sıcaklık derecesi ve süresinin saptanmasında bu mikroorganizmalardan indikatör mikroorganizma olarak yararlanılır. Diğer yandan bazı türleri de tetanos, gazlı kangren gibi hastalıklarla botulizm (*Cl. botulinum*) ve perfringens (*Cl. perfringens*) tipi gıda zehirlenmelerine neden olur. Doğada çok yaygın olarak bulunmaktadırlar. En fazla toprak ve su ile insan ve hayvanların bağırsak sistemlerinde bulunurlar. Bazı türleri yüksek proteolitik aktiviteye sahip olup *Cl. acetobutylicum* gibi türleri aseton ve bütanol gibi çözücülerin mikrobiyolojik olarak elde edilmesinde kullanılırlar. En önemli türlerinden olan *Cl. perfringens* gıda zehirlenmesine neden olan fekal kaynaklı bir bakteridir. Bir gıda maddesinin incelenmesi sırasında fekal bulaşmadan şüpheleniliyorsa ve o gıda maddesinde fekal streptokoklar ile koliform grubuna giren diğer bakteriler bulunmamışsa o zaman *Cl. perfringens* aranır. Çünkü zaman içinde veya gıda maddesinin maruz kaldığı işlemler sonucunda *Cl. perfringens* dışındaki bakteriler ölmüş olabilecekleri halde, *Cl. perfringens* spor oluşturduğu için hayatini devam ettirebilir.

Coxiella

Riketsia grubundaki bu bakteriler gıdalarda esasen bir bozulmaya neden olmamakla beraber özellikle süt aracılığıyla insanlara bulaşarak Q-Ateşine neden olmaktadır. Bu bakteriler sığır, koyun ve keçi gibi hayvanların bağırsak sistemlerinde ve dışkılarında bulunur. Ayrıca kediler de bu bakterinin taşıyıcısıdır. En önemli türü *Coxiella burnetti*'dir. Çiğ sütte bulunan patojen bakteriler içinde ısıya en dirençli olan *Coxiella burnetti* olduğu için ısıl işlem normu bu bakteriye göre belirlenir. Et paketleme ve çiğ etle uğraşanlarda bu mikroorganizma ile bulaşma olasılığı yüksektir.

Cronobacter

Gram negatif fakültatif anaerob, katalaz(-) çubuk şekilli Entrobacteriaceae familyasına dahil bakterileri içerir. Bu cins 2007 yılında *Enterobacter sakazakii* nin genetik çalışmalarla farklı

özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta yeni bir cins şeklinde önerilmesinin ardından 2008 de bu yeni cins *Cronobacter* olarak adlandırılmış 5 tür *C. sakazakii*, *C. malonaticus*, *C. turicensis*, *C. muytjensii*, *C. dublinensis* tür ve 3 alt tür olarak taksonomide yerini bulmuştur. *E.sakazakii* yeni ismiyle *Cronobacter sakazakii* insan ve hayvan bağırsaklarında ve çevrede bulunan, çok sayıda bakteri türüne sahip olan *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan bir suşdur ve neonatal bacteraemia ile menenjitte neden olduğu ve bunun özellikle kontaminasyon kaynağı olarak bebek formüllerinden olduğu çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir (Iversen et al 2008). Son yıllarda üzerinde en çok çalışılan patojen bakterilerden biri haline gelmiştir.

Gıdalarda *Enterobacteriaceae* sayısının yüksek olması gıdanın yeterli ısıl işlem görmediğine veya uygun olmayan ortamlarda depolandığına işaret eder (Anonim 2008). Son yıllarda *Enterobacteriaceae* sayısı, gıda üretimindeki proses doğrulaması için hijyen kriteri olarak önem kazanmıştır. *Enterobacteriaceae*'nin Avrupa'da çeşitli gıda ürünleri için proses hijyen kriterlerinde parametre olarak kullanılması bugünkü mevzuatta da dile getirilmiştir (Anonim 2005). Gerek rutin gıda kontrolünde gerek Enterobakteriler üzerine yapılan araştırmalarda selektif besiyerinden izole edilen bakterinin hızla, kolaylıkla, düşük maliyetlerle ve en önemlisi doğrulukla tanımlanması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında, çeşitli gıdalardan izole edilen *Enterobacter* suşlarının hem klasik hem de API20E, ID32E, 16S rDNA gibi hızlı yöntemler kullanılarak tanımlanması hedeflenmektedir. (Çetinkaya ve Ayhan,2010). Iversen ve ark.(2007a) çeşitli *E. sakazakii* suşları arasındaki taksonomik ilişki f-AFLP, otomatize riotyping, 16S rRNA gen dizilimi ve DNA-DNA hibridizasyonu kullanılarak açığa kavuşturulmuş ve böylece *E.sakazakii* yeni bir cins olan *Cronobacter* içinde yer almıştır. Buna göre *Cronobacter* cinsi 5 türden oluşmaktadır; *C. sakazakii*, *C. malonaticus*, *C. turicensis*, *C. muytjensii*, and *C. dublinensis*. Fırsatçı insan patojenlerini de içeren bu cinsin ilk üç üyesi neonatal enfeksiyonu ile ilişkilendirilmiştir. Cins içindeki çeşitliliğin genetik temeli ise henüz tam olarak bilinmemektedir (Kucerova ve ark.,2010). Iversen ve Forsythe, (2004a,2004b) API20E kitinin sınırlı sayıda test kullanım özelliği olduğunu ve tüm *Cronobacter sakazakii* izolatlarının tanımlanmasında yetersiz kalabildiğini ve sahte negatif sonuçlara yol açabildiğini ileri sürmüştür. Bunun ise bebek süt formülleri ve süt tozunun piyasaya sürülmesinde hatalara ve ekonomik kayıplara yol açabileceği de ifade edilmiştir. Buna rağmen bugün standart FDA protokolü API20E'nin kullanmasını önermektedir. Aynı araştırma grubu (2004c, 2007b) yaptıkları çalışmalar ile ISO/DTC 22964 standardında önemli hatalar olduğunu da öne sürmektedir.

Desulfotomaculum

Bu cinsin türleri *Clostridium*'lara çok benzerler fakat bunlar Gram (-)'dirler, ve *Clostridium*'lar *C. nigrificans* dışında sülfatları indirgemedikleri halde, bu organizmalar sülfat, sülfid ve indirgenebilir diğer kükürtlü bileşikleri H₂S'e indirgeyebilirler. *D. nigrificans* konserve gıdalarda gelişerek sülfid bozulmasına neden olur ve bakterilerinin geliştiği konserve gıdalarda çürük yumurta kokusunu andıran tipik H₂S kokusu derhal hissedilir. Termofilik ve spor oluşturan bu bakteriler ısı işlemine çok dayanıklıdır. Anaerob oldukları için ancak hava ile teması kesilmiş ve elektron vericisi olarak da kükürt bileşiklerini kullandıkları için özellikle kükürtlü bileşik içeren gıdalarda bozulmaya neden olurlar. Oluşan gaz kaptaki metalik iyonlarla reaksiyona girerek metal-sülfid oluşumuna ve rengin kararmasına neden olur.

Edwardsiella

En önemli türleri *Edwardsiella hoshinae* , *Edwardsiella ictaluri* ve *Edwardsiella tarda*'dır. Peritrik flagellumları ile hareket ederler. *Edwardsiella tarda* gram negatif, fakültatif anaerob, katalaz pozitif, indol pozitif, lisin ve ornitin dekarboksilaz negatif, H₂S üretir, pek çok şekeri fermente edemez, laktoz ve sukroz negatiftir. Akut gastroenterite neden olur. Gıdalara fekal kaynaktan bulaşır. Menenjit, hemorragic septisemi (edwardsiellozis) ve abse oluşumuna neden olmaktadır.,

Enterobacter

Kısa çubuk şeklindeki bu bakteriler Gram (-) olup pigment oluşturmazlar. Glikoz ve laktozu fermente ederek asit ve gaz oluşumuna neden olurlar. Oluşan gaz hidrojen ve CO₂'ten meydana gelmekte olup, CO₂ miktarı H₂'nin 2 misli veya daha fazladır. Doğada çok yaygın bir dağılım gösterirler. Özellikle bitki ve hububat ürünlerinde bulunmakla beraber su ve bağırsak sisteminde de görülürler. Bunlar da koliform grubunun üyesidirler ve patojen özellik gösteren *Escherichia coli*'den IMVIC testleriyle ayrılırlar. *E. aerogenes* ve *E. cloacae* iki türü olup bunlar aynı zamanda sütte sünme yaparlar.

Enterococcus

Doğada yaygın olarak bulunurlar, ayrıca omurgalıların dışkıında da miktarları yüksektir. Bazen piyogenik enfeksiyonlara neden olurlar. Gram (+), spor oluşturmeyen, bazı türleri hareketli bazı türleri hareketsiz, kapsülsüz, fakültatif anaerob koklardır. Sıvı kültürde siferik veya oval şeklinde 0,6 - 0,2 x 0,6 x 2,5 µm büyüklüğünde hücreler oluştururlar. Karbohidratları

fermente ederler ve esas olarak L(+)-laktik asit üretirler, gaz oluşturmazlar, son pH' ları 4,2 - 4,6'dır. 10°C ve 45°C' de gelişebilirler, optimum gelişme sıcaklıkları 37°C' dir. %6,5 NaCl ortamında ve %40 safra tuzunda gelişme yeteneğindedirler. Bu cins içinde Lancefield'in D grup streptokokları yer almaktadır. Bazı peynirlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılan türleri vardır.

Eski isim

Yeni isim

Streptococcus faecalis

Enterococcus faecalis

Streptococcus faecium

Enterococcus faecium

Erwinia

Enterobacteriaceae familyasına dahil Gram (-), katalaz (-), anaerobik enterik çubuklardır. *E. caratovora* şekerleri ve alkollerini fermente edebilir ve bazı sebzelerde bulunan ramnoz, sellobioz, arabinoz ve mannitol gibi şekerleri kolaylıkla kullanabilirler. Çoğu 37°C'de gelişme gösterirken bazı suşlarının buzdolabı sıcaklığında hatta 1°C'de geliştiği belirlenmiştir. Bitkilerde protopektin halinde bulunan pektini, sahip oldukları protopektinaz enzimi ile parçalayarak bakteriyel yumuşak çürümeye neden olurlar. Bu cinsin içinde yer alan üç tür *Pantoea* cinsi içine aktarılmıştır.

Escherichia

Gram (-) kısa çubuk şeklindeki bu bakteriler mikroskop altında ve kültür ortamlarında *Enterobacter*'lerden ayrılmazlar. Esas çevreleri insan ve hayvanların bağırsak sistemleri olup buradan su, toprak ve gıdalara bulaşır. Gıdalarda bulunmasına kesinlikle izin verilmez. Patojenik olan suşları çok çeşitli hastalıklara neden olabilir. Diyareye neden olan *E. coli* suşları yaptıkları hastalıklar bağırsak mukozası ile olan etkileşimleri, klinik belirtileri, epidemiyolojileri ve O:H serogruplarındaki farklılıkları göz önüne alınarak dört gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvasiv *E. coli* (EIEC) ve enterohemorajik *E. coli* (EHEC) dir.

Flavobacterium

Gram (-), hareketsiz, aerobik, sporsuz, katalaz (+) çubuklardır. Toprak ve suda yaygındır. Mezofilik ve psikrotrof türleri vardır. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen çiğ süt ve et ile et ürünlerinde, sebzelerde bozulmaya neden olurlar. Yeni sınıflandırmada bu gruptan *Weeksella*, *Chryseobacterium*, *Emedobacter* ve *Bergeyella* gibi farklı cinsler ortaya çıkmıştır, ancak hiç biri gıdalarla ilgili değildir. Bazı suşları balıklara patojendir, bazı türler ise halofilik özellik

gösterir. Bu konuda yeni izole edilmiş *F. gondwanense*, *F. salegens*, and *F.scophthalmum*. türleri vardır.

Gluconobacter

Gram (-) olup yaşlı hücreleri Gram (+)'e dönüşebilir. Mutlak aerob, katalaz (+), oksidaz (-), polar flagellumlu olmalarına rağmen bazıları hareketsiz, çubuk şeklinde bakterilerdir. Fermantatif değil, oksidatif bir metabolizmaya sahiptirler. Etanolü asetik aside okside ederler. Sebze, meyve, ekmek mayası, bira, şarap ve sirkede üreyerek bozulmalara yol açar. Bu cinsin en önemli temsilcisi *Gluconobacter oxydans* 'dır. Bu bakteriden endüstride C vitamini üretiminde yararlanılır.

Hafnia

Gram (-), fakültatif anaerobik ve fermantatif, oksidaz (-), hareketli enterik çubuklardır. Özellikle buzdolabı sıcaklığında saklanan et ve et ürünlerinde bozulmaya neden olurlar. *Hafnia alvei* bu cinsin tek türüdür. Toprak, su, süt ürünleri, kanalizasyon suları, insan ve hayvan dışkısında bulunur.

Halobacterium

Gram (-), katalaz (+), mutlak aerob ancak bazı suşları fakültatif anaerob, hareketli veya hareketsiz çubuk veya disk şeklindeki bakterilerdir. Ekstrem halofilik bakterilerdir. Gelişebilmeleri için ortamda en az %15 tuza gereksinimleri vardır. Optimum gelişebilmek için %20-26 oranında tuza ihtiyaç duyarlar. *Halobacterium* türleri pembe, turuncu ve kırmızı renkte pigment oluştururlar ve daha çok tuzlanmış balık ve et ürünlerinde gelişerek bozulmalara neden olurlar.

Halococcus

Gram (-), mutlak aerob, oksidaz ve katalaz (+), hareketsiz, ikili ve dördü sarsına veya düzensiz kok şeklinde bakterilerdir. *Halococcus morrhuae* bu cinsin tek türüdür. Turuncu ve kırmızı pigment oluştururlar ve yine tuzlanmış balık, et ve et ürünlerinde gelişerek bozulmaya neden olurlar.