

# Diş Üniteli Su Yolu ve Suyu Dental Tedavilerde Risk Oluşturur Mu?

## Do The Dental Unit Water Lines and Its Water Risk in Dental Treatments?

Ömer Engin BULUT\*, Şule BULUT\*\*, Metin KIZILKAYA\*\*\*

### Özet

Diş ünitesine gelen suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunun önceki çalışmalarda rapor edilmesiyle birlikte sistemde kullanılan suyun kalite ve standardı bilimsel ve hukuki açıdan önemli bir yapı kazanmıştır. Günümüzde diş ünitesi su yolu boyunca gelişmiş aktif bir biofilm tabakasının hem hastalar hem de diş hekimliği çalışanları için potansiyel bir çapraz enfeksiyon kaynağı olduğu bilinmektedir. Bu derlemede diş ünitesi su yolunda biofilm oluşumu, diş ünitesi su yolunun mikrobiyal yapısı, diş ünitesi su yolundaki biofilmin hastalar ve dişhekimliği personeli için oluşturduğu riskler ele alınmıştır. Literatürde bu konuya yönelik olarak varılan ortak sonuç çapraz enfeksiyon kaynağı olan biofilm oluşumunun önlenmesi veya mevcut olanın yok edilmesidir. İzlenecek değişik yöntemler olmakla birlikte önemli olan bu uygulamaların kolay ve kalıcı olmasıdır."

**Anahtar Kelimeler:** Diş Ünitesi Su Yolu, Çapraz Enfeksiyon, Biofilm

### Abstract

The quality and the standard of the water in dental units became scientifically and legally important together with the report of the microbiological contamination of the water in the dental unit system, Recently, it is known that an active biofilm within dental unit waterlines can be a potential source of cross infection for both the patients and the dentistry staff. In this review the formation of biofilm within the dental unit waterlines, the microbiological evaluation of the dental unit waterlines system, and the risks of the biofilm within the dental unit waterlines for both the patients and the dentistry staff have been analyzed. The common result in the literature for this issue is to prevent the formation of biofilm or annihilate the present biofilm which can be a cause for cross infection. Although there are various methods, the practicability and the permanence of these methods are important.

**Key Words:** Dental Unit Water Lines, Cross Infection, Biofilm

\* Doç. Dr. Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ağız-Diş-Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

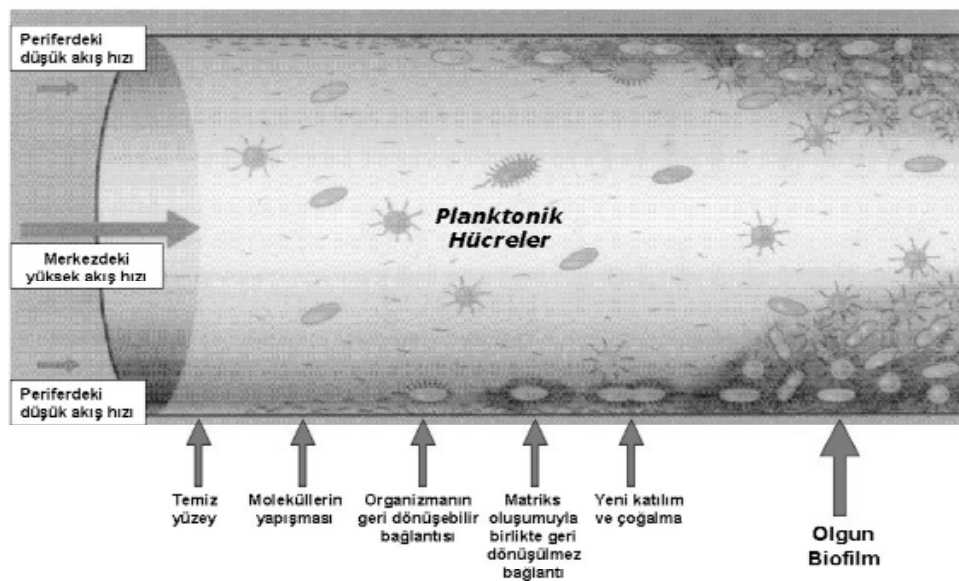
\*\* Doç. Dr. Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

\*\*\* Dt. Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ağız-Diş-Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi.

## Giriş

Diş üniteleri suyunu birçok kaynaktan temin edebilir. Bazı markalar direkt olarak şehir şebeke suyunu kullanırken bazıları da su haznesi kendine ait kapalı sistem diş ünitesi su yoluna sahiptir. Kapalı sistem diş ünitesi su yolu olan cihazların su haznesine içilebilir çeşme suyu, deiyonize su ve/veya steril distile su konularak; sistemin sıvı gereksinimi sağlanmıştır<sup>1,2</sup>. Ancak diş ünitesine gelen suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunun ilk kez 1963 yılında Blake<sup>3</sup> tarafından rapor edilmesiyle birlikte sistemde kullanılan suyun kalite ve standardı gerek bilimsel gerekse hukuki açıdan tartışılır bir hale gelmiştir. Çoğu ülkede içilebilir çeşme suyu için verilen mikrobiyolojik sınır  $500 \text{ cfu/ml} \geq$  bakteri olarak saptanmıştır<sup>4,5,6</sup>. Ancak bu rakam detertraj, dolgu, diş kesimi, ölçü alma, ortodontik bant yerleştirme gibi cerrahi olmayan standart diş tedavilerinde kullanılan su için bile yüksek bulunmuş ve 2000 yılında Amerikan Dişhekimleri Birliği tarafından " $200 \text{ cfu/ml} \geq$  bakteri" olarak belirlenmiştir<sup>1,2,4,5,6</sup>. Bu saptama diş ünitesine ait suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunu engellemeye ait bir çok bilimsel araştırmanın mihenk taşı olmuştur<sup>1,2,4,5</sup>. Son 45 yılda yapılan araştırmalar diş ünitesi su yolu iyileştirilmemiş

cihazlardan elde edilen çıkış suyundaki bakteri değerinin  $992 \text{ cfu/ml}$ 'den  $1.6 \times 10^8 \text{ cfu/ml}$ 'ye kadar değişebileceğini sergilemiştir<sup>1,2,4,7,8,9</sup>. Yeni kurulan bir ünit de bile, su yolu için gerekli önlemler alınmadığında; bakteri düzeyi bir hafta içinde  $2 \times 10^5 \text{ cfu/ml}$ 'ye erişebileceği gösterilmiştir<sup>8</sup>. Çok değişik sayı ve tipte bakteri, fungus, protozoan ve amip diş ünitesi su yolu iyileştirilmemiş cihazlardan alınan sudan kültür edilmiştir<sup>4,7,9,10,11,12</sup>. Diş ünitesi su yolunda serbest halde dolaşan planktonik fazdaki mikroorganizmaların birincil kaynağının kullanılan sudan çok, diş ünitesindeki su borularının iç cidarında oluşan mikrobiyal tabaka olduğu ileri sürülmüştür.<sup>1,2,4,5,7,10,13</sup> Nitekim en riskli kabul edilen içilebilir çeşme suyunu direkt veya indirekt kapalı sistem olarak kullanan ünitlerdeki "giriş suyunun" sahip olduğu bakteri miktarı çoğu zaman  $100 \text{ cfu/ml}$  altında yer almıştır<sup>2,5</sup>. Öte yanda Kettering<sup>2</sup> ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, steril distile su kullanılan ünitlerin iyileştirilmemiş su yoluna ait çıkış suyundaki bakteri miktarı 217 ila 333  $\text{cfu/ml}$  arasında değişmektedir. Ortaya çıkan bu veriler nedeniyle suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunu engellemeyi hedefleyen bir çok bilimsel araştırmalarda, öncelikle diş ünitesi su yolunda oluşan mikrobiyal tabakanın incelenmesi ön plana çıkmıştır.



Şekil 1: Biofilm oluşumu

### **Diş Üniteli Su Yolunda Biofilm Oluşumu**

Diş üniteleri, yapılarında su taşıyan küçük çaplı boru ve tüpler içermektedir ve bu sistem diş ünitesi su yolu olarak isimlendirilir<sup>1,4,5,13</sup>. Bu boru ve tüplerin iç çapları 2 mm'den 16 mm'ye kadar değişiklik gösterir. Poliüretan veya polivinil yapısındaki borular cam veya çelik yapıdaki borulara oranla daha fazla hidrofilik ve ondüline olup; adezyon için daha ideal bir ortam oluştururlar<sup>14,15</sup>. Dar çaplı boru veya tüplerdeki iç yüzey alanının su hacmine oranı oldukça yüksektir.<sup>4,7</sup> Bu durum su akış hızını oldukça yavaşlatır hatta durağan hale getirir<sup>16</sup>. Su akış hızının azaldığı bu bölgede su içinde yer alan moleküller boru lümenine kemisorpsiyon veya fiziksel adsorpsiyonla tutunurlar (şekil 1). Oluşan bu moleküller alt tabakaya, bakteri yüzeyindeki diğer moleküller Van der Waal's kuvvetleri, elektrostatik kuvvetler, hidrofobik kuvvetler ya da bakterideki fibrin, pili veya adhesinlerin oluşturduğu kemisorpsiyon yardımıyla bağlanırlar<sup>17,18,19</sup>. Çift değerli katyonlar lümeninde yer alan glycoalyx veya bakteri döküntüsündeki çökelmiş anyonlarla bir köprü oluşturarak; mikrobiyal bağlantıya destek verebilirler<sup>4</sup>. Ortaya çıkan bu ilk mikrobiyal bağlantı zayıf ve geri dönüşebilir karakterdedir. Başlangıç bağlantısını takiben mikroorganizmalar sessiz bir faza girerler. Bu dönem yüzey birleşiminin oyalanma süreci olarak da nitelendirilir. Sessiz faz sürecinde mikroorganizmalar genetik yapılarını değiştirebilirler<sup>4,7,20,21</sup>. Büyüme hızı ve gen transkripsiyonu açısından değişime uğramış fenotiplerin ortaya çıkışıyla birlikte sessiz faz biter ve hızlı büyüme fazı başlar. Bu dönemde mikroorganizmalar hücre dışı polimerik maddenin (glycoalyx) ana bileşenin oluşturduğu exopolysaccharides'i (EPS) salgırlar. EPS genel olarak doğal şeker, amino şeker ve bazı üronik asitlerin oluşturduğu heterojen bir yapı sergiler. Nemli ve yapışkan yapıdaki EPS, organizmaları boru yüzeyine bağlayarak akışkanın oluşturacağı koparma kuvvetlerine karşı direnç kazandırır<sup>7,22</sup>. EPS aynı zamanda bakteriler için bir kılıf ve fibröz bir matriks oluşturur. Serbest haldeki diğer mikroorganizmalar ve mil bu karmaşık matrikse

takılabileceği gibi, moleküller arası etkileşimle de yüzeye tutunabilirler<sup>23</sup>. Buna göre sulu bir ortamda, polisakkarid materyalden oluşan bir matriksin yer aldığı yüzeye geri dönüşümsüz bağlanan mikrobiyal tabaka "biofilm" olarak nitelendirilmektedir<sup>7,24</sup>. Biofilm adı verdiğimiz bu yapı sadece mikroorganizmalardan oluşan hücresel bileşenleri değil aynı zamanda mineral kristallerini, korozyon partiküllerini, mil veya çamur parçacıklarını veya kan ürünlerini de içerebilir<sup>7</sup>. Matriks içerisine yerleşen mikrokolonilerin giderek büyümesi biofilm kalınlığının 1000 µm'ye kadar erişmesine yol açabilir<sup>25</sup>. Biofilm tabakasındaki matriks bakterilerin fiziksel yer değişimini engellediği gibi oluşturduğu kimyasal reaksiyonlarla karşıt ajanların içe doğru diffüzyonunu da önler. Polianyonik yapısı katyonların derin diffüzyonuna direnç gösterir. Öte yanda matriks hem antikorları engeller hem de antibiyotikleri nötralize eden enzimlerin (beta-laktamaz gibi) konsantrasyonunu artırır<sup>2,4</sup>. Biofilme yapışık bakteriler fagositoza karşı dirençlidir ancak fagositik enzimler biofilm tabakasını yıkıma uğratarak planktonik bakterilerin biofilmden serbest hale geçmesine yol açabilirler<sup>2</sup>. Biofilmden kaynaklanan bu salınım akut infeksiyonların kaynağı olabilir. Sonuç olarak diş ünitesi su yolu boyunca gelişmiş aktif bir biofilm tabakası hem hastalar hem de dişhekimi için çalışanları için potansiyel bir çapraz infeksiyon kaynağı olacaktır<sup>7</sup>.

### **Diş Üniteli Su Yolunun Mikrobiyal Yapısı**

Diş ünitesi su yolundaki mikrobiyal yapı planktonik faz adı verilen serbest haldeki organizmalar ile biofilm içinde yer alan yapışık organizmalardan oluşur<sup>4,7,10</sup>. Planktonik hücrelerden olgun biofilm oluşumu Costerton<sup>26</sup> ve Mills<sup>27</sup> tarafından tarif edilmiştir. Biofilmi oluşturan planktonik hücrelerin kaynağını ünite kullanılan su, ya da hasta ağızından kaynaklanan retraksiyon oluşturmaktadır<sup>28</sup>. Diş ünitesi su yolu kesitlerine ait bir çok elektron mikroskop taramasını içeren çalışmalar yapılmıştır<sup>4,14,29,30,31</sup>. Farklı büyütmeler olmakla birlikte bu çalışmalarda ilk yapıyı, exopolimerik madde yapımının

başlangıcını, mikrokolonilerin oluşumunu ve hücre sel elemanlı olgun biofilmi gösteren kesitler elde edilmiştir.

Biofilmdeki yapışık mikroorganizmalar planktonik fazdakilerden bazı farklılıklar gösterebilirler. Örneğin derin tabakadaki yapışık organizmalardan bazıları beslenmeyi ve oksijen kullanımını sınırlı tutarak yavaş bir büyüme ortaya koyabilirler<sup>7</sup>. Bu durum düşük besin yoğunluklu steril distile suda bile yaşayabilmelerinin güzel bir göstergesidir. Biofilm organizmaları gen transkripsiyonu açısından değişime uğramış fenotiplere dönüşebilirler<sup>4</sup> ve fagositoza karşı bir direnç söz konusu olabilir<sup>2</sup>. Gene bu tabakada yer alan organizmaların dezenfeksiyona karşı dirençleri oldukça fazladır<sup>16</sup>. Ancak biofilmin yüzeyinde yer alanlar hem daha hızlı bir büyüme gösterirler hem de kolaylıkla biofilm tabakadan uzaklaşabilirler. Besin azlığına ve antimikrobik ajanlara karşı daha dayanıksızdırlar<sup>4</sup> Diş ünitesi su yoluna ait bir çok değişik sayı ve tipte bakteri, fungus, protozoan ve amip rapor edilmiştir<sup>4,7,9,10,11,12</sup>. Bu mikrobiyal hayatın büyük çoğunluğunu heterotrofik, mezofilik bakteriler topluluğu oluşturur<sup>6</sup>. Biofilmdeki birincil topluluk sulu ortamlarda kolaylıkla gelişebilen saprofitik gram negatif bakterilerdir<sup>7</sup>. Tall ve arkadaşları<sup>32</sup> temiz bir ünitenin hava-su spreynindeki biofilm oluşumunu elektron mikroskopunda incelemişler ve 6 ayın sonunda alınan örneklerden *Pasteurella pneumotropica*, *Pseudomonas* spp., *Ochrobactrum anthropi*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pasteurella haemolytica*, *Burkholderia pickettii*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas acidovorans*, *Aeromonas salmonicida*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Brevundimonas vesicularis*, *Pasteurella* spp., *Burkholderia cepacia*, *Psychrobacter phenylpyruvica*, *Pseudomonas putida*, *Flavobacterium* spp., *Flavobacterium odoratum*, ve *Moraxella urethralis*'i kültür etmişlerdir.

Maryland Üniversitesi Dişhekimliği fakültesinde yapılan bir başka çalışma da diş ünitesi su yolundaki biofilme ait asıl organizmaların *Burkholderia pickettii*, *Burkholderia cepacia*, *Psychrobacter phenylpyru-*

*vica*, *Moraxella osloensis*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Myroides odoratum*, *Brevundimonas vesicularis*, *Achromobacter* spp., *Stenotrophomonas maltophilia*, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas stutzeri*, ve *Alcaligenes faecalis* olduğu gösterilmiştir<sup>13</sup>.

Diş ünitesi su yolu kontaminasyonunun multi parametrik analizinde baskın türlerin *Sphingomonas paucimobilis* ve *Acinetobacter calcoaceticus* olduğu rapor edilmiştir (8). Öte yanda aynı çalışmada *S. maltophilia*, *P. putida*, *P. fluorescens*, *B. vesicularis*, *P. acidovorans*, *Actinomyces* spp., ve *Bacillus* spp.'un diş ünitelerinden daha az izole edildiği belirtilmiştir.

Sheperd<sup>33</sup> ve arkadaşlarının diş ünitesi su yolundaki biofilmin bir dezenfektan vasıtasıyla temizlenmesini ele alan araştırmasındaki R2A agarda bulunan baskın organizmalar, suda görülen çevresel gram negatif ve gram pozitif bakteri türleridir. Bunlar gram negatif *Actinobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Xanthomonas*, Gram pozitif *Bacillus*, ve Gram pozitif *Streptococcus*'dur. Araştırmacıların elde ettiği en ilginç bulgu, diş ünitesi su yolunun % 80'indeki streptokokların oral kaviteye ait *S. sanguis*, *S. mutans/sobrinus*, *S. intermedius*, *S. mitis* ve *S. Salivarius* olmasıdır. Bu durum aynı zamanda hastadan köken alan diş ünitesi su yolu kontaminasyonunun bir işaretidir.

Değişik çalışmalarda izole edilmiş çok sayıdaki bakteri türünden bazıları literatürde daha fazla tartışılmış ve klinik açıdan özellikle immün sistemi zayıf hasta gruplarında oluşturabileceği riskler gündeme getirilmiştir<sup>1,2,5,6,7,10,11,34</sup> Fırsatçı olarak bilinen *Moraxella*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* ve non-tuberculosis *Mycobacterium* bu grupta yer alan mikroorganizmalardır. Örneğin Challacombe<sup>11</sup> ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 194 tane diş ünitesinin su örnekleri 44 aylık periyot içerisinde 3 ila 6 kez incelenmiş ve ünitelerin %25'inde *Legionella pneumophila* izole edilmiştir. Araştırmacılar *Legionella pneumophila* ile kontamine olan ünitelerin vücut direnci düşük hasta

grupları için risk teşkil ettiğini ileri sürmüşlerdir. Walker<sup>1</sup> ve arkadaşlarının 7 Avrupa Birliği ülkesinde eş zamanlı olarak yaptıkları diş üniti su yolu mikrobiyolojik analizinde 280 örneğin 102'sinde *Mycobacterium* türleri izole edilmiştir. Elde edilen örneklerin %51'indeki bakteri kontaminasyon miktarı 200 cfu/ml'nin üzerindedir. Öte yanda bakteriler kadar funguslarda diş üniti su yolunun göze çarpan organizmalarıdır<sup>1,6</sup>. Porteous<sup>6</sup> ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sürekli Chlorine dioxide ile dezenfekte edilmiş ünitelerin su yolunda *Exophiala mesophila* izole edilmiştir. Ötör sürekli kullanılan bu dezenfektanın ortam pH'sını 7'ye taşıyarak fungusların üremesi için ideal bir çevre yarattığını ileri sürmüştür. Kimyasalların sürekli kullanımının söz konusu olduğu ünitelerde diş üniti su yolunun düzenli olarak test edilmesinin bu tip fırsatçı organizmaların belirlenmesinde önemli bir yaklaşım olacağı belirtilmiştir. Walker<sup>1</sup> ve arkadaşlarının geniş kapsamlı mikrobiyolojik çalışmasının İngiltere, Hollanda ve İspanya bölümünde yer alan ünitelerde *Candida* türlerine rastlanılmıştır. Ortaya çıkan bu sonucun sebebi, ünitlerdeki antiretraksiyon valflerinin yetersiz çalışmasına ve ağız sıvılarının diş üniti su yolu sistemine geri kaçışına bağlanmıştır.

Bakteriler ve funguslar kadar bazı cihazlarda insan için potansiyel patojen kabul edilen amiplere ve protozoanlara da rastlanılmıştır. Hartmanella, Vanella ve Vahlkampfia türleri en sık izole edilen organizmalardır. Sık olmamakla birlikte *Acanthamoebae* ve *Naegleria* türleri de görülmektedir<sup>35</sup>. MacKenzie<sup>36</sup> ve Hayes<sup>37</sup> yüksek derecede dirençli protozoan *Cryptosporidium*'un şehir şebeke sularından kontaminasyonunu rapor etmişlerdir. Öte yanda Shearer<sup>10</sup> virüslerin diş üniti su yolunda çoğalamadığını belirtmiştir.

### **Diş Üniti Su Yolundaki Biofilmin Hastalar ve Dişhekimliği Personeli için Risk mi?**

Son 40 yılda yapılan çalışmalar diş üniti su yolundaki biofilmin mikrobik yapısının oldukça geniş bir dağılım sergilediğini ortaya koymuştur. Her ne kadar izole edilen bazı türler insan için primer pato-

jen olmasa da bazıları, özellikle fırsatçı olarak bilinen *Moraxella*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* ve non-tuberculosis *Mycobacterium* gibi türler gerek tedavi gören hastalar gerekse çalışan personel için çapraz infeksiyon riski oluşturmuştur.

İlk kez 1987 yılında Martin<sup>34</sup> *Pseudomonas aeruginosa*'nın etken olduğu diş üniti su yolundan kaynaklanan 2 adet çapraz infeksiyon olgusu rapor etmiştir. Raporda, aynı merkezde 2 kanser hastasına yapılan dolgudan 2-3 gün sonra, konulan matriks bant bölgelerinde gelişen ağrılı şişliklerden bahsedilmiş ve enfekte bölgelerden alınan örneklerde *Pseudomonas aeruginosa* izole edilmiştir. Enfekte bölgelerden alınan örneklerdeki *Pseudomonas aeruginosa* ile diş üniti su yolundaki suşların piyosin tiplendirmesi çapraz infeksiyonu doğrular nitelikte çıkmıştır. Bu durum hastalıkları nedeniyle immün sistemi baskılanmış bireylerde fırsatçı mikroorganizmaların yarattığı lokal bir çapraz infeksiyonu en iyi şekilde tarif etmektedir.

Diş üniti su yolundaki fırsatçı patojenler her zaman hastaları değil dişhekimliği çalışanlarını da tehdit etmektedir. Özellikle aerotor başlığı gibi cihazların ağız ortamında oluşturduğu aerosol yapı hasta kadar doktor ve yardımcı personelin de su zerreciklerini inhale etmesine olanak sağlar. Bu durum *Legionella pneumophila*'nın konakçı organizmaya geçişine yardımcı olabilir<sup>11</sup>. Reinthaler<sup>38</sup> ve arkadaşlarının 107 dişhekimliği personeline yönelik serolojik bir çalışmada yedi farklı *Legionella* türüne ait antikor taraması yapılmıştır. Personelin %34'ü, *Legionella pneumophila* antiijenine pozitif reaksiyon göstermiştir. Çalışan personel arasında dişhekimleri, %50'lik ortalama ile en yüksek *Legionella pneumophila* antikor prevalansı sergilemiştir. Bunu %38 ile yardımcı asistanlar ve %20 ile diş teknisyenleri izlemektedir. Araştırmacılar çalışma sonucunda elde edilen yüksek antikor prevalanslarının dişhekimliği personelinin mutlaka pnömöni tarzında bir infeksiyon geçirdiğinin göstergesi olamayacağını; ancak düşük sayıda mikroorganizmayı sürekli vücuda alarak, Pontiac ateşi gibi orta şiddette bir infeksiy-

ona ya da daha hafif seyreden subklinik bir infeksiyona maruz kalındığının bir belirtisi olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bununla beraber Atlas<sup>39</sup> ve arkadaşları legionellosis nedeniyle hayatını kaybeden bir dişhekiminin kendi ofisinde kullandığı ünite yüksek oranda Legionella türlerinin izole edildiğini bildirmişler ve buradan kaynaklanan bir çapraz infeksiyonun dişhekiminin ölümüne neden olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Mills<sup>40</sup> 2000 yılında yayınladığı raporunda diş ünitesi su yolundaki kontaminasyon nedeniyle çapraz infeksiyona maruz kalmış 2 ayrı olgudan bahsetmiştir. İlk olguda bakteriyel endokardite yol açan gram negatif su bakterisi "Moraxella" hem diş ünitesi su yolunda hem de hasta da izole edilmiştir. Diğer olgu ilki kadar bilimsel bir kanıt sunamasa da "Amerika Birleşik Devletleri ulusal kanallarından CBS televizyonunun sabah haberlerine" konu olmuş bir beyin absesi vakasıdır. Her iki hasta da adli mercilere şikayette bulunmuştur.

Literatürde diş ünitesi su yolu kontaminasyonunun neden olduğu çapraz infeksiyon riski açısından sunulan raporlar arasında en ilginç Whirthlin<sup>4</sup> ve arkadaşlarına aittir. Araştırmacılar çalışmalarında 3 farklı dezenfektanın diş ünitesi su yolundaki biofilme olan etkilerini elektron mikroskopunda incelemişler ve biofilme yer alan bazı bakterilerin ve bunlara ait endotoksinlerin antibiyotiğe ve mekanik tedaviye dirençli "refractory periodontitisin" gelişmesinde etkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Raporlarında rutin yapılan periodontal yaklaşımlarda ve implant uygulamalarında lokal gelişebilecek bu çapraz infeksiyon riskinin dikkate alınması gereken önemli bir bulgu olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu çalışma, diş ünitesi su yolundan izole edilen bakteri örnekleri ile aynı ünite tedavi görmüş refractory periodontitisli hastaların diş eti cebinden izole edilmiş bakteri örneklerinin eşleştiğini işaret eden piyosin tiplendirmesine yönelik bir yöntem içermemektedir. Otörlerin ileri sürdüğü hipotezi destekleyici bir sonuca varmak için daha ileri tekniklerin kullanıldığı yöntemlere ihtiyaç vardır.

Tedavi edilmemiş diş ünitesi su yoluna ait mikrobiyal yapı genelde saprofit karakterdeki çevresel mikroorganizmalardan oluşmuşsa da; fırsatçı organizmaların yol açtığı ve hatta bazen fetal sonuçlanabilen çapraz infeksiyon riski taşıyabilmektedir. Buna göre dişhekimini hem kendisinin hem de hastasının sağlığı açısından diş ünitesi su yolundaki biofilm oluşumunu kontrol etmeli ve bu sistem içindeki suyun içerdiği bakteri miktarını 200 cfu/ml altına düşürmeyi hedeflemelidir.

### **Diş Üniteli Su Yolundaki Biofilmden Kaynaklanabilecek Çapraz İnfeksiyon Riskini Ortadan Kaldırmak İçin ne Yapmalı?**

Dişhekimine gelen hastalar arasında diş ünitesi suyundan direkt olarak kaynaklanan geniş yayımlı nosocomial infeksiyonlara rastlanılmamıştır<sup>2,40</sup>. Ancak Martin'in<sup>34</sup> 1987 yılında sunduğu rapor ile diş ünitesi su yolunun çapraz infeksiyon oluşturma riskinin bilimsel olarak dökümanite edilmesi bu sisteme ait mikrobiyal hayatın kontrol altına alınması daha önemli kılmıştır. Özellikle 2000 yılında Amerikan Dişhekimleri Birliği tarafından "200 cfu/ml  $\geq$  bakteri" olarak belirlenen sınıra erişmek için yoğun araştırmalar yapılmıştır<sup>2,4,5,6,10,13,14,15,27,28,29,30,31,33</sup>.

Son 20 yılda diş ünitesi su yolundaki mikroorganizma sayısının azaltılması için "antiretraksiyon valfleri", "filtrasyon", "flushing", "biosid ve kimyasal dezenfektanlar", "klorlama", "peroksid ozon ve ultraviyole ışık", "bağımsız temiz su sistemleri", "otoklav edilebilir sistemler", "elektrokimyasal olarak aktive edilmiş su", ve "kurutma" gibi değişik yöntemler denenmiştir<sup>7</sup>. Bu konuda ilk varılan konsensus ünite şehir şebeke suyunun direkt olarak kullanılmamasıdır. Otörler tarafından diş ünitesi için önerilen yapı, su haznesi bağımsız olan kapalı sistem diş ünitesi su yoludur<sup>2,4,7,28,30,33</sup>. Kettering<sup>2</sup> ve arkadaşları su haznesi bağımsız olan sistemlere steril distile su koyarak; şehir şebeke suyuyla karşılaştırmalı bir çalışma yapmıştır. Sadece şehir şebeke suyu kullanılan örneklerde 2 haftanın sonunda bakteri mik-

tarı ortalama  $6 \times 10^6$  cfu/ml seviyesine erişmiştir. Şehir şebeke suyuna %5.25 dilüsyonlu sodyum hypoklorid veya %0.12'lik klorheksidin Glukonat eklenmesi de sonucu değiştirmemiştir. Öte yanda steril distile su ve %0.12'lik klorheksidin Glukonat kullanılarak elde edilen örneklerdeki bakteri miktarları 200 cfu/ml'nin altında çıkmıştır. Ancak bu araştırmada steril distile suyun %0.12'lik klorheksidin Glukonat ile kombine edilerek kullanılması, şehir şebeke suyu ile steril distile suyun bire bir mukayesesini engellemiştir.

Sistemdeki mikrobiyal hayatın kontrol altına alınması için önerilen bir başka yöntemde diş üniti su yolunun sistem kullanılmadan önce bol su ile yıkanmasıdır (flushing). Amerikan Dişhekimleri Birliği tarafından önerilen uygulama, her sabah 2 dakika, her hasta arasında 20-30 saniye süreyle hava-su spreyinin ve başlıkların takıldığı birimlerin bol su ile çalıştırılmasıdır<sup>4</sup>. Tatilleri takip eden günlerde 2 dakikadan daha uzun uygulamalar önerilmektedir. 2 dakikalık uygulamalar bakteri miktarını %99 azaltabilir hatta 8 dakikalık sabit "flushing" atık sudaki bakteri oranını %0'a çekebilir. Ancak bu değerler sabit değildir ve hızla yükselir<sup>4</sup>. Bunun sebebi uygulanan "flushing" yönteminin temelde planktonik mikroorganizmaları etkilemesi ve asıl kaynak olan biofilmi ortadan kaldırmamasıdır<sup>7</sup>. Öte yanda diş üniti su yoluna takılan filtrasyon sistemleri de benzer sonuçlar vermekte ve biofilm oluşumunu tek başına engellemektedir<sup>41</sup>.

Bazı araştırmacılar diş üniti su yolunun kuru kalmasının problemi çözebileceğini düşünmüştür. Fiehn ve Larsen'in<sup>5</sup> 18 ünite yönelik negatif ve pozitif kontrol gruplu çalışmalarında 19 gün boyunca deney grubundaki ünitelerin suyu her gün boşaltılarak sistem günde 16 saat kuru tutulmuş ve buradan toplanan atık su örnekleri mikrobiyolojik olarak incelenmiştir. Kurutulma uygulanmış örneklerdeki bakteri miktarı başlangıca göre önemli bir düşüş sergilese de 19. gün sonunda ortaya çıkan değerler (ortalama 16000 cfu/ml) arzu edilen standartların oldukça üstündedir. Otörler kurutma yönteminin asıl kaynak olan biofilmi ekarte etmekte tek başına etkili olama-

yacağını ileri sürmüştür. Biofilmin organik matriksi yapışık hücrelerin dehidratasyonunu engelleyecek bir yapı sergiler. Bu durum biofilmin kısa süreli kurutmaya karşı dayanıklı kalmasını sağlar<sup>24</sup>.

Kurutma, flushing, filtrasyon veya kapalı sistem ünitelerin kullanılması gibi yöntemler atık sudaki bakteri miktarını kalıcı olarak 200 cfu/ml'nin altına çekememiştir<sup>2,5,7,41</sup>. Daha sonraki çalışmalar sistem içinde sürekli veya aralıklı biocid ve kimyasal dezenfektanların kullanımına odaklanmıştır. İlk akla gelen ajan %5.25'lik sodyum hypoklorid (çamaşır suyu) olmuştur. Meiller<sup>13</sup> ve arkadaşlarının sodyum hypoklorid, glutaraldehit ve izopropanol'den oluşan 3 farklı kimyasal dezenfektana yönelik çalışmalarında hem atık sudaki bakteri miktarı hem de diş üniti su yoluna ait elektron mikroskop kesitleri incelenmiştir. 15. günün sonunda sodyum hypoklorid ve izopropanol'ün kullanıldığı grupların hem atık sudaki hem de biofilm tabakasındaki canlı bakteri miktarı, kontrol grubuna kıyasla, istatistiksel açıdan önemli oranda azalmıştır. Ancak glutaraldehit her hangi bir etki göstermemiştir. Öte yanda elektron mikroskop incelemeleri hiçbir grupta biofilm matriksinin yok edilemediğini ortaya koymuştur. Bu durum ilgili dezenfektanların her ne kadar canlı bakteri miktarını azaltsa da biofilmi tam anlamıyla ekarte edemediğini işaret etmektedir. Nitekim Wirthlin<sup>4</sup> ve Syzmanska<sup>7</sup> raporlarında sodyum hypoklorid'in planktonik bakteri miktarını düşürebileceğini ancak, biofilmin hypokloride 150 ila 3000 kez daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Hypoklorid ile ilgili bir başka can sıkıcı durum, biofilm matriksiyle girdiği reaksiyon sonucunda açığa çıkan ürünlerdir. Bu ürünlerden trihalometanes karsinojenik etkiye sahiptir<sup>4</sup>. Literatürdeki bu veriler çamaşır suyu gibi klor bazlı dezenfektanların diş üniti su yolunda kullanımını gündem dışına itmiştir. Öte yanda Kettering<sup>14</sup> ve arkadaşlarının Listerine, Dentosept, Rembrandt, klorheksidin Glukonat ve sodyum florid'den oluşan 5 farklı dezenfektana yönelik araştırmalarında planktonik bakteri miktarı 200 cfu/ml'nin altına düşerken biofilm tabakası tamamen ortadan

kaldırılmamıştır. Oral antiseptik Listerine için benzer bir sonucu da Meiller<sup>42</sup> ve arkadaşları elde etmiştir.

Shepherd<sup>33</sup> gibi bir çok otör, diş üniti su yolunda asıl çözümün planktonik organizmaları elimine etmek yerine biofilm tabakasının tamamen ortadan kaldırılmasında yattığını belirtmişlerdir. Buna göre Wirthlin<sup>4</sup> ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada alkalin peroksit, aktif Chlorine dioxide ve stabilize Chlorine dioxide'den oluşan 3 farklı kimyasal ajan, 2 haftalık bir periyotta kontrol grubuyla karşılaştırılacak şekilde test edilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik değerlendirmeler ile elektron mikroskopu incelemeleri aktif Chlorine dioxide ile stabilize Chlorine dioxide'in hem planktonik bakterileri 200 cfu/ml'nin altına indirdiğini hem de biofilm tabakasını hemen hemen yok ettiğini ortaya koymuştur. Ancak çalışmadaki takip süresi 2 hafta gibi kısa bir zaman dilimi içermesi ortaya çıkan sonuçları tartışılabilir. Nitekim Porteous<sup>6</sup> ve arkadaşlarının stabilize Chlorine dioxide yönelik 15 haftaya yayılan, nispeten daha uzun süreli araştırmasında diş üniti su yolunda bir fungus olan *Exophiala mesophila* izole edilmiştir. Otör sürekli kullanılan bu dezenfektanın ortam pH'sını 7'ye taşıyarak fungusların üremesi için ideal bir çevre yarattığını ileri sürmüştür. Panagakos<sup>28</sup> ve arkadaşlarının etken maddesi hidrojen peroksit ve gümüş'den (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Ag) oluşan Zerosil'e (Sanosil®) yönelik çalışmalarında hem mevcut biofilm hem de planktonik mikroorganizmalar ortamdaki kaldırılmıştır. Ancak Syzmanska'nın<sup>7</sup> derleminde belirttiği gibi bu maddeye yönelik daha uzun süreli takipler gerekmektedir. Aksi takdirde Chlorine dioxide'te karşımıza çıkan durum zerosil için de geçerli olabilir. Öte yanda biofilm oluşumunu engelleyecek nitelikteki biosid'in, yüzey yükünü nötralize eden elektro-arttırıcı özellikte bir ajan olması önerilmiştir<sup>43</sup>. Gelecekteki araştırmaların bu konu üzerinde yoğunlaşacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak diş üniti su yolunun mikrobiyal hayatı arındırılması öncelikle biofilm oluşumunun önlenmesinde veya mevcut olanın yok edilmesinde

yatmaktadır. Buna göre ADA (American Dental Association), OASP (Organization for Safety and Asepsis Procedures) veya CDC (Centers for Disease Control and Prevention) gibi kurumların yönergeleri esas alındığında yapılması gerekenleri şu şekilde sıralayabiliriz: 1) Her sabah 2-3 dakika, her hasta arasında 20-30 saniye süreyle hava-su spreynin ve başlıkların takıldığı birimlerin bol su ile çalıştırılması, 2) anti-retraksiyon valflerinin kullanılması, 3) diş üniti su yolunun su haznesi bağımsız kapalı bir sistem içermesi, 4) kullanılan su kaynağının güvenilir ve temiz olması, 5) biofilmi yok edebilecek nitelikte olan ve biyolojik yan etkileri bulunmayan kimyasalların (tablo1) sürekli veya belirli periyotlarla sistem içine uygulanması, 6) filtrasyon sistemlerinin (tablo1) kullanılması ve 7) en önemlisi diş üniti su yolunun mikrobiyolojik açıdan düzenli periyotlarla test edilmesidir. Henüz tüm bu özellikleri bünyesinde toplayan tek bir yöntemden bahsetmek mümkün değildir. Ancak önemli olan yukarıdaki uygulamaların ucuz ve kolay tatbik edilebilir olmasıdır.

### Kaynaklar:

- 1- Walker JT, Bradshaw DJ, Finney M, et al :Microbiological evaluation of dental unit water systems in general dental practice in Europe. Eur J Oral Sci. 2004 Oct;112(5):412-418
- 2- Kettering JD, Stephens JA, Munoz-Viveros CA, Naylor WP. Reducing bacterial counts in dental unit waterlines: tap water versus distilled water. J Contemp Dent Pract. 2002 15;3(3):1-9
- 3- Blake GC: The incidence and control of bacterial infection of dental unit and ultrasonic scales. Br Dent J 1963, 15: 413-416.
- 4- Wirthlin MR, Marshall GW Jr, Rowland RW.:Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. J Periodontol. 2003 Nov;74(11):1595-1609
- 5- Fiehn NE, Larsen T: The effect of drying dental unit waterline biofilms on the bacterial load of dental unit water. Int Dent J. 2002 Aug;52(4):251-254.
- 6- Porteous NB, Redding SW, Thompson EH, Grooters AM, De Hoog S, Sutton DA. Isolation of an unusual fungus in treated dental unit waterlines. J Am Dent Assoc. 2003,134: 853-858.



**TABLO 1:** Diş üniti su yolunda kullanılan kimyasallar ve filtrasyon sistemleri

ÜRÜN	BioClenz	MicroCLEAR™	DentaPure® DP40	PureTube™ BR360	Huwa-San TR-5
<b>ÜRETİCİ FİRMA ADRESLERİ</b>	Frontier Pharmaceutical, Inc. 10 Ponderosa Ave Melville, NY 11747 <a href="http://www.frontierpharm.com">www.frontierpharm.com</a>	Rowpar Pharmaceuticals, Inc. 16100 N. Greenway Hayden Loop F-400 Scottsdale, AZ 85260 <a href="http://www.rowpar.com">www.rowpar.com</a>	MRLB International, Inc. 2450 College Way Fergus Falls, MN 56537 <a href="http://www.dentapure.com">www.dentapure.com</a>	Sterisil, Inc. 835 S. Highway 105 Suite D Palmer Lake, CO 80133 <a href="http://www.sterisil.com">www.sterisil.com</a>	Roam Chemie NV, Belga Sağlık Ltd. Şti. Ceyhan Atif Kansu Cad. 4. Sokak no: 6/3 Balgat ANKARA
<b>RAF ÖMRÜ</b>	1 yıl	2 yıl	5 yıl	süresiz	1 yıl
<b>ETKEN MADDE</b>	Aktif chlorine dioxide	Stabilize Chlorine dioxide	Elemental iodine	ionize gümüş resin	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Kolloid Gümüş
<b>UYGULAMA KULLANMA TALİMATI</b>	Devamlı ve periyodik Haftada bir kez yüksek derişim uygulanır. Su haznesi doldurulurken her seferde düşük konsantrasyon eklenir	Devamlı Su haznesi doldurulurken her seferde 1:10 dilüsyonda solüsyon eklenir	Devamlı Top su haznesi çıkışına monte edilir. (30 litre su ve 40 iş günü için geçerlidir.)	Devamlı Toplama Tüpü su haznesi çıkışına monte edilir. (geçerlilik süresi 1 yıldır). Üç ayda bir içindeki PureTube™ BR360 kartuşu değiştirilir.	Devamlı ve periyodik Ayda bir kez yüksek derişim uygulanır. Su haznesi doldurulurken her seferde düşük konsantrasyon solüsyon eklenir
<b>BAŞLANGIÇ "ŞOK" TEDAVİ</b>	Önerilmemiştir.	Bir gece boyunca konsantr solüsyon, tüm ünit su yolu sistemine yerleşecek şekilde uygulanır.	Cihaz montajından önce maksimum bakteriyolojik indirgenme için, tüm ünit su yolu sistemine kimyasal temizleyici solüsyon uygulanmalıdır.	Bir hafta süreyle Sterisil ShockTube SKB kullanılır.	24 saat boyunca seyreltik solüsyon, tüm ünit su yolu sistemine yerleşecek şekilde uygulanır
<b>ÜRÜN TAKİBİ</b>	Aylıktır.	Önerilmemiştir..	Önerilmemiştir.	Bir haftalık başlangıç testini takiben 3 ayda 1	Önerilmemiştir.
<b>FIYATI</b>	\$174.00	\$35.00	\$79.95	\$220.00	\$22.00

- 7- Syzmanska J: Biofilm and dental unit waterlines. *Ann Agric Environ Med* 2003,10: 151-157.
- 8- Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Côté L, Prévost A: Multiparametric analysis of waterline contamination in dental units. *Appl Environ Microbiol* 1996, 62: 3954-3959.
- 9- Abel LC, Miller RL, Micik RE, Ryge G: Studies on dental aerobiology: IV. Bacterial contamination of water delivered by dental units. *J Dent Res.* 1971, 50:1567-69.
- 10- Shearer BG: Biofilm and the dental office. *J Am Dent Assoc.* 1996, 127:181-189
- 11- Challacombe S J, Path FRC, Fernandes L L : Detecting *Legionella pneumophila* in water systems: Comparison of various dental units, . *J Am Dent Assoc.* 1995, 126: 603-608.
- 12- Santiago JI, Huntington MK, Johnston AM, Quinn RS, Williams JF: Microbial contamination of dental unit water lines: Short - and Long-term effects of flushing. *Gen Dent* 1994, 42: 528-535.
- 13- Meiller TF, Depaola LG, Kelley JI, Baqui AA, Turng BF, Falkler WA. Dental unit waterlines: biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc.* 1999, Jan;130(1):65-72
- 14- Kettering JD, Munoz-Viveros CA, Stephens JA, Naylor WP, Zhang W. Reducing bacterial counts in dental unit waterlines: distilled water vs. antimicrobial agents. *J Calif Dent Assoc.* 2002, 30:735-741.
- 15- Williams JF, Andrews N, Santiago JI: Microbial contamination of dental unit waterlines: current preventive measures and emerging options. *Compend Contin Educ Dent* 1996, 17, 691-708.
- 16- Fletcher M: The physiological activity of bacteria attached to solid surfaces. *Adv Microb Physiol* 1991, 32: 53-85.
- 17- Carpentier B, Cerf O: Biofilms and their consequences, with particular reference to hygiene and the food industry. *J Appl Bacteriol* 1993, 75: 499-511.
- 18- O'Toole GA, Kolter R: Flagellar and twitching motility are necessary for *Pseudomonas aeruginosa* biofilm development. *Mol Microbiol* 1998, 30: 295-304.
- 19- Pratt LA, Kolter R: Genetic analysis of *Escherichia coli* biofilm formation: Roles of flagella, motility, chemotaxis and type I pili. *Mol Microbiol* 1998, 30: 285-293.
- 20- Sauer K, Camper AK: Characterization of phenotypic changes in *Pseudomonas putida* in response to surface-associated growth. *J Bacteriol* 2001, 183: 6579-89.
- 21- Rice AR, Hamilton MA, Camper AK: Apparent surface associated lag time in growth of primary biofilm cells. *Microb Ecol* 200, 41: 8-15.
- 22- Zobell CE: The effect of solid surface upon bacterial activity. *J Bacteriol* 1943, 46: 39-56.
- 23- Costerton JW, Cheng K- J, Geesey GG et al: Bacterial biofilms in nature and disease. *Annu Rev Microbiol* 1987, 41: 435-464.
- 24- Donlan RM: Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerging Infectious Diseases* 2002, 8: 881-890.
- 25- Characklis WG: Fouling biofilm development: A process analysis. *Biotechnol Bioeng* 1981, 23: 1923-1960.
- 26- Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP: Bacterial biofilm: a common cause of persistent infections. *Science* 1999, 284: 1318-1322.
- 27- Mills SE, Karpay RI: Dental waterlines and biofilm – searching for solution. *Compendium* 2002, 23: 237-240, 242, 244, 247-249, 252,254, 256.
- 28- Panagakos FS, Lassiter T, Kumar E :Dental unit waterlines: review and product evaluation. *J N J Dent Assoc.* 2001,72: 20-25.
- 29- Cobb CM, Martel CR, McKnight SA , Pasley-Mowry C, Ferguson BL, Williams K: How dose time-dependent dental unit waterline flushing affect planktonic bacteria levels? *J Dent Educ* 2002, 66: 549-555.
- 30- Jorgensen MG, Detsch SG, Wolinsky: Disinfection and monitoring of dental unit waterlines. *Gen Dent* 1999, 47: 152-156.
- 31- Karpay RI, Plamondon TJ, Mills SE, Dove SB: Combining periodic and continuous sodium hypochlorite treatment to control biofilms in dental unit water systems. *J Am Dent Assoc* 1999, 130: 957-965.
- 32- Tall BD, Williams HN, George KS, Gray RT, Walch M: Bacterial succession within a biofilm in water supply lines of dental air-water syringed. *Can J Microbiol* 1995, 41: 647-654.
- 33- Shepherd PA, Shojaei MA, Eleazer PD, Van Stewart A, Staat RH: Clearance of biofilms from dental unit waterlines through the use of hydroperoxide ion-phase transfer catalysts. *Quintessence Int* 2001, 32: 755-761.
- 34- Martin M V : The significance of the bacterial contamination of dental unit water systems. *Br Dent J*, 1987, 163:152-154
- 35- Barbeau J, Avezard C, Faucher E, Zalzal S, Prévost AP: Biofilms in dental unit waterlines:Ultrastructural and cytochemical analysis.*Cell Materials* 1997,7:135-46
- 36- MacKenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, et al: A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *N Engl J Med* 1994,331:161-167.
- 37- Hayes EB, Matte TD, O'Brien TR, et al: Large community outbreak of cryptosporidiosis due to contamination of a filtered public water supply. *N Engl J Med* 1989,320:1372-1376.
- 38- Reinthaler FF, Mascher F, Stunzer D. Serological examina-

- tions for antibodies against Legionella species in dental personnel. J Dent Res 1988, 67:942-943.
- 39- Atlas RM, Williams JF, Huntington MK. Legionella contamination of dental-unit waters. Appl Environ Microbiol 1995, 61:1208-1213.
- 40- Mills SE. The dental unit waterline controversy: defusing the myths, defining the solutions. J Am Dent Assoc 2000, 131:1427-1441.
- 41- Pankhurst CL, Johnson NW, Woods RG: Microbial contamination of dental unit waterlines: the scientific argument. Int Dent J 1998, 48: 359-368.
- 42- Meiller TF, Kelley JI, Baqui AA, DePaola LG: Disinfection of dental unit waterlines with an oral antiseptic. J Clin Dent. 2000, 11: 11-15.
- 43- Bleinkinsop SA, Khoury AE, Costerton JW: Electrical enhancement of biocide efficacy against Pseudomonas aeruginosa biofilms. Appl Environ Microbiol 1992 58: 3770-3773.

Yazışma Adresi:

**Dr. Ömer Engin BULUT**

Adres: 2. Menekşe Sokak No: 32/4 Kızılay ANKARA

Tel: 0312 418 02 29

E-posta: omerenginbulut@hotmail.com