



## VİTAL PULPA TEDAVİLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

### NEW APPROACHES IN VITAL PULP THERAPY

Arş. Gör. Dt. Mihriban GÖKCEK\*

Yrd. Doç. Dr. Ebru HAZAR BODRUMLU\*

**Makale Kodu/Article code:** 2373

**Makale Gönderilme tarihi:** 31.07.2015

**Kabul Tarihi:** 02.11.2015

#### ÖZ

Diş çürükleri pulpal inflamasyona yol açabilen ve ileri dönemlerde diş kaybıyla sonuçlanabilen yaygın bir sağlık problemidir. İnflamasyon nedeniyle pulpa dokusu geri dönüşümlü olarak etkilendiğinde; indirekt pulpa kaplaması, direkt pulpa kaplaması, parsiyel/total pulpatomi gibi vital pulpa tedavi yöntemleri uygulanarak pulpanın canlılığının ve fonksiyonunun devam ettirilmesi sağlanabilmektedir. Dişlerin gelişim süreci boyunca meydana gelen moleküler ve histolojik değişimlerin anlaşılması ile birlikte, son yıllarda gözlenen yenilikler vital pulpa tedavilerinde yeni yaklaşımları gündeme getirmiştir. Bu derlemenin amacı; dişlerin vitalitesini korumak için geçmişten günümüze kadar uygulanan vital pulpa tedavi yöntemlerinin ve kullanılan kaplama ajanlarının pulpa dokusu üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Vital pulpa tedavileri, kalsiyum hidroksit, MTA, Biodentin.

#### ABSTRACT

Dental caries is a common problem that can cause pulpal inflammation and resultant tooth loss. When pulp tissue is reversibly inflamed, vital pulp therapies like indirect pulp capping, direct pulp capping, partial/total pulpotomy procedures are implemented to preserve vitality and function of the pulp tissue. Recent progress in understanding the molecular and histologic changes during the tooth development is lead to designing new treatment strategies in vital pulp therapies. The aim of this review is to provide an overview of vital pulp therapy from past to present and to assess the efficiency of the pulp capping materials on the pulp tissue.

**Key Words:** Vital pulp therapy, calcium hydroxide, MTA, Biodentine

#### GİRİŞ

Pulpa, dişin kron ve kök kısmında bulunan, dentin ile çevrelenen, şekil verici, besleyici, duysal ve koruyucu işlevlere sahip, ektomezenşim kökenli damarlanmış ve sinir ağıyla sarılmış bir bağ dokusudur.<sup>1</sup>

Pulpa dokusunun inflamasyonu sonucunda oluşan vazodilatasyon ve artan damar permeabilitesi, pulpal doku basıncının artmasına yol açarak dokunun lokal feed-back mekanizmasını harekete geçirmektedir.<sup>2</sup> Feed-back mekanizmasına göre inflame pulpada artan interstisyel basınç transkapiller hidrostatik basınç farkını düşürür ve filtrasyona engel olur. Ayrıca lokal

olarak artmış olan interstisyel basınç inflamasyonun görülmediği bitişik dokudaki kapillerin interstisyel sıvıyı absorbe etmesine yardımcı olur ve lenf akışını artırır.<sup>3</sup> Bu iki mekanizma ile doku basıncının artmasına yol açan sıvı, etkilenmiş alanının dışına çıkarılarak doku basıncı düşürülmüş olur.<sup>2</sup> Pulpanın inflamasyon sonrası uzun süre kendini koruyabilmesi ve uygun şartlar sağlandığında inflamasyonun gerileyerek pulpal sağlığın tekrar elde edilebilmesi bu mekanizmalar ile açıklanabilmektedir. Pulpa dokusunda tamirin meydana gelebilmesi için vital pulpanın varlığı şarttır

\*Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD



ve bu noktada vital pulpa tedavileri (VPT) devreye girmektedir.<sup>4</sup>

### **VİTAL PULPA TEDAVİLERİ**

VPT'nin amacı pulpanın vitalitesinin devam ettirilmesi ve biyolojik dengenin yeniden sağlanarak kalan pulpa dokusunda yapısal ve fonksiyonel özelliklerin korunmasıdır. VPT ile dişlerin ağızda kaldıkları süre boyunca arktaki pozisyonları ve çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklılıkları korunmuş olur.<sup>5,6</sup>

### **VİTAL PULPA TEDAVİ YÖNTEMLERİ**

#### **1) İndirekt Pulpa Kaplaması**

Pulpaya yakın olan derin çürük lezyonlarında pulpal ekspoza önlemek amacıyla enfekte dentinin dikkatli ve kademeli bir şekilde kaldırılıp, kalan etkilenmiş dentinin biyoyoumlu bir materyalle kapatılarak oral sıvılardan izole edilmesidir. Yapılan klinik çalışmalarda pulpa etkilenmiş ancak enfekte olmamış ise pulpitisin geri döndürülebildiği görülmektedir.<sup>7,8,9</sup>

İndirekt pulpa kaplaması endikasyonları:<sup>6</sup>

- Diş vital olmalıdır.
- Radyografik olarak herhangi bir patolojiye rastlanmamalıdır.
- Dişte spontan, uzun süreli ve şiddetli ağrı olmamalıdır, klinik olarak asemptomatik olmalıdır.
- Diş yaygın bir restorasyon ya da kron restorasyonu gerektirmemelidir.

Lokal anestezi yapıldıktan sonra diş izole edilir ve kavitedeki çürük tabakası keskin ekskavator veya frezler yardımıyla temizlenirken pulpa tavanında ve boynuzlarının hemen üstünde bulunan renkli, nekrotik dentin tabakası pulpayı perfore etmeyecek şekilde dikkatlice temizlenir. % 5.25'lik sodyum hipoklorid emdirilmiş pamuk peletle kavite duvarları dezenfekte edilir. Bırakılan çürük dokunun iyileşmesini ve tamerini stimule etmek amacıyla; dentin bonding ajanı, rezin modifiye cam iyonomer, kalsiyum hidroksit, çinko oksit ojenol gibi radyopak bir kaplama ajanı pulpal duvardaki etkilenmiş dentine uygulanır. Kaplama ajanı sertleştikten sonra kavite daimi olarak restore edilir.<sup>10,11</sup>

İndirekt pulpa kaplamasında bırakılan çürük dokusu değerlendirildiğinde; çürük lezyonunun renginin açık kahverengiden koyu kahverengiye döndüğü, streptococcus mutans ve laktobasili sayılarının anlamlı derecede azaldığı ve radyografideki radyolusent alanda artmanın görülmediği hatta bazı vakalarda radyolusensinin azaldığı görülmüştür. Klinik olarak bu başarı-

nın elde edilmesinde kullanılan kaplama ajanından daha çok, sızdırmaz bir restorasyon yapılmasının önemli olduğu belirtilmiştir.<sup>12,13</sup> İlave olarak, indirekt pulpa kaplamasının derin kavitelere pulpanın açığa çıkma riskini %98 oranında azalttığı ve herhangi bir pulpitis semptomuna yol açmadığı belirtilmiştir.<sup>14</sup> Yapılan uzun dönem çalışmalarda indirekt pulpa kaplamasının pulpatomiden daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.<sup>13,15</sup>

#### **2) Direkt Pulpa Kaplaması**

Travmatik veya mekanik nedenlerden dolayı açılmış pulpa dokusunda, reperatif dentin oluşumunun uyarılması ve pulpanın vitalitesinin devam ettirilebilmesi için açığa çıkan alanının direkt olarak doku dostu bir materyal ile örtülmesidir.<sup>16</sup>

Direkt pulpa kaplaması; pulpanın mekanik veya travmatik olarak ekspoza olduğu, spontan ağrı ve/veya inflamasyon hikâyesi olmayan, vital ve kanamanın kontrol altına alınabildiği, radyografik olarak da herhangi bir patolojiye rastlanmayan süt ve genç daimi dişlerde uygulanan bir tedavi seçeneğidir.<sup>6</sup>

Lokal anestezi yapıldıktan sonra diş izole edilir ve kavitedeki çürük temizlenmeye başlanır. Açığa çıkmış olan pulpa yüzeyine herhangi bir işlem yapılmaz ve kanama steril salin emdirilmiş pamuk peletle durdurulur. Kanama durdurulduktan sonra kullanılacak olan kaplama ajanı hazırlanır ve açığa çıkmış olan pulpa yüzeyine uygulanır. Kaplama ajanı sertleştikten sonra kavite daimi olarak restore edilir.<sup>11</sup>

Direkt pulpa kaplamasının başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri kanamanın kontrol altına alınmasıdır.<sup>17</sup> Eğer pulpada fazla kanama mevcut ise bu durum pulpal inflamasyonun belirtisi olabilmektedir. Ayrıca yine kanamanın kontrol altına alınamadığı durumda açığa çıkmış olan pulpayı çevreleyen dentin de nemli olacağı için kaplama ajanının tam bir örtücülük sağlaması mümkün olamamaktadır.<sup>18</sup> Perforasyon alanının biyoyoumlu bir materyalle kapatılarak sızdırmaz bir restorasyon yapılması da tedavinin başarısı için önemlidir.<sup>14</sup> Friendlander ve ark.<sup>19</sup> tarafından yapılan bir çalışmada direkt pulpa kaplamasının reversible pulpitis vakalarında oldukça başarılı sonuçlar verdiği, ayrıca genç yaşta hastalarda prognozunun çok daha iyi olduğu görülmüştür.

#### **3) Parsiyel Pulpatomi (Çvek Amputasyonu)**

Koronal pulpanın küçük bir kısmının kaldırılarak geride kalan koronal ve radiküler pulpanın sağlığının



devam ettirilmesini amaçlayan bir tedavi yöntemidir.<sup>16</sup>

Pulpası çürük veya travma nedeniyle açılmış olan genç daimi dişlerde, pulpal kanamanın birkaç dakika içinde kontrol altına alınabildiği durumlarda uygulanmaktadır. Bu tedavinin uygulanabilmesi için, diş vital olmalıdır ve pulpanın durumu normal ya da reversible pulpitis aşamasında olmalıdır.<sup>20</sup>

Lokal anestezi yapıldıktan sonra diş izole edilir. Kavitedeki tüm çürük doku temizlendikten sonra steril bir elmas frez kullanılarak ekspoz alanının altındaki pulpa dokusu alttaki sağlıklı pulpaya ulaşmak amacıyla 1-3 mm kadar kaldırılır. Pulpal kanama kontrol altına alındıktan sonra pulpa kaplama ajanı ile açığa çıkmış olan pulpa yüzeyi örtülür, daimi restorasyon yapılır.<sup>11</sup>

Fuks AB ve ark.'nın,<sup>21</sup> komplike kron kırığı nedeniyle pulpası açılmış olan 63 tane daimi keser dişte uygulamış olduğu parsiyel pulpatomi tedavisi sonrasında; 59 dişte herhangi klinik ve radyolojik patoloji bulgusuna rastlanmadığı, elektrikli pulpa testlerine pozitif yanıt alındığı ve radyografik olarak dentin köprüsü oluştuğu görülürken sadece 4 dişte nekroz bulgularına rastlandığı bildirilmiştir. Böylece parsiyel pulpatomi tedavisinin yüksek klinik ve radyolojik başarı gösterdiği rapor edilmiştir.

#### 4) Total Pulpatomi

Koronal pulpa dokusunun tamamen kaldırılması sonucu kalan radiküler pulpanın vitalitesinin devam ettirilmesini hedefleyen bir tedavi yöntemidir.<sup>16</sup>

Pulpası çürük veya travma nedeniyle açığa çıkmış, vital pulpaya sahip işlem esnasında kanamanın kontrol altına alınabildiği, radyografik olarak herhangi bir patolojinin görülmediği ve radiküler pulpanın sağlıklı olduğu süt ve genç daimi dişlerde; ekspoz alanındaki pulpada patolojik değişikliğin varlığı söz konusu olduğunda uygulanan bir tedavi yöntemidir.<sup>6,22</sup> Bu tedavi, pulpa dokusundaki inflamasyonun koronal pulpada derinlere ilerlediği ve perforasyon alanının çok büyük veya birden fazla olduğu durumlarda genellikle tercih edilir.<sup>23</sup>

Total pulpatomi tedavisinde ilk olarak lokal anestezi yapılır ve diş izole edilir. Bütün çürük doku ve desteksiz mine kaldırılarak pulpa odasına düzgün bir giriş sağlanır. Keskin kaşık şeklindeki bir ekskavatörle pulpa odasındaki bütün pulpa dokusu kaldırılır. Pulpa odasındaki artıklar temizlenir, daha sonra nemlendirilmiş pamuk pelet pulpa odasına yerleştirilerek pıhtı oluşuncaya kadar beklenir. Bu noktadan sonra tedavi amputasyon ajanları uygulanarak tamamlanır.<sup>11</sup>

Daimi dişlerde pulpatomi yapılacak diş kriterlere uygun olarak titizlikle seçildiğinde klinik olarak başarılı sonuçlar alındığı görülmüştür.<sup>22</sup> Günümüzde halen pulpatomi tedavisinin klinik başarısını arttırmak için farklı materyaller üzerinde çalışmalara devam edilmektedir.<sup>24</sup>

### VİTAL PULPA TEDAVİLERİNDE KULLANILAN MATERYALLER KALSİYUM HİDROKSİT

Kalsiyum hidroksit günümüzde hala direkt ve indirekt pulpa tedavilerinde yaygın olarak kullanılmakta olan bir materyaldir. Materyalin vital ve devital pulpa dokusu üzerindeki etkileri farklıdır. Bu fark dokuların içerdiği karbondioksit miktarından kaynaklanmaktadır. Canlı dokularda, hemostazisin korunabilmesi için karbondioksit miktarı aynı düzeyde tutulmaya çalışılmaktadır. Bu sayede canlı doku ile temas eden kalsiyum hidroksitin dokudan emdiği karbondioksit tekrar yerine konabilmektedir. Canlı doku ile temas eden kalsiyum hidroksitin etkisi temas alanında oluşan kalsiyum karbonat nedeniyle ortadan kalkarken, kalsiyum hidroksit ile temas eden canlı doku yüzeyinde ince bir nekroz tabakası oluşmaktadır. Bu durum pulpa dokusunun yüzeysel, mikropsuz, yavaş oluşan ölümüdür. Nekroz tabakasında proteolitik fermentler bloke edilmiştir ve pulpada da bir koagülasyonun varlığı söz konusudur. Oluşan bu nekroz tabakası; bitişik sağlıklı pulpa dokusunun, fibroblastların veya differansiye olmamış mezenkim hücrelerinin odontoblastlara farklılaşmasını indükler. Bu olay özellikle vital amputasyon ve direkt kuafaj gibi vital pulpa tedavilerinde izlenen iyileşme olayları sırasında görülmektedir.<sup>25-28</sup>

Kalsiyum hidroksit dentin dokusu üzerine uygulandığında Ca ve OH iyonlarına ayrışarak ortamın pH'ını yükseltir ve antimikrobiyal etki gösterir. Oluşan alkalin ortamda, fosfotaz enzimi kandan inorganik fosfat salınımını aktifleştirir ve kalsiyum-fosfat çökelmesine yol açar. Ayrıca mineralize dentinden büyüme faktörlerinin ve biyoaktif dentin matris bileşenlerinin salınımını uyatarak; pulpanın açıldığı alanda dentin rejenerasyonunu sağlamaktadır.<sup>29,30</sup>

Toksik etki göstermesi, restorasyonların altında dağılıbilir/çözülebilir olması ve oluşan dentin köprüsünün porozlü bir yapıya sahip olması ise kalsiyum hidroksit materyalinin dezavantajlarıdır.<sup>4</sup>



### **ÇİNKO OKSİT OJENOL (ZOE)**

Çinko oksit ojenol; dentine uygulandığı zaman mikroorganizmaların metabolizmalarını azaltıp, toksik ürünlerin pulpaya difüzyonunu sınırlayarak pulpal inflamasyonun bulgularını ortadan kaldıran, sedatif ve ağrı kesici bir materyaldir. Bakteriyel sızıntıya karşı etkili olması nedeniyle dentin kavitelerinde sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>7,31</sup>

Jamileh Ghoddusi ve ark.<sup>32</sup> apeksi açık daimi dişlere uygulanan pulpatomi tedavisinde ZOE ile MTA'nın etkinliğini karşılaştırmışlar ve MTA'nın apeksogenezisin sağlanmasında ZOE'e göre daha başarılı olmasına rağmen, her iki materyalin de kök gelişimini devam ettirerek apeksin kapanmasını sağladığını radyografik olarak göstermişlerdir. Klinik olarak daha başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın; MTA'nın yüksek maliyeti, uzun sertleşme zamanı ve kanal ağzlarında dentin oluşumunu uyararak ilerde yapılacak kök kanal tedavisini komplike hale getirmesi gibi dezavantajlara sahip olduğu bildirilmiştir.

### **FORMOKREZOL**

Formokrezol canlı dokuların fiksasyonunu sağlayan kuvvetli germisid bir ilaçtır. Formaldehitin organik yapılar ve dentin kanallarına nüfuz ederek mevcut olan bakterileri de fikse ettiği ve proteinlere bağlanarak doku otolizini önlediği düşünülmektedir.<sup>33</sup>

Ancak klinik ve radyografik olarak başarılı sonuçlar alınmasına rağmen, formaldehit'in mutajenik ve karsinojenik potansiyelinden dolayı klinik kullanımı önerilmemekte ve alternatif pulpatomi ajanları/yöntemleri araştırılmaktadır.<sup>34</sup>

Ansari ve Ranjpour<sup>35</sup> pulpatomi tedavisinde formokrezol ile MTA'nın etkinliğini karşılaştırmış ve klinik olarak materyaller arasında belirgin bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Ancak radyografik olarak MTA uygulanan dişlerde internal rezorpsiyona rastlanmazken, formokrezol uygulanan dişlerin %15'inde internal rezorpsiyon saptanmıştır. Bu çalışmada pulpatomi tedavisinde MTA kullanımının formokrezole başarılı bir alternatif olabileceği görülmüştür.

### **FERRİK SÜLFAT**

Ferik sülfat; formokrezole alternatif olarak süt dişlerinde pulpatomi tedavilerinde kullanılan, vital pulpaya uygulandığında koagülasyonu ve hemostazı sağlayan bir materyaldir.<sup>5</sup> Kan ile demir ve sülfat iyonlarının etkileşimi sonucu kan proteinlerinin agglutinasyonu gerçekleşir. Demir iyonu-protein kompleksi

mekanik olarak kesilmiş damarı tıkar ve hemostazı sağlar. Ayrıca bu protein-iyon kompleksi pıhtı oluşumunu da engelleyerek inflamasyon ve internal rezorpsiyon riskini elimine etmektedir.<sup>36</sup>

Literatürde ferrik sülfatın toksik ve zararlı etkileri ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Odabaş ve ark.'nın;<sup>37</sup> süt dişlerinde pulpatomi tedavisinde MTA ile ferrik sülfatın etkinliğini karşılaştırdığı bir çalışmada; her iki materyalin klinik ve radyografik başarıları açısından belirgin bir fark bulunamamış ve süt dişlerinde pulpatomi tedavisinde her iki materyalin kullanımı da önerilmiştir.

### **GLUTERALDEHİT**

Güçlü bir antimikrobiyal olan gluteraldehit, süt dişi pulpatomi tedavilerinde kullanılmış ve proteinlerin aminoasitleriyle sıkı bağlar kurarak formokrezolden daha stabil ve geri dönüşümsüz fiksasyon sağlamıştır.<sup>38</sup>

Formokrezole oranla dokulara daha yavaş nüfuz eder ancak proteinleri daha hızlı, geri dönüşümsüz ve tam olarak stabilize eder. Ayrıca difüzyonu sert dokularla sınırlı olduğu için periodontal irritasyona yol açmamaktadır. Daha az toksik ve daha iyi bir fiksatif olduğu halde formokrezol kadar klinik başarı gösteremeyen bu materyal yaygın olarak kullanılmamıştır. Gluteraldehitin saf halde stabil olmaması ve tampon solüsyon hazırlama gerekliliği de dezavantajlarıdır.<sup>38</sup>

### **ELEKTROCERRAHİ**

Süt dişi pulpatomilerinde kullanılan bazı farmakoterapötik ajanların sistemik yayılımı ve toksik etkilerinin bulunması, direkt pulpa tedavileri sırasında kanama kontrolünün elektrocerrahi ve lazer gibi farmakolojik olmayan yaklaşımlarla yapılmasını gündeme getirmiştir.<sup>39</sup>

Formokrezol ile uygulanan pulpatominin başarıları ile elektrocerrahi yöntemi karşılaştırıldığında; bazı araştırmacılar<sup>40,41</sup> formokrezol ve elektrocerrahi pulpatomilerinin klinik ve radyografik başarıları arasında bir fark bulunmadığını belirtmiştir. Öztaş ve ark.<sup>42</sup> formokrezol pulpatomisinin histopatolojik olarak elektrocerrahi yönteminden daha üstün olduğunu; El Meligy ve ark.<sup>39</sup> ise elektrocerrahi ile yapılan pulpatomi tedavisinde daha az histopatolojik reaksiyon oluştuğunu bildirmişlerdir.

### **SODYUM HİPOKLORİT**

Sodyum hipokloridin pulpa dokusuyla biyoyumlu olması, pulpatomide medikament olarak



kullanılmasını gündeme getirmiştir. Süt dişlerinde % 5' lik sodyum hipoklorit ve %15,5'lik ferrik sülfat ile uygulanan pulpatomi tedavilerinin klinik ve radyografik sonuçları karşılaştırılmış ve her iki materyalin de benzer klinik sonuçlar gösterdiği bulunmuştur.<sup>43</sup>

Ruby ve ark.<sup>44</sup> süt dişlerindeki pulpatomi uygulamalarında, Buckley formokrezolü ve %3'lük sodyum hipokloridin 6. ve 12. aylarda klinik ve radyografik başarısını değerlendirmiş ve klinik olarak her iki materyali de %100 başarılı bulmuşlardır. Ancak 6. aydaki radyografik başarıları sodyum hipoklorit için % 86, formokrezol için %84 bulunurken; 12. ayda sodyum hipoklorit için % 80, formokrezol için ise % 90 bulunmuştur. Her iki materyalin de pulpatomi tedavisindeki başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

#### **DENTİN BAĞLAYICI AJANLAR**

Dentin bağlayıcı ajanların asitlenmiş dentin yüzeyine uygulanması sonucu hibrid tabakası meydana getirerek mikrosızıntıyı ve dentin hassasiyetini azaltmaları ve biyouyumlu olmaları, pulpa dokusu üzerine direkt olarak kullanılmaları fikrini ortaya çıkartmıştır.<sup>38</sup> Ancak, direkt olarak dentin bağlayıcı ajanla kaplanmış süt dişlerindeki histolojik incelemelerde ekspoz alanında mikroabselere rastlandığı ve dentin köprüsü oluşumu gözlenmediği bildirilmiştir.<sup>45</sup> Direkt pulpa kaplamasında kullanılan dentin adezivlerindeki çoğu komponentin vazodilatatör etki gösterip hemostatik ajanla sağlanan hemostazı olumsuz etkilediği ve tekrar kanamaya neden olduğu görülmüştür. Ayrıca pulpa dokusundaki rezin parçacıklarının pulpal inflamasyonu tetiklediği düşünülmektedir.<sup>46</sup> Öte yandan dentin adezivlerinin, Quartz-Tungsten Halojen lambalar ya da Light Emission Diode gibi görünür ışık yayan cihazlarla polimerizasyonunun yavaş olması ve işlem sırasında ısı açığa çıkması tedavinin başarısını olumsuz etkilemektedir.<sup>47</sup>

#### **MİNERAL TRİOKSİT AGGREGATE (MTA)**

Portland çimentosu, kalsiyum sülfat ve bizmut oksitten oluşan MTA; başlangıçta periapikal cerrahi uygulamalarında kök ucu dolgu maddesi olarak geliştirilmiş, günümüzde ise perforasyonların tedavisinde, apeksifikasyonda, vital pulpa tedavilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>48,49</sup>

Pulpa dokusu üzerine uygulanan MTA; kollajen matriks üreten hücrelerin proliferasyonuna, migrasyonuna ve differensiasyonuna yol açmaktadır. Oluşan

matriksin mineralize olması ile başlangıçta osteodentin ve ardından tersiyer dentin formasyonu meydana gelir.<sup>50-53</sup>

Ainechchi ve ark.<sup>54</sup> kalsiyum hidroksit ve MTA ile yapılan pulpatomi tedavilerini karşılaştırdıklarında, kalsiyum hidroksit ile oluşan sert dokunun bakteriyel sızıntıya izin verebilecek şekilde eksiklikler ve tünel defektleri içerdiğini, MTA ile oluşan dentin köprüsünde ise bu duruma rastlanmadığını bildirmişlerdir.

Histolojik olarak incelendiğinde, MTA'nın Ca(OH)<sub>2</sub>'e göre; daha kalın dentin köprüsü meydana getirdiği, daha az pulpal inflamasyon, hiperemi ve pulpal nekroza sebep olduğu görülmüştür.<sup>55,56</sup> Ancak materyalin manipulasyonunun zor olması, uzun sertleşme zamanı, kromda renklenmeye sebep olması ve yüksek maliyeti nedeniyle yeni alternatifler aranmaktadır.<sup>48</sup>

#### **CALCIUM ENRICHED MIXTURE (CEM)**

Kalsiyum oksit, sülfür trioksit, fosfor penta oksit ve silikon dioksitten oluşan CEM ilk olarak kanal dolgu materyali olarak endodontik kullanıma sunulmuştur.<sup>57,58</sup>

Parirokh ve ark.<sup>59</sup> subkütanöz dokuların MTA ve CEM'e gösterdikleri reaksiyonların karşılaştırıldığı, farelerde gerçekleştirilen çalışmalarında; MTA'nın aksine CEM'in doku nekrozunu indüklediği bildirilmiştir. 60 gün sonra yapılan incelemede ise, CEM grubunda gözlenen inflamasyon düzeylerinin MTA ile kıyaslandığında oldukça düşük bulunduğu rapor edilmiştir. Ayrıca biyomateryallere komşu alanda distrofik kalsifikasyonun görülmüş olması materyallerin osteo-indüktif özelliklerinin kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Nosrat ve ark.<sup>60</sup> dental pulpa hücrelerinin Ca(OH)<sub>2</sub>, CEM ve MTA'ya karşı reaksiyonlarını incelediklerinde; klinik olarak her üç materyalde de herhangi bir semptom görülmediğini ancak kalsiyum hidroksit grubundaki bir dişin devitalize olduğunu bildirmişlerdir.

Nosrat ve Asgary;<sup>61</sup> travma nedeniyle pulpası ekspoz olmuş, apeksi açık bir maksiller keser dişe CEM ile uygulanan pulpatomi tedavisinde; CEM simanının altında dentin köprüsünün oluştuğunu ve dişin apeksinin kapanarak kök gelişiminin devam ettiğini göstermişlerdir.

#### **KALSİYUM FOSFAT/ KALSİYUM SÜLFAT BİFAZİK SİMAN(CPS/CSH)**

Kalsiyum fosfat siman osteojenik potansiyeli sayesinde; ortopedide, rekonstrüktif cerrahide ve diş



hekimliğinde kullanılmaktadır.<sup>62</sup> Kalsiyum fosfat simanın son ürünü olan ve dentinin inorganik kısmının esas yapısını oluşturan hidroksiapatitin; açığa çıkan dentin yüzeyinde erken dentin köprüsü oluşumunu kolaylaştırdığı bildirilmiştir.<sup>63</sup>

Kalsiyum fosfat simanın; mükemmel biyoyumluluğa sahip olmasına rağmen manipülasyonunun zor, sertleşme zamanının uzun, başlangıçta mekanik özelliklerinin zayıf olması ve inflamatuvar cevaba yol açması nedeniyle VPT'de kullanımı sınırlıdır.<sup>64</sup>

Kalsiyum sülfat siman ise; kök perforasyonlarının, periradiküler lezyonların, oroantral fistül ile periodontal defektlerin tedavisinde ve bariyer membran olarak diş hekimliğinde kullanılan; ucuz, güvenilir, toksik olmayan, biyoyumlu ve kullanımı kolay olan bir materyaldir.<sup>64</sup>

Süt dişlerinde uygulanan direkt pulpa kaplamasında Ca(OH)<sub>2</sub> ile kalsiyum sülfat simanın klinik ve radyografik başarıları 3., 6., 9. ve 12. aylarda değerlendirildiğinde; her iki materyalin klinik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir.<sup>65</sup>

#### **LAZER**

Lazer teknolojisi; çürük kavitelelerinin temizlenmesi ve preparasyonu, estetik diş tedavileri, periodontal cerrahi, periimplantitis tedavisi, aft ve uçuk tedavileri, dentin hipersensitivitesinin azaltılması, pulpanın vitalitesinin değerlendirilmesi, direkt pulpa kaplaması, pulpatomi ve kök kanal dezenfeksiyonu gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.<sup>66,67</sup>

Lazer uygulaması geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında, ışının kolaylıkla istenilen bölgeye yönlendirilebilmesi ve yüksek miktardaki enerjinin küçük bir noktaya odaklanabilmesi nedeniyle oldukça ileri bir tedavi yöntemidir.<sup>68</sup>

Karbondioksit lazer uygulaması sonrası Ca(OH)<sub>2</sub> ile yapılan direkt pulpa kaplamasının başarıları yalnızca Ca(OH)<sub>2</sub> ile gerçekleştirilen direkt pulpa kaplaması ile kıyaslandığında, 2 yıllık takip sonrası lazer uygulanan grubun klinik başarıları %93 bulunurken; kontrol grubunda başarı oranı %68 bulunmuştur.<sup>69</sup>

Jayawardena ve ark.<sup>70</sup> da Er:YAG lazer kullanımı sonrası pulpanın kalsiyum hidroksit ile kaplanmasının herhangi bir patolojik cevap oluşturmadan dentin köprüsü oluşumunu sağladığını bildirmişlerdir.

Pulpa amputasyonunda lazer, hemostazi ve hücre stimülasyonunu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Formokrezol ile karbondioksit lazerin pulpa

amputasyonu tedavisindeki etkinliği karşılaştırıldığında; karbondioksit lazer ile yapılan amputasyon tedavisinde daha az inflamasyon görülürken her iki grup arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunamamıştır.<sup>71</sup>

#### **YÜKSEK FREKANSLI RADYO DALGALARI (HRW)**

Direkt pulpa kaplamasının klinik başarısı pulpada hemostazın sağlanmasıyla yakından ilişkilidir. Pulpa ekspoze olduğu zaman mümkün olduğunca hızlı ve güvenilir bir yöntemle hemostazın sağlanması klinik başarıyı arttıracaktır. Bu nedenle yüksek frekanslı radyo dalgaları direkt pulpa kaplamasında kullanım alanı bulmuştur. HRW 4 MHz'lik radyo sinyallerini kullanarak yumuşak dokuda koagülasyon oluşturmaktadır.<sup>72</sup>

Handa ve ark.<sup>73</sup> farelerde direkt pulpa kaplamasında HRW'nin tamir dentin stimülasyonunu incelediklerinde; HRW ile hemostazın daha kısa sürede sağlanabildiğini ve bu yöntemin pulpal inflamasyonu azaltarak yüksek kalitede reperatif dentin oluşumunu indüklediğini bildirmiştir. HRW'nin avantajı; pulpal inflamasyon ve nekroz riskini azaltarak, yüksek kalitede tamir dentini oluşumunu indükleyebilmesidir.

#### **BİYOSERAMİKLER**

Biyoseramikler; kök kanal perforasyonlarının tamirinde, kök kanal tedavilerinde kanal patı olarak, apikal retrograd dolgulara, apeksifikasyonda ve vital pulpa tedavilerinde kullanılmakta olan, herhangi bir toksik etkisi olmayan son derece biyoyumlu materyallerdir.<sup>74</sup>

#### **BioAggregate (Innovative Bioceramik, Vancouver, BC, Canada)**

BioAggregate, kalsiyum-silikat-fosfat bazlı, biyoyumlu seramik nano partiküllerden oluşan bir materyaldir.<sup>75</sup> Chang ve ark.'nın,<sup>76</sup> BioAggregate'in pulpa ve periodontal doku hücreleri üzerindeki biyoyumluluğunu Pro-Root MTA (Dentsply, Tulsa, OK) ile kıyasladıkları çalışmalarında; BioAggregate'in MTA gibi biyoyumlu olduğu, pulpa ve periodontal doku hücreleri üzerinde toksik etki göstermediği görülmüştür.

#### **Biodentin(Septodont, Saint Maur des Fossés, France)**

Biodentin MTA ile aynı kullanım alanlarına sahip, kalsiyum silikat bazlı biyoaktif bir materyaldir. Dentine benzer mekanik özelliklere sahip olduğu için dentin-pulpa kompleksinin rejenerasyonunu gerektiren tedavilerde tercih edilebilecek bir materyaldir. Vital pulpa hücrelerinde pozitif etkisi olan bu materyal



tersiyer dentin oluşumunu indüklemekle birlikte vital pulpa ile direkt temasa geçtiğinde reperatif dentin üretimini sağlamaktadır.<sup>77</sup>

Nowicka ve ark.<sup>78</sup> Biodentin ve MTA' nın direk pulpa kaplamasındaki klinik başarılarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; her iki materyalin de pulpa tarafından tolere edilebildiğini ve kaplama ajanının altında dentin köprüsü oluştuğunu, ayrıca biodentinle kıyaslandığında MTA'nın kaviteye yerleştirilmesinin daha zor ve zaman alıcı olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle Biodentinin MTA'nın alternatifi olabileceği belirtilmiştir.

#### **Endosequence Kök Tamir Materyali (ERRM; Brasseler, Savannah, GA)**

MTA ile aynı kullanım alanına sahip biyoseramik bazlı ürünlerden biri de ERRM'dir. Hirschman ve ark.'nın<sup>79</sup> Beyaz MTA, ERRM, dycall (Dentsply, Melbourne, Australia) ve Ultra-blend Plus'ın (UBP: Ultradent Products Inc, South Jordan, USA) insan fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksitesini araştırdıkları çalışmalarında; MTA-Angelus (Londrina, PR, Brezilya), ERRM ve UBP' nin fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksitesini benzer seviyelerde bulunurken, sadece dycall'ın hücreler üzerindeki sitotoksitesini istatistiksel olarak belirgin derecede yüksek bulunmuştur.

#### **Enamel Matrix Derivative (EMD; Biora AB Malmö, Sweden)**

Enamel matrix derivative (EMD); major komponenti odontogenezis sırasında dental papilladaki odontoblastların farklılaşmasını sağlamak için preameloblastlardan salınan amelogenin maddesi olan bir biyoaktif moleküldür.<sup>4</sup>

EMD/Emdogain jeli ekspoz olmuş pulpaya uygulandığında dentin benzeri sert doku oluşumunu indüklemektedir.<sup>80,81</sup>

Laurent ve ark.'nın<sup>82</sup> emdogain jeli ile kalsiyum hidroksitin direkt pulpa tedavisindeki etkinliğini değerlendirdiği bir çalışmada; tedaviden 1 ay sonra emdogainin pulpa dokusunda yüzeysel bir dejenerasyonla birlikte iltihabi reaksiyona, 2. ayın sonunda da tam bir pulpa dejenerasyonuna neden olduğu bildirilmiştir.

#### **PROPOLİS**

Bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından bitkilerden toplanan ve mumla karıştırılarak kovan içerisinde birçok amaca yönelik olarak kullanılan doğal bir ürün olan propolis; antibakteriyel, antiviral, antifungal, antioksidan, antiinflamatuvar, yara iyileştirici, doku yenileyici ve anestetik özelliklere sahiptir. Propolis yüksek kalitede tübüler dentin oluşumunu

indüklemektedir.<sup>83</sup>

Propolisin alkolde çözülmüş solüsyonu hasar görmüş pulpaya uygulandığında; pulpadaki dolaşım bozukluğunda, inflamatuvar ve dejeneratif olaylarda azalma görülmüştür.<sup>84</sup> Bretz ve ark.<sup>85</sup> direkt pulpa kaplamasında pulpanın iyileşmesinde propolis ile kalsiyum hidroksit arasında bir fark bulamamışlardır.

#### **İLLOPROST**

Prostasiklin; vasküler endotelial büyüme faktörü salınımını stimule ederek anjiogenezi ve hücrel farklılaşmayı arttıran güçlü bir vazodilatatördür.<sup>86,87</sup>

İloprost ise pulmoner hipertansiyon tedavisinde kullanılan bir prostasiklin analogudur.<sup>88</sup>

Limjeerajarus ve ark.'nın<sup>89</sup> illoprostun dental pulpada anjiyogenez üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; 24 saat sonra yapılan incelemede illoprostun VEGF, FGF-2 ve PDGF ve mRNA ekspresyonunu doza bağımlı olarak ciddi anlamda arttırdığı görülmüş olup, artan anjiyogenez ve pulpal kan akımının rejenerasyonda pozitif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Limjeerajarus ve ark.<sup>90</sup> çalışmalarında, farelerin molar dişlerinin pulpalarını deneysel olarak ekspoz etmişler ve illoprost uygulamışlardır. 30. günde yapılan histolojik incelemede illoprostun pulpada VEGF ekspresyonunu arttırdığı ve kalsiyum hidroksite kıyasla daha fazla tersiyer dentin oluşumunu indüklediğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak illoprostun, osteo/odontojenik markerların ve anjiyogenez faktörlerinin ekspresyonunu arttırarak tersiyer dentin oluşumunu indüklediğini bildirmişlerdir.

#### **BÜYÜME FAKTÖRLERİ VE PROTEİNLER**

Embriyonik dönemde primer dentin yapımında meydana gelen olaylar, olgun bir dişte dentin-pulpa kompleksindeki tamir mekanizmalarının ortaya çıkmasını sağlayan sekonder dentinogenezis şeklinde bir kez daha başlatılabilmektedir. Vital pulpa tedavileri ile ilgili yapılan araştırmaların çoğunda gerçekleşen biyolojik olayların bir kopyası şeklinde tersiyer dentin matriksinin stimülasyonunun sağlanması için uğraşmaktadır.<sup>91</sup>

Vital pulpa tedavilerinde kullanılan hızlı sertleşen kalsiyum hidroksit gibi materyaller, tersiyer dentin formasyonuna yol açmaları nedeniyle pulpa odasının boyutlarının azalmasına neden olmaktadır.<sup>91</sup> Son yıllarda rekombinan insan proteinlerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen pulpa kaplaması çalışmalarında bu proteinlerin immatür pulpa dokusunu andıran fibröz bir bağ dokusuyla yer değiştirdiği görülmüştür.<sup>92-95</sup> Bu



bağ dokusunun daha sonra mineralize olarak oluştuğu tamir dentinin, pulpa dokusuna yüzeysel olarak şekillendiği ve derin pulpa dokusunu harcamaksızın pulpanın sağlıklı bir şekilde korunmasını sağladığı gösterilmiştir.<sup>96</sup>

TGF-beta ailesi üyelerinden olan Bone Morphogenetic Protein'lerden BMP-2, BMP-4 ve BMP-7 (OP-1) gibi proteinlerin de osteodentin ve ardından tübüler tamir dentin formasyonunu indüklediği bildirilmiştir.<sup>97</sup>

Büyüme faktörleri ailesi "İnsülin benzeri büyüme faktörleri" (IGF) üyelerinden IGF-I ile gerçekleştirilen pulpa kaplaması deneylerinde; pulpa ekspozunu tam olarak kapatan bir dentin köprüsünün ve arada tübüler tamir dentin formasyonunun oluştuğu gösterilmiştir.<sup>98</sup>

Sert doku organik matriksinin önemli protein bileşenlerinden biri olan kemik sialoproteini ile gerçekleştirilen bir pulpa kaplaması deneyinde ise osteodentin ile birlikte görülen mineralize atübüler tamir dentini oluşumu gözlenmiştir.<sup>99</sup>

In vitro olarak IGF-2, TGF-beta 1 ve BMP-7 kullanılarak yapılan pulpa kaplamasında reperatif dentinogenezisin indüklediği görülmüştür.<sup>98,100</sup>

## SONUÇ

Basit ve etkili uygulamalar olan vital pulpa tedavilerinde vakaya uygun materyal kullanımı, tedavi başarısında en önemli hususlardan biridir. Klasik materyallerin yanı sıra alternatif materyallerin rutin vital pulpa tedavilerinde kullanımının klinikte yer bulabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Yu C, Abbott PV. An Overview of the Dental Pulp: Its Functions and Responses to Injury. *Aust Dent J* 2007;52:4-16.
2. Heyeraas KJ, Berggreen E. Interstitial Fluid Pressure in Normal and Inflamed Pulp. *Crit Rev Oral Biol Med* 1999;10:328-36.
3. Aukland K, Reed RK. Interstitial-lymphatic Mechanisms in the Control of Extracellular Fluid Volume. *Physiol Rev* 1993;73:1-78.
4. Ghodusi J, Forghani M, Parisay I. New Approaches in Vital Pulp Therapy in Permanent Teeth. *Iran Endod J* 2014;9:15-22.
5. Zhang W, Yelick PC. Vital Pulp Therapy-current

- Progress of Dental Pulp Regeneration and Revascularization. *Int J Dent* 2010;2010:856087.
6. Cohenca N, Paranjpe A, Berg J. Vital Pulp Therapy. *Dent Clin North Am* 2013;57:59-73.
7. American Academy on Pediatric Dentistry Clinical Affairs Committee-Pulp Therapy subcommittee; American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 2008-2009;30:170-4.
8. Stark MM, Nicholson RJ, Soelberg KB. Direct and Indirect Pulp Capping. *Dent Clin North Am* 1976;20:341-9.
9. Stanley HR. Pulpal Responses to Dental Techniques and Materials. *Dent Clin North Am* 1971;15:115-26.
10. Lo EC, Holmgren CJ, Hu D, Van Palenstein Helderman W. Six-year Follow up of Atraumatic Restorative Treatment Restorations Placed in Chinese School Children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35:387-92.
11. Asgary S, Fazlyab M, Sabbagh S, Eghbal MJ. Outcomes of Different Vital Pulp Therapy Techniques on Symptomatic Permanent Teeth: A Case Series. *Iran Endod J* 2014;9:295-300.
12. Ribeiro CC, Baratieri LN, Pedigão J, Baratieri NM, Ritter AV. A Clinical, Radiographic, and Scanning Electron Microscopic Evaluation of Adhesive Restorations on Carious Dentin in Primary Teeth. *Quintessence Int* 1999;30:591-9.
13. Pinto AS, de Araujo FB, Franzon R, Figueiredo MC, Henz S, Garcia-Godoy F, Maltz M. Clinical and Microbiological Effect of Calcium Hydroxide Protection in Indirect Pulp Capping in Primary Teeth. *Am J Dent* 2006;19:382-6.
14. Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA. Treatment of Deep Carious Lesions by Complete Excavation or Partial Removal: A Critical Review. *J Am Dent Assoc* 2008;139:705-12.
15. Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface Anti-bacterial Properties of Glass Ionomer Cements Used in a Traumatic Restorative Treatment. *J Am Dent Assoc* 2007;138:1347-52.
16. Tziafas D. The Future Role of a Molecular Approach to Pulp Dentinal Regeneration. *Caries Res* 2004;38:314-20.
17. Matsuo T, Nakanishi T, Shuimizu H, Ebisu S. A Clinical Study of Direct Pulp Capping Applied to





- Carious-exposed Pulp. J Endod 1996;22:551-6.
18. Costa CA, Edwards CA, Hanks CT. Cytotoxic Effects of Cleansing Solutions Recommended for Chemical Lavage of Pulp Exposures. Am J Dent 2001;14:25-30.
  19. Friedlander L, McElroy K, Daniel B, Cullinan M, Hanlin S. Direct Pulp Capping of Permanent Teeth in New Zealand General Dental Practice-- A Practice Based Research Study. N Z Dent J 2015;111:58-64.
  20. Cohen S, Hargreaves KM, Berman LH. Pathways of the Pulp. 10 ed. St. Louis; Mo: Mosby Elsevier: 2011. p. 808-857.
  21. Fuks AB, Cosack A, Klein H, Eidelman E. Partial Pulpotomy as a Treatment Alternative for Exposed Pulp in Crown-fractured Permanent Incisors. Endod Dent Traumatol 1987;3:100-2.
  22. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. Dentistry for the Child and Adolescent. 8 ed. St. Louis; Mo: Mosby Co: 2004. p. 350-1.
  23. Smith AJ, Cassidy N, Perry H, Begue-Kirn C, Ruch JV, Lesot H. Reactionary Dentinogenesis. Int J Dev Biol 1995;39:273-80.
  24. Marques N, Lourenço Neto N, Fernandes AP, Rodini C, Hungaro Duarte M, Rios D, Machado MA, Oliveira T. Pulp Tissue Response to Portland Cement Associated With Different Radio Pacifying Agents on Pulpotomy of Human Primary Molars. J Microsc 2015;260:281-6.
  25. Cengiz T. Endodonti. 3. baskı. İzmir; Fakülteler Kitapevi Barış Yayınları: 1990. s. 274-5.
  26. Kawakami T, Nakamura C, Hasegawa H, Eda S. Fate of <sup>45</sup>Ca- labelled Calcium Hydroxide in a Root Canal Filling Paste Embedded in a Rat Subcutaneous Tissue. J Endod 1987;13:220-3.
  27. Çalışkan MK, Öztıp F. Ülseratif Pulpitis Tanısı Konulmuş İki Olgunun Vital Amputasyon Sonrası Kök Pulpalarının Histopatolojik İncelenmesi. EÜ Dişhek Fak Derg Özel sayı 1989;1:15-29.
  28. Çalışkan MK, Sabah E. Die Partielle Vital Amputation bei Komplizierten Kronenfrakturen. Dtsch Zahnartzl Z 1992;47:461-4.
  29. Graham L, Cooper PR, Cassidy N, Nor JE, Sloan AJ, Smith AJ. The Effect of Calcium Hydroxide on Solubilisation of Bio-active Dentine Matrix Components. Biomaterials 2006;27:2865-73.
  30. Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. Tunnel Defects in Dentin Bridges: Their Formation Following Direct Pulp Capping. Oper Dent 1996;21:4-11.
  31. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. Dentistry for the Child and Adolescent. 8 ed. St. Louis; Mo: Mosby Co: 2004. p. 389-412.
  32. Ghodduji J, Shahrami F, Alizadeh M, Kianoush K, Forghani M. Clinical and Radiographic Evaluation of Vital Pulp Therapy in Open Apex Teeth with MTA and ZOE. N Y State Dent J 2012;78:34-8.
  33. Koch G, Poulsen S. Pediatric dentistry. A clinical approach. 2 ed. Oxford; Wiley-Blackwell: 2009. p. 219-23.
  34. Lewis B. The Obsolescence of Formocresol. J Calif Dent Assoc 2010;38:102-7.
  35. Ansari G, Ranjpour M. Mineral Trioxide Aggregate and Formocresol Pulpotomy of Primary Teeth: A 2-Year Follow-up. Int Endod J 2010;43:413-8.
  36. Fei AL, Udin RD, Johnson R. A Clinical Study of Ferric Sulfate as a Pulpotomy Agent in Primary Teeth. Pediatr Dent 1991;13:327-32.
  37. Odabaş ME, Alaçam A, Sillelioğlu H, Deveci C. Clinical and Radiographic Success Rates of Mineral Trioxide Aggregate and Ferric Sulphate Pulpotomies Performed by Dental Students. Eur J Paediatr Dent 2012;13:118-22.
  38. Alaçam T. Endodonti. 2 Baskı. Ankara; Fakülteler Kitabevi Barış Yayınları: 2000. p. 708.
  39. El-Meligy O, Abdalla M, El-Baraway S, El-Tekya M, Dean JA. Histological Evaluation of Electrosurgery and Formocresol Pulpotomy Techniques in Primary Teeth in Dogs. J Clin Pediatr Dent 2001;26:81-5.
  40. Bahrololomi Z, Moeintaghavi A, Emtiazi M, Hosseini G. Clinical and Radiographic Comparison of Primary Molars After Formocresol and Electrosurgical Pulpotomy: A Randomized Clinical Trial. Indian J Dent Res 2008;19:219-23.
  41. Dean JA, Mack RB, Fulkerson BT, Sanders BJ. Comparison of Electrosurgical and Formocresol Pulpotomy Procedures in Children. Int J Paediatr Dent 2002;12:177-82.
  42. Oztas, N, Ulusu, T, Oygur, T, Cokpekin F. Comparison of Electrosurgery and Formocresol as Pulpotomy Techniques in Dog Primary Teeth. J Clin Pediatr Dent 1994;18:285-9.
  43. Vargas KG, Packham B, Lowman D. Preliminary Evaluation of Sodium Hypochlorite for Pulpotomies in Primary Molars. Pediatr Dent 2006;28(6):511-7.
  44. Ruby JD, Cox CF, Mitchell SC, Makhija S, Chompu-



- Inwai P, Jackson J. A Randomized Study of Sodium Hypochlorite versus Formocresol Pulpotomy in Primary Molar Teeth. *Int J Pediatr Dent* 2013;23:145-52.
45. Pereira JC, Segala AD, Costa CAS. Human Pulp Response to Direct Pulp Capping with an Adhesive System—histologic Study. *J Dent Res* 1997;76:180.
46. Maddux WF, Abebe W, Schuster GS, Mozaffari MS. Effects of Dental Resin Components on Vascular Reactivity. *J Biomed Mater Res* 2002;61:572-80.
47. Baroudi K, Silikas N, Watts DC. In Vitro Pulp Chamber Temperature Rise from Irradiation and Exotherm of Flowable Composites. *Int J Paediatr Dent* 2009;19: 48-54.
48. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *J Endod* 2010;36:16-27.
49. Tunç EŞ, Çetiner S. Mineral Trioxide Aggregate: Bir Literatür Derlemesi. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2006;16:46-53.
50. Kuratate M, Yoshiba K, Shigetani Y, Yoshiba N, Ohshima H, Okiji T. Immunohistochemical Analysis of Netsin, Osteopontin and Proliferating Cells in the Reperative Process of Exposed Dental Pulp Capped with MTA. *J Endod* 2008;34:970-4.
51. Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate in short term capping experiments. *Int Endod J* 2002;35:245-54.
52. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical Basis of the Biologic Properties of Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 2005;31: 97-100.
53. Rao A, Rao A, Shenoy R. Mineral Trioxide Aggregate- A Review. *J Clin Pediatr Dent* 2009;34:1-7.
54. Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Calcium Hydroxide as Pulp-capping Agents in Human Teeth: A Preliminary Report. *Int Endod J* 2003;36:225-31.
55. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A Comparative Study of Histologic Response to Different Pulp Capping Materials and a Novel Endodontic Cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(4):609-14.
- 56.
57. Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ. Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomies: A Case Series Outcomes Assessment. *J Am Dent Assoc* 2006;137:610-8.
58. Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh S. The Properties of a New Endodontic Material. *J Endod* 2008;34:990-3.
59. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddsi J, Kheirieh S, Brink F. Comparison of Mineral Trioxide Aggregate's Composition with Portland Cements and a New Endodontic Cement. *J Endod* 2009; 35:243-50.
60. Parirokh M, Mirsoltani B, Raoof M, Tabrizchi H, Haghdooost AA. Comparative Study of Subcutaneous Tissue Responses to a Novel Rootend Filling Material and White and Grey Mineral Trioxide Aggregate. *Int Endod J* 2011; 44:283-9.
61. Nosrat A, Peimani A, Asgary S. A Preliminary Report on Histological Outcome of Pulpotomy with Endodontic Biomaterials vs Calcium Hydroxide. *Restor Dent Endod* 2013;38:227-233.
62. Nosrat A, Asgary S. Apexogenesis Treatment with a New Endodontic Cement: A Case Report. *J Endod* 2010;36:912-4.
63. Ruhe PQ, Hedberg-Dirk EL, Padron NT, Spauwen PH, Jansen JA, Mikos AG. Porous Poly(DL-lactic-co-glycolic acid)/calcium Phosphate Cement Composite for Reconstruction of Bone defects. *Tissue Eng* 2006;12:789-800.
64. Jean A, Kerebel B, Kerebel LM, Legeros RZ, Hamel H. Effects of Various Calcium Phosphate Biomaterials on Reparative Dentin Bridge Formation. *J Endod* 1988;14:83-7.
65. Bohner M, Gbureck U, Barralet JE. Technological Issues for the Development of more Efficient Calcium Phosphate Bone Cements: A Critical Assessment. *Biomaterials* 2005;26:6423-9.
66. Ulusoy AT, Bayrak S, Bodrumlu EH. Clinical and Radiological Evaluation of Calcium Sulfate as Direct Pulp Capping Material in Primary Teeth. *Eur J Paediatr Dent* 2014;15:127-31.
67. Coluzzi DJ. Fundamentals of Dental Lasers: Science and Instruments. *Dent Clin North Am* 2004;48:751-70.
68. Güngörmüş M, Ömezli MM. Diş Hekimliğinde Lazer Kullanımı Sırasında Oluşabilecek Zararlar ve



- Alınacak Önlemler. J Dent Fac Atatürk Uni 2007; 17:31-3.
69. Uysal D, Güler Ç. Diş Hekimliğinde Lazer: Bir Literatür Derlemesi. J Dent Fac Atatürk Uni 2012;6:44-53.
70. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Sperr W. Advantages of a Pulsed CO2 Laser in Direct Pulp Capping: A Long-term in vivo Study. Lasers Surg Med 1998;22:288-93.
71. Jayawardena JA, Kato J, Moriya K, Takagi Y. Pulpal Response to Exposure with Er:YAG Laser. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001;91:222-9.
72. Elliott RD, Roberts MW, Burkes J, Phillips C. Evaluation of the Carbon dioxide Laser on Vital Human Primary Pulp Tissue. Pediatr Dent 1999;21:327-31.
73. Niamtu J 3rd. Radiowave Surgery Versus CO2 Laser for Upper Blepharoplasty Incision: which Modality Produces the most Aesthetic Incision? Dermatol Surg 2008;34:912-21.
74. Handa K, Koike T, Hayashi K, Saito T. Application of High-frequency Radio Waves to Direct Pulp Capping. J Endod 2013;39:1147-50.
75. Koch K, Brave D. Bioceramic Technology—the Game Changer in Endodontics. Endod Pract 2009;2:13-7.
76. De-Deus G, Canabarro A, Alves G, Linhares A, Senne MI, Granjeiro JM. Optimal Cytocompatibility of a Bioceramic Nanoparticulate Cement in Primary Human Mesenchymal Cells. J Endod 2009;35:1387-90.
77. Chang SW, Lee SY, Kum KY, Kim EC. Effects of ProRoot MTA, Bioaggregate, and Micromega MTA on Odontoblastic Differentiation in Human Dental Pulp Cells. J Endod 2014;40:113-8.
78. Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, Lambert G. Clinical Evaluation of the Performance and Safety of a New Dentine Substitute, Biodentine, in the Restoration of Posterior Teeth: A Prospective Study. Clin Oral Investig 2013;17:243-9.
79. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, Kaczmarek W, Buczkowska-Radlinska J. Response of Human Dental Pulp Capped with Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate. J Endod 2013;39:743-7.
80. Hirschman WR, Wheeler MA, Bringas JS, Hoen MM. Cytotoxicity Comparison of Three Current Direct Pulp-capping Agents with a New Bioceramic Root Repair Putty. J Endod 2012; 38: 385-8.
81. Nakamura Y, Hammarström L, Lundberg E, Ekdahl H, Matsumoto K, Gestrelus S, Lyngstadaas SP. Enamel Matrix Derivative Promotes Reparative Processes in the Dental Pulp. Adv Dent Res 2001; 15:105-7.
82. Nakamura Y, Hammarström L, Matsumoto K, Lyngstadaas SP. The Induction of Reparative Dentine by Enamel Proteins. Int Endod J 2002;35:407-17.
83. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) Induces TGF-β1 Release from Human Pulp Cells and Early Dental Pulp Mineralization. Int Endod J 2012;45:439-48.
84. Al-Shaher A, Wallace J, Agarwal S, Bretz W, Baugh D. Effect of Propolis on Human Fibroblasts from the Pulp and Periodontal Ligament. J Endod 2004;30:359-61.
85. Er K, Özan F. Propolis'in Diş Hekimliğinde Kullanımı. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry. 2006;40:1-2.
86. Bretz WA, Chiego DJ Jr, Marcucci MC, Cunha I, Custodio A, Schneider LG. Preliminary Report on the Effects of Propolis on Wound Healing in the Dental Pulp. Z Naturforschung C 1998;53:1045-8.
87. Nakalekha C, Yokoyama C, Miura H, Alles N, Aoki K, Ohya K, Morita I. Increased Bone Mass in Adult Prostaglandin-deficient Mice. J Endocrinol 2010; 204: 125-33.
88. Tuncbilek G, Korkusuz P, Ozgur F. Effects of Iloprost on Calvarial Sutures. J Craniofac Surg 2008;19:1472-80.
89. Melgosa MT, Ricci GL, Garcia-Pagan JC, Blanco I, Escibano P, Abalades JG, Roca J, Bosch J, Barbera JA. Acute and Long-term Effects of Inhaled Iloprost in Portopulmonary Hypertension. Liver Transpl 2010;16:348-56.
90. Limjeerajarus CN, Osathanon T, Manokawinchoke J, Pavasant P. Iloprost Up-regulates Vascular Endothelial Growth Factor Expression in Human Dental Pulp Cells In Vitro and Enhances Pulpal Blood Flow In Vivo. J Endod 2014;40:925-30.
91. Limjeerajarus CN, Chanarattanubol T, Trongkij P, Rujiwanichkul M, Pavasant P. Iloprost Induces



- Tertiary Dentin Formation. J Endod 2014;40:1784-90.
92. Rutherford B, Fitzgerald M. A New Biological Approach to Vital Pulp Therapy. Crit Rev Oral Biol Med 1995;6:218-29.
93. Jepsen S, Schiltz P, Strong DD, Scharla SH, Snead ML, Finkelman RD. Transforming Growth Factor- $\beta$ 1 mRNA in Neonatal Ovine Molars Visualized by in situ Hybridization: Potential Role for Stratum Intermedium. Arch Oral Biol 1992;37:645-653.
94. Nakashima M. Induction of Dentin Formation on Canine Amputated Pulp by Recombinant Bone Morphogenetic Proteins (BMP)-2 and -4. J Dent Res 1994;73:1515-1522.
95. Rutherford RB. Role Of Osteogenic Protein In Reparative And Reactionary Dentin, Proc. Int. Conference on Dentin/ Pulp Complex 1995 and the International Meeting on Clinical Topics of Dentin/Pulp Complex. Quintessence 1996;; 112-5.
96. Rutherford RB, Spangberg L, Tucker M, Rueger D, Charatte M. Time Course of the Induction of Reparative Dentin Formation in Monkeys by Recombinant Human Osteogenic Protein-1. Arch Oral Biol 1994;39:833-8.
97. Yıldırım S, Alaçam A. Vital Pulpa Tedavilerinde Protein ve Gen Terapileri. H Ü Diş Hek Fak Derg 2007;31:54-63.
98. Furey A, Hjelmhaug J, Lobner D. Toxicity of Flow Line, Durafill VS, and Dycal to Dental Pulp Cells: Effects of Growth Factors. J Endod 2010;36:1149-53.
99. Lovschall H, Fejerskov O, Flyvbjerg A. Pulp-capping with Recombinant Human Insulin-like Growth Factor-I (rhIGF-I) in Rat Molars. Adv Dent Res 2001;15:108-12.
100. Decup F, Six N, Palmier B, Buch D, Lasfargues JJ, Salih E, Goldberg M. Bone Sialoprotein-induced Reparative Dentinogenesis in the Pulp of Rat's Molar. Clin Oral Investig 2000;4:110-9.
101. Jepsen S, Albers HK, Fleiner B, Tucker M, Rueger D. Recombinant Human Osteogenic Protein-1 Induces Dentin Formation: An Experimental Study in Miniature Swine. J Endod 1997; 23:378-82.

#### **Yazışma Adresi**

Mihriban GÖKCEK  
Bülent Ecevit Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Pedodonti Anabilim dalı  
Kozlu/ZONGULDAK  
Tel: 03722613562  
Fax: 03722613603  
e-mail: gokcekmihriban@gmail.com

