



**The Journal of Turkish Dental Research**  
**Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi**

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024  
Volume 3, Number 2, May - August 2024

**Endodontide Ozon Uygulamalarının Yeri**

The Role of Ozone Applications in Endodontics

Endodontide Ozon

**Merve GÖKYAR<sup>1</sup>, İdil ÖZDEN<sup>2</sup>, Hesna SAZAK ÖVEÇOĞLU<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

<sup>1</sup>Uzm Dt., mervegokyar@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2735-156X

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi., idil.akman94@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-0838-4355

<sup>3</sup>Prof. Dr., hsazak@marmara.edu.tr  
ORCID: 0000-0003-4709-422X

**Yazar Katkıları:** Bu çalışmanın hazırlığında yazarların tümü eşit katkı sağlamıştır.

**Makale Bilgisi / Article Information**  
**Makale Türü / Article Types:** Derleme / Review  
**Geliş Tarihi / Received:** 07-07-2024  
**Kabul Tarihi / Accepted:** 31-07-2024

**Yıl / Year:** 2024 | **Cilt – Volume:** 3 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 390-397

**Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** Merve GÖKYAR

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1497176>

## ***Endodontide Ozon Uygulamalarının Yeri***

### ***The Role of Ozone Applications in Endodontics***

#### **ÖZET**

Ozon, mevcut tedavi yöntemlerine bir alternatif veya yardımcı tedavi ajanı olarak tavsiye edilmektedir. Ozonun profilaktik ve tedavi edici etkisi tıp alanında kanıtlanmıştır. Ozonun sahip olduğu dezenfektan, antimikrobiyal ve doku iyileştirici özellikleri, onu diş hekimliğinde kullanım için öne çıkarmıştır. Ozonun endodontide antimikrobiyal olarak kullanım potansiyeli çok yüksektir. Endodontide ozonlanmış su, ozonlanmış yağ ve ozon gazı formlarında irrigasyon solüsyonu ya da kanal içi medikament olarak kullanılabilir. Ozon endodontide postoperatif ağrı kontrolünde de kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Antimikrobiyal; kök kanal tedavisi;  
ozon

#### **ABSTRACT**

Ozone is recommended as an alternative or supportive treatment agent to current treatment methods. The prophylactic and therapeutic effects of ozone have been proven in the field of medicine. Ozone's disinfectant, antimicrobial, and tissue healing properties have highlighted its use in dentistry. Ozone has a very high potential for antimicrobial use in endodontics. In endodontics, ozonized water, ozonized oil, and ozone gas can be used as irrigation solutions or intracanal medicaments. Ozone can also be used for postoperative pain control in endodontics.

**Keywords:** Antimicrobial; root canal treatment; ozone

## Giriş

Ozon, 1840 yılında İsviçreli kimyager Christian Friedrich Schönbein tarafından keşfedilmiştir. İlk tıbbi uygulama 1870 yılında Lender'in test tüplerinde kanı temizlemesiyle gerçekleşmiştir. Ozonun antimikrobiyal etkisi, keşfinden kısa bir süre sonra fark edilmiş ve ameliyathanelerin dezenfeksiyonunda kullanılmaya başlanmıştır. Birinci Dünya Savaşı esnasında, enfekte yaraların, travma sonrası gelişen gangrenin ve hardal gazı yanıklarının tedavisinde kullanılmıştır.<sup>1</sup> 1929 yılına kadar ozon ile tedavisi hedeflenen 114'ten fazla hastalık listelenmiştir. 1930 yılında ise Fisch, İsviçre'deki diş hekimliği uygulamasında düzenli olarak ozon kullanmaya başlamıştır. Dr. Fisch, ozonlu suyu enfekte yara yüzeylerinde ve kronik periodontal problemlerin tedavisinde kullanmıştır.<sup>2</sup>

Üç oksijen atomunun birleşmesi ile ozon molekülü oluşur. Ozon, doğada gaz halinde bulunur. Yarılanma ömrü ortam şartlarına göre değişmektedir, bu sebeple depolanamaz.<sup>2</sup> Gaz renksizdir, keskin bir kokusu vardır. Yarılanma ömrü; 20°C'de 40 dakika, 0°C'de ise yaklaşık 140 dakikadır.<sup>3</sup> Oksijenden 1,6 kat daha yoğun olan ozonun suda çözünürlüğü yaklaşık 10 kat fazladır (0°C'de 100 ml suda 49 ml). Medikal ozon; %95-%99,95 saf oksijen ile %0,05-%5 saf ozonun değişen oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir.<sup>4</sup>

Ozon, diş hekimliğinde yenilikçi ve güncel bir tedavi yöntemi olarak dikkat çeken ve kullanımı popülerleşen bir ajandır.<sup>5</sup> Ozonun; antimikrobiyal, analjezik, antiinflamatuar ve immün sistemi uyarıcı etkileri vardır.<sup>6</sup> Diş hekimliğinde ozon kullanımı; dezenfektan, antimikrobiyal ve doku iyileştirici özellikleri nedeniyle önerilmektedir.

Ozonun diş hekimliğinde kullanım alanları oldukça geniştir ve aşağıdakileri içerir:<sup>7</sup>

- Diş çürüklerinin önlenmesinde
- Dentin hassasiyetinin tedavisinde
- Çürük remineralizasyonunda
- Antibiyotik tedavisine yardımcı olarak
- Renklenmiş dişlerin ağartılmasında
- Endodontide kanalların dezenfeksiyonunda
- Herpetik lezyonların dezenfeksiyonunda
- Yumuşak doku patolojilerinin iyileştirilmesinde
- Avülse dişlerin replantasyonu öncesi yıkama solüsyonu olarak

- Enfekte ve iyileşmesi zor yaraların tedavisinde
- Peri-implantitis tedavisinde<sup>8</sup>

Günümüzde rutin olarak periapikal doku ile temas ettiğinde sitotoksik potansiyele sahip irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır. Bunların arasından en yaygın sodyum hipoklorittir. Sodyum hipokloritin güçlü antimikrobiyal etkisi ve doku çözücü özelliğinin yanı sıra; sitotoksikite riski, tadı ve kokusunun hoş olmaması, alerjik reaksiyon riski barındırması gibi dezavantajları vardır.<sup>9</sup> Ayrıca, klorheksidin endodontide uzun süreli antimikrobiyal etkisinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak doku çözücü etkisinin olmaması, smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması gibi dezavantajlara sahiptir.<sup>10</sup> Hem mevcut irrigasyon solüsyonlarındaki yan etki ve eksiklikler hem de antimikrobiyal özelliği yüksek ajan gerekliliği, mevcut araştırmaların gündemine ozonu taşımıştır. Ozonun sitotoksikite yaratmaması ve güçlü dezenfeksiyon özelliği, onun endodontide kullanımını gündeme getirmiştir.<sup>7</sup>

## Ozonun Endodontide Uygulama Şekilleri

Ozon endodontide; ozonlanmış su, ozonlanmış yağ ve ozon gazı formlarında kullanılmaktadır. Ozonlanmış su, kanal içi irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabilir. Ozonlanmış yağlı çözeltiler ciltte yara iyileşmesini artırabilir ve gram pozitif *Staphylococcus aureus* suşlarına karşı etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup> Ozonlanmış yağlar, enfekte dişlerden kaynaklanan belirgin anaerobik kokuyu azaltan kanal içi medikament olarak kullanılabilir. Irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığı zaman doku yenilenmesini ve kemik iyileşmesini stimüle eder.<sup>12</sup> Ancak yağlı çözeltilerin kök kanalından çıkarılması zor olabilir ve kök kanal duvarlarındaki tüm düzensizliklere ulaşmak için yeterli akışkanlığa sahip olmayabilir. Bu nedenle, kök kanal dezenfeksiyonu için genellikle sulu veya gaz halindeki çözeltiler tercih edilmektedir.<sup>13,14</sup> Ozon gazının kullanıldığı sistemlerden bazıları: HealOzone (Kavo, Biberach, Almanya)<sup>15</sup> ve Prozone (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Avusturya)<sup>16</sup> dır.

## 1. Ozonun Antimikrobiyal Ajan Olarak Kullanımı

Ozon, çift bağların ozonolizi nedeniyle sitoplazmik zara hasar verir ve ikincil oksidanların etkileri sebebiyle hücre içeriği modifiye olur. Bu etki mikrobiyal hücrelere selektif ve non-spesifiktir, vücut hücrelerine zarar vermez.<sup>6</sup>

Kök kanallarında mikroorganizmaların kalması, kök kanal tedavisinde başarısızlığa sebep olabilir. Ozonun antimikrobiyal etkisinden kök kanallarındaki mikroorganizmaları azaltmak amacıyla faydalanılabilir. Ozonun bu amaçla endodontide kullanılmasının etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.<sup>12</sup> Endodontide ozon uygulamalarına dair yapılan çalışmaların çoğu, ozonun antimikrobiyal aktivitesine odaklanmaktadır.<sup>13,14,15,16</sup>

Oksijen mikroaerofilik ve anaerobik bakteriler üzerinde toksik etkiye sahiptir. Araştırmalar ozonun kök kanallarını dezenfekte edebildiğini göstermiştir.<sup>15</sup> Zagreb Üniversitesi tarafından yürütülen bir çalışmada, ozon tedavisinin ardından *Streptococcus mitis* ve *Propionibacterium acnes*'in sayılarında önemli bir azalma olduğu bulunmuştur.<sup>17</sup>

Polydorou ve ark.<sup>15</sup>, 80 saniyelik ve 40 saniyelik ozon uygulamalarının *Streptococcus mutans*'ı yok etmede etkili olduğunu bulmuşlardır. Hems ve ark.<sup>18</sup>, *Enterococcus faecalis*'i test mikroorganizması olarak kullanarak ozonun antibakteriyel bir ajan olarak potansiyelini değerlendirmişlerdir. Ozon hem gaz halinde (Pure zone cihazı tarafından üretilmiştir) hem de sulu (optimal konsantrasyon 0,68 mg/L) olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çözünmüş ozonun 240 saniyelik uygulamadan sonra planktonik *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel olduğu ancak biyofilm içindeki *Enterococcus faecalis*'e karşı etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Nagayoshi ve Ark.<sup>19</sup>, 0,5-4 mg/L ozonlanmış suyun gram pozitif ve gram negatif mikroorganizmaları yok etmede oldukça etkili olduğunu bulmuştur.

Thanomsub ve ark.<sup>20</sup>, ozon uygulamasının bakteri (*Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*) hücre büyümesi ve ultrastrüktürel değişiklikler üzerindeki etkilerini test etmişlerdir. Ozon uygulaması sonrası, bakteri hücre zarının yıkımı gözlenmiş, ardından hücreler arası sızıntı meydana gelmiş ve sonunda hücre lizisine neden olmuştur. Baysan ve ark.<sup>21</sup>, ozon gazının antimikrobiyal etkisini değerlendirmişler ve ozon gazının 10 saniye süreyle uygulanmasının in vitro ortamda *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*' un sayılarını azaltma yeteneğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Huth ve ark.<sup>22</sup> planktonik ortamda ya da tek türlü biyofilmlerde kültüre edilen *Enterococcus faecalis*, *Peptostreptococcus micros*, *Candida albicans*

ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı ozon gazının ve ozonlanmış suyun etkinliğini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, yüksek konsantrasyondaki sıvı ve gaz ozonun, incelenen mikroorganizmalara karşı doz, suş ve zamana bağlı olarak etkili olduğunu göstermiştir.

Bal ve ark.<sup>23</sup> tarafından yapılan çalışmada, kavite dezenfeksiyonunda klorheksidin, sodyum hipoklorit, ozon gazı, fotodinamik terapi, Er:YAG lazer, diyot lazer ve indosiyenin yeşili kullanılmış ve *Streptococcus mutans* üzerindeki antibakteriyel etkileri karşılaştırılmıştır. Klorheksidin, sodyum hipoklorit, fotodinamik terapi, ozon gazı, Er:YAG lazer ve diyot lazer gruplarının antimikrobiyal etkileri benzer bulunmuştur. Antimikrobiyal etkileri en güçlüden en zayıfa doğru şu şekilde sıralanmıştır; Klorheksidin, sodyum hipoklorit, ozon gazı, fotodinamik terapi, Er:YAG lazer, diyot lazer ve indosiyenin yeşili. Benzer şekilde Kapdan ve ark.<sup>24</sup> da yapmış oldukları çalışmada ozon gazının kavite dezenfeksiyonunda klorheksidine alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ozon gazının kavite dezenfeksiyonunda *Streptococcus mutans* bakterisine karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

## 2. Ozonun İrrigasyon Solüsyonu Olarak

### Kullanımı

Nagayoshi ve ark.<sup>19</sup> tarafından yapılan bir çalışmada, sonik sistemle beraber kullanılan ozonlanmış suyla on dakikalık irrigasyon ve %2,5'luk sodyum hipoklorit ile iki dakikalık irrigasyon antimikrobiyal etkinlik bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; iki ajanın da antimikrobiyal etkinliği birbirine yakındır fakat sitotoksitesite açısından değerlendirildiğinde ozonlanmış suyun avantajlı olabileceği belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada, 40 µg/ml ozonlanmış su ile %2,5 NaOCl ve %2 CHX antimikrobiyal etkinlikleri açısından karşılaştırılmış ve farklı türlerin (*Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans* ve *Candida albicans*) sayısında benzer bir azalma sağladıkları gösterilmiştir. Ozonlanmış suyun, kök kanal sisteminde mikrobiyal yükü azaltma etkisinden dolayı irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.<sup>25</sup>

Ozonlanmış su, yeşil çay ve salinin antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; ozonlanmış su ile yapılan irrigasyonda bakteri sayısının, yeşil çay ve salin ile kıyaslandığında anlamlı derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Hem ozonlu su, hem de yeşil

çayın irrigasyon için iyi bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.<sup>26</sup> Mehta ve ark.<sup>27</sup> yaptığı bir çalışmada; allium sativum ekstraktı, ozonlanmış su, diyet lazer ve %3 sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği karşılaştırılmıştır. Tüm gruplarda bakteri sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ancak gruplar arasında en fazla azalma %3'lük sodyum hipoklorit ile elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla diyet lazer, allium sativum ekstraktı ve ozonlanmış su ile azalma görülmüştür. Ozonlanmış suyun aerobik ve anaerobik bakterilere karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

Hubbezoğlu ve ark.<sup>28</sup> tarafından yapılan bir çalışmada, *Enterococcus faecalis* ile kontamine edilmiş çekilmiş dişlere farklı uygulama teknikleri ve konsantrasyonlarda ozonlanmış su uygulanmıştır. 8, 12 ve 16 ppm ozonlanmış su ve pozitif kontrol olarak sodyum hipoklorit uygulanmış dişlerin her bir grupta yarısına manuel aktivasyon, diğer yarısına ultrasonik aktivasyon uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; 16 ppm ozonlanmış su uygulaması manuel aktivasyon ile bakterileri yok etmede yetersiz kalmıştır ancak ultrasonik aktivasyon ile uygulamanın %5,25'lik sodyum hipoklorit ile benzer antimikrobiyal özellik gösterdiği belirtilmiştir.

Estrela ve ark.<sup>29</sup> ise enfekte kök kanallarında ozonlanmış suyun, gaz halindeki ozonun, %2,5 sodyum hipoklorit ve %2 klorheksidin antimikrobiyal etkilerini incelemiştir. 20 dakikalık temas süresi boyunca bu maddelerin hiçbirinin enfekte kök kanallarındaki *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel etkisi olmadığı görülmüştür. 2021 yılında yayımlanmış bir çalışmada, ozonlanmış su, gaz formundaki ozon ve %2,5 sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Yalnızca sodyum hipoklorit kullanılan grupta bakteri sayımında tam eliminasyon sağlanmıştır. İncelenen ozon protokollerinin, *Enterococcus faecalis*'in azaltılması konusunda benzer etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.<sup>30</sup>

Boch ve ark.<sup>31</sup> tarafından yapılan çalışmada, ozonun *Enterococcus faecalis* üzerine etkisi araştırılmıştır. *Enterococcus faecalis* ile kontamine edilen çekilmiş dişler %20'lik EDTA, %3'lük sodyum hipoklorit, ozon gazı ve %20'lik EDTA ile ozon gazı, %3'lük sodyum hipoklorit ile ozon gazı olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; ozon gazı uygulaması bakteri yükünü %85,38 azaltmıştır. Ozon gazı ve sodyum hipoklorit

kombinasyonu ise bakterilerin %99,95'inin elimine edilmesini sağlamıştır.

Farklı konsantrasyonlardaki ozonlanmış suyun insan primer dental pulpa hücreleri üzerindeki sitotoksitesini değerlendiren bir çalışmada, ozonlanmış suyun dental pulpa hücrelerinin proliferasyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Bu da biyoyumluluğunu ve rejeneratif endodontik prosedürlerde irrigasyon ajanı olarak bir alternatif olabileceğini göstermektedir.<sup>32</sup>

### 3. Ozonun Kanal İçi Medikament Olarak Kullanımı

Reddy ve ark.<sup>33</sup>; ozonlanmış susam yağı, kalsiyum hidroksit ve bunların kombinasyonlarının kanal içi medikament olarak *Candida albicans* üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. *Candida albicans*'ı yok etmede; ozonlanmış yağın diğer gruplardan daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca; kalsiyum hidroksit uygulanan grubun, her iki medikamentin birlikte kullanıldığı gruptan daha etkili olduğu belirtilmiştir. Silveira ve ark.<sup>34</sup> tarafından yapılan çalışmada, enfekte kök kanallarında tek veya çok seanslı tedavilerde başarı oranı farklı kanal içi medikamentler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, kanallar *Enterococcus faecalis* ile enfekte edilerek periradiküler lezyon oluşturulmuştur. Gruplardan birinin tedavisi tek seansta bitirilmiştir. Tedavisi iki seansta tamamlananlar da iki gruba ayrılmış, bir gruba kanal içi medikament olarak ozonlanmış yağ, diğer gruba ise kamfırlı paramonoklorofenol ile kalsiyum hidroksit ve gliserin karışımı uygulanmıştır. 6 ay sonra yapılan histobakteriyolojik ve histolojik incelemede tek seansta tamamlanan tedavinin başarı oranı %46, kalsiyum hidroksit-kamfırlı paramonoklorofenol grubunun başarı oranını %74, ozonlanmış yağ grubunun başarı oranı ise %77 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar lezyonlu dişlerde seanslar arası kanal içi medikament kullanımının başarı oranını artırdığını, ayrıca ozonlanmış yağın kanal içi medikament olarak etkili olduğunu göstermektedir. 2024 yılında yayımlanmış bir vaka serisinde, periapikal lezyonu olan dişlerde medikament olarak ozonlanmış yağ lazer ile aktive edilerek kullanılmış ve altı aylık takiplerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.<sup>35</sup>

Vasavada ve Kapoor<sup>36</sup> yaptıkları çalışmada, ozonlanmış yağ ve kalsiyum hidroksit karışımını kanal içi medikament olarak kullanmışlardır. Dişleri iki gruba ayır-

mışlardır. Birinci grupta zeytinyağı ve kalsiyum hidroksit karışımı, ikinci grupta ozonlanmış yağ ve kalsiyum hidroksit karışımı kanal içi medikament olarak kullanılmıştır. Ozonlanmış yağ taşıyıcısı ile zeytinyağı taşıyıcısı karşılaştırıldığında, kalsiyum iyon salınımı ve alkalinité değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Bu çalışma, antimikrobiyal potansiyeli ve sürdürülebilir kalsiyum iyonu salınımı göz önüne alındığında, ozonlanmış yağın kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit ile birlikte kullanılmasını desteklemektedir.

#### **4. Ozonun Postoperatif Ağrı Kontrolünde**

##### **Kullanımı**

Kanal tedavisi sırasında, giriş kavitesinden itibaren kanal dolumuna kadar her aşamada dokular mekanik, kimyasal ve termal irritasyona maruz kalmakta ve bunun sonucunda postoperatif ağrı gelişebilmektedir. Ozon uygulaması metabolik mediyatörleri oksitler, enflamatuvar mediyatörleri azaltır ve lokal kan mikrosirkülasyonunu artırır. Bunların sonucunda ozonun toksinleri uzaklaştırarak, postoperatif ağrı kontrolünde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kanal tedavisinde ozon uygulamasının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir uzmanlık tezinde, semptomatik apikal periodontitisi olan molar dişlere sahip 50 hasta iki gruba ayrılmıştır. Final irrigasyonda plasebo grubunda 20 ml serum fizyolojik, ozon grubunda ise 20 ml ozonlu su kullanılmıştır. Irrigasyondan sonra ozon grubunda her kanala 20 saniye ozon gazı uygulanmıştır. Ozonlanmış su ve ozon gazı uygulanan grupta, plasebo grubuna kıyasla birinci ve üçüncü günlerde belirgin şekilde daha az postoperatif ağrı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bir hafta sonra yapılan perküsyon testi sonucunda, ozonlanmış su ve ozon gazı uygulanan grupta, plasebo grubuna kıyasla belirgin şekilde daha az postoperatif ağrı rapor edilmiştir.<sup>37</sup> Sağlam ve Aladağ<sup>38</sup> yaptıkları çalışmada, düşük seviyeli lazer terapisi ve kanal içi ozon uygulamasının vital dişlerde postoperatif ağrı üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Lazer ve ozon tedavisinin vital semptomatik dişlerde postoperatif ağrıyı azaltmada faydalı yöntemler olduğu ancak birbirleri üzerinde bir üstünlüklerinin olmadığı belirtilmiştir.

Sinha ve ark.<sup>39</sup> yaptığı ve 2021 yılında yayınlanmış. randomize bir klinik çalışmada 177 hasta 4 gruba ayrıl-

mıştır. Bir tedavi grubuna aktivasyonsuz ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 1); bir tedavi grubuna manuel dinamik aktivasyon ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 2); bir başka tedavi grubuna pasif ultrasonik aktivasyon tekniği ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 3); diğer tedavi grubuna sonik aktivasyon ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 4) uygulanmıştır. Kontrol grubuna (Grup 5) ise ozon tedavisi uygulanmamıştır. Ozon uygulanan dişlerde, ozon uygulanmayan dişlere göre daha az postoperatif ağrı gözlemlendiği sonucuna varılmıştır. Görsel analog skala skorları en yüksekten en düşüğe şu şekilde sıralanmıştır: Grup 5 > Grup 1 > Grup 2 > Grup 4 > Grup 3.

#### **5. Ozonun Vital Pulpa Tedavilerinde Kullanımı**

Ozonun vital pulpa tedavilerinde kullanımı ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Ahmed ve ark.<sup>40</sup> yaptığı, 2011 yılında yayınlanmış bir çalışmada; direkt pulpa tedavisinde kalsiyum hidroksit (Dycal, Dentsply/Caulk, U.S.A) ve ozonlanmış yağ (Oleozon) kullanımının iyileştirici etkileri karşılaştırılmıştır. Ozonlanmış yağ (Oleozon) kullanımının pulpa üzerinde daha az irritasyon meydana getirdiği bildirilmiştir. Oleozon'un ekspoze pulpaya direkt örtü olarak uygulanmasının pulpanın iyileşmesini destekleyen potansiyel bir tedavi yöntemi olarak düşünülebileceği belirtilmiştir.

#### **6. Ozonun Süt Dişlerinde Kanal Dolgu Materyali Olarak Kullanımı**

Ozonlanmış yağ ve çinko oksit karışımının süt dişlerinde kanal dolgu materyali olarak kullanımının başarısını araştıran çalışmalar mevcuttur.<sup>41,42</sup> Chandra ve ark.<sup>41</sup> yaptıkları çalışmada; ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımı 12 aylık takip sonucunda yüksek klinik ve radyografik başarı göstermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; çinko oksit öjenol %63,3 oranında başarı gösterirken, ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımının başarı oranı %93,3' tür. Ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımının, enfeksiyonlu süt dişlerinde alternatif bir dolgu malzemesi olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. 2023 yılında yayınlanan başka bir çalışmanın sonuçlarına göre de ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımı süt diş pulpektomisinde başarılı klinik ve radyografik sonuçlar göstermektedir.<sup>42</sup>

#### **Ozon Toksisitesi**

Ozon inhalasyonu pulmoner sistem ve diğer organlar için toksik olabilir. Bilinen yan etkiler epifora, öksürük,

rinit, nefes darlığı, üst solunum yolu irritasyonu, öfori, nadiren bulantı, kusma ve kalp problemleridir.<sup>43</sup> Ozon gazına 1-4 ppm dozda 1 saatten uzun süre maruziyet sonucu pek çok enzimin inhibe olduğu bildirilmiştir.<sup>44</sup> Ozonun direkt intravenöz uygulaması ise pulmoner emboli riskinden dolayı 1983'ten beri Avrupa Ozonoterapi Derneği tarafından yasaklanmış bir uygulamadır.<sup>45</sup>

Huth ve ark.<sup>22</sup>, ozonlu suyun %5,25 sodyum hipoklorit, %2 ve %0,2 klorheksidin diğlukonat, %2,25 hidrojen peroksit ve %3 metronidazol gibi antimikrobiyal ajanlar ile karşılaştırıldığında biyoyumluluğunun en üst düzeyde olduğunu göstermişlerdir.

### **Sonuç**

Ozon, diş hekimliğinin neredeyse tüm alanlarında kullanılmaktadır. Endodontide; antimikrobiyal ajan, irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikament olarak ve postoperatif ağrı kontrolünde kullanılabilir. Mevcut çalışmalar yetersiz olsa da, ozon gazının *Enterococcus faecalis* gibi endodontik patojenlerin sayısını büyük ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Ancak, bu dezenfeksiyon yöntemi sodyum hipoklorite bir alternatif değildir. Sodyum hipokloritin etkisini artırmak için ozon gazının adjuvan olarak kullanımı önerilebilir. Sodyum hipokloritin ozon gazı ile birlikte kullanılması, düşük konsantrasyonlarda kullanımına olanak vererek maruz kalınan toksik etkiyi minimuma indirebilir. Nekrotik dişlerde kanal içi medikament olarak ozonlanmış yağın kullanımı da önerilebilir. Ayrıca ozonun periapikal iyileşmeyi hızlandırması ve periapikal dokularda bilinen bir yan etkisinin olmaması gibi avantajları da vardır.

Ozonun sağladığı avantajların yanı sıra; literatürde yeterli kanıtın olmadığı veya çelişkili sonuçlar veren çalışmalar da mevcuttur. Endodonti pratiğinde ozon kullanacak diş hekimlerinin, ozonun kontrendikasyonları, kullanım riskleri ve literatürdeki çalışmalarını bilmesi tedavi prognozunu olumlu yönde etkileyecektir. Endodontide ozonun kullanımı ile ilgili çalışmalar yetersiz olduğundan, daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### Kaynaklar

1. Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators Inflamm.* 2004;13(1):3-11.
2. Saini R. Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *J Nat Sci Biol Med.* 2011;2(2):151-3.
3. Di Paolo N, Bocci V, Gaggioti E. Ozone therapy. *Int J Artif Organs.* 2004;27(3):168-75.
4. Bocci VA. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. *Arch Med Res.* 2006;37(4):425-35.
5. Sen S, Sen S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Medical Gas Research.* 2020;10(4),189–192.
6. Sujatha B, Kumar M, Pratap G, Vardhan R. Ozone therapy—A paradigm shift in dentistry. *Health Sci.* 2013;2(3):1-10.
7. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent.* 2008;36(2), 104–116.
8. McKenna DF, Borzabadi-Farahani A, Lynch E. The effect of subgingival ozone and/or hydrogen peroxide on the development of peri-implant mucositis: a double-blind randomized controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(6):1483-9.
9. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992;18(12):605-12.
10. Brugnera A, Zanin F, Barbin EL, Spano JC, Santana R, Pécora JD. Effects of Er: YAG and Nd: YAG laser irradiation on radicular dentine permeability using different irrigating solutions. *Lasers Surg Med.* 2003;33(4):256-9.
11. Song M, Zeng Q, Xiang Y, Gao L, Huang J, Huang J, Wu K, Lu J. The antibacterial effect of topical ozone on the treatment of MRSA skin infection. *Mol Med Rep.* 2018;17(2):2449–2455.
12. Tiwari S, Avinash A, Katiyar S, Aarathi Iyer A, Jain S. Dental applications of ozone therapy: A review of literature. *The Saudi J Dent Res.* 2017; 8(1-2):105- 111.
13. Silva EJNL, Prado MC, Soares DN, Hecksher F, Martins JNR, Fidalgo TKS. The effect of ozone therapy in root canal disinfection: a systematic review. *Int Endod J.* 2020;53(3):317-332.
14. Kaptan F, Güven EP, Topcuoglu N, Yazici M, Külekçi G. In vitro assessment of the recurrent doses of topical gaseous ozone in the removal of *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. *Niger J Clin Pract.* 2014;17(5):573–578.
15. Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(4):349-53.
16. Sousa SIV, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Pereira MC. Ozone exposure and its influence on the worsening of childhood asthma. *Allergy.* 2009;64(7):1046-55.
17. Halbauer K, Prskalo K, Jankovic B, Tarle Z, Panduric V, Kalenic S. Efficacy of ozone on microorganisms in the tooth root canal. *Coll Antropol.* 2013;37(1):101-7.
18. Hems RS, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt DA. An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005;38(1):22-9.
19. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol*
20. Thanomsub B, Anupunpisit V, Chanphetch S, Watcharachaipong T, Poonkhum R, Srisukonth C. Effects of ozone treatment on cell growth and ultrastructural changes in bacteria. *J Gen Appl Microbiol.* 2002;48(4):193-9.
21. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-Immunol. generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res.* 2000;34(6):498-501.
22. Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R, Hickel R, Brand K. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(5):435-40.
23. Bal FA, Ozkocak I, Cadirci BH, Karaarslan ES, Cakdinleyen M, Agaccioglu M. Effects of photodynamic therapy with indocyanine green on *Streptococcus mutans* biofilm. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;26:229-234.
24. Kapdan A, Öztaş N, Sümer Z. Comparing the antibacterial activity of gaseous ozone and chlorhexidine solution on a tooth cavity model. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(3):e133-e137.
25. Pinheiro SL, da Silva CC, da Silva LA, Cicotti MP, da Silveira Bueno CE, Fontana CE et al. Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars. *Eur J Dent.* 2018;12(1):94–99.
26. Agarwal S, Tyagi P, Deshpande A, Yadav S, Jain V, Rana KS. Comparison of antimicrobial efficacy of aqueous ozone, green tea, and normal saline as irrigants in pulpectomy



- procedures of primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2020;38(2):164-170.
27. Mehta N, Gupta A, Mahesh S, Abraham D, Singh A, Jala S, Chauhan N, Sreen D. Comparative evaluation of antibacterial efficacy of Allium sativum extract, aqueous ozone, diode laser, and 3% sodium hypochlorite in root canal disinfection: An in vivo study. *J Conserv Dent.* 2020; 23(6): 577–582.
  28. Hubbezoglu I, Zan R, Tunc T, Sumer Z. Antibacterial Efficacy of Aqueous Ozone in Root Canals Infected by Enterococcus faecalis. *Jundishapur J Microbiol.* 2014;7(7):e11411.
  29. Estrela C, Estrela CRA, Decurcio DA, Hollanda ACB, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J.* 2007;40(2):85-93.
  30. Moraes MM, Coelho MS, Nascimento WM, Nogales CG, de Campos FUF, Soares AJ, Frozoni M. The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe curved canals contaminated with Enterococcus faecalis: ex vivo study. *Odontology.* 2021;109(3):696–700.
  31. Boch T, Tennert C, Vach K, Al-Ahmad A, Hellwig E, Polydorou O. Effect of gaseous ozone on Enterococcus faecalis biofilm– an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1733-39.
  32. Küçük F, Yıldırım S, Çetiner S. Cytotoxicity assessment of different doses of ozonated water on dental pulp cells. *BMC Oral Health.* 2021;19;21(1):32.
  33. Reddy KS, Prasad SD, Sirisha PD, Prashanth V. Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Ozonated Sesame Oil, Calcium Hydroxide and their Combination as Intracanal Medicament against Candida Albicans: An in-vitro study. *Adv Hum Biol.* 2015;5(2):78-87.
  34. Silveira AMV, Lopes HP, Siqueira Jr JF, Macedo SB, Consolaro A. Periradicular repair after two-visit endodontic treatment using two different intracanal medications compared to single- visit endodontic treatment. *Braz Dent J.* 2007;18(4):299-304.
  35. Kriplani S, Sedani S, Mishra A, Umre U. Non-surgical Management of Periapical Lesions With the Use of Newer Modalities in Adjunct to the Conventional: A Case Series. *Cureus.* 2024;16(3): e57314.
  36. Vasavada K, Kapoor S. Evaluation of ozonized calcium hydroxide as an effective intracanal medicament during root canal procedures: an in vitro observational study. *Med Gas Res.* 2020;10(3):122-124.
  37. Khalilov R. Semptomatik Apikal Periodontitisli Molar Dişlere Sahip Hastalarda Kanal İçi Ozon Uygulamasının Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize, Plasebo Kontrollü Klinik Çalışma (Uzmanlık Tezi) Erzurum: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı;2017.
  38. Sağlam H, Aladağ H. Comparison of intracanal ozone and low-level laser therapy on postoperative pain in vital teeth with symptomatic apical periodontitis:placebo-controlled randomize trial. *Lasers Med Sci.* 2023; 38(1):227.
  39. Sinha N, Asthana G, Parmar G, Langaliya A, Shah J, Kumbhar A, Singh B. Evaluation of Ozone Therapy in Endodontic Treatment of Teeth with Necrotic Pulp and Apical Periodontitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2021;47(12):1820–1828.
  40. Ahmed N, Suzuki S, Mosallam R. Effect of Oleozon on Healing of Exposed Pulp Tissues. *J Am Sci.* 2011;7(5):38–44.
  41. Chandra SP, Chandrasekhar R, Uloopi KS, Vinay C, Kumar NM. Success of root fillings with zinc oxide-ozonated oil in primary molars: preliminary results. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2014;15(3):191-5.
  42. El-Desouky SS, Omer SMM, Ghouraba RF, Ali Abdel Latif RM, Kabbash IA, Hadwa SM. Zinc oxide-ozonated olive oil as a new root canal filling material in primary molars: a clinical randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2023;27(12):7395-7405.
  43. Maiya A. Applications of ozone in dentistry. *Int J Clin Den Sci.* 2011;2:23-7.
  44. Menzel DB. Ozone: an overview of its toxicity in man and animals. *J Toxicol Environ Health.* 1984;13(2- 3):181-204.
  45. Pattanaik B, Jetwa D, Pattanaik S, Manglekar S, Naitam DN, Dani A. Ozone therapy in dentistry: a literature review. *J Interdisciplinary Dent.* 2011;1(2):87.