

Nİ-Tİ KANAL FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONLARINDA KOROZYON HIZLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Determining the Corrosion Rates of Ni-Ti Instruments in Different Irrigants

Mehmet Can GÖKTAŞ*
Dilek DALAT***

Semra BİLGİÇ**
Ebru ÖZESER DEMİRYÜREK****

ABSTRACT

The purpose of this study, was to evaluate and compare the electrochemical corrosion rate of nickel-titanium rotary files when immersed in irrigation solutions.

Ni-Ti rotary files (ProTaper F 2 Rotary – Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) were immersed in 5.25% NaOCl, 17% EDTA, 10% citric acid and MTAD irrigants and the corrosion rates were determined electrochemically by the Tafel extrapolation method. Data was obtained with a potentiostat, a voltage scan generator and a recorder. The irrigants were filled into a pyrex glass cell. Cutting flutes of files were immersed in the irrigating solutions and kept for 20 min in the cell prior to each experiment, so that the rest potential of the electrode could be attained. A Saturated calomel electrode was used as a reference and platinum plate was used as a counter electrode. In the experiments, current-potential curves were obtained and statistical analysis of the data was performed by using the Kruskal-Wallis one-way. According to the results of this study, corrosion rates of Ni-Ti rotary files immersed in irrigation solutions were found 10% citric acid > 5.25% NaOCl > 17% EDTA > MTAD respectively.

Key words: Corrosion, Ni-Ti rotary instruments, EDTA, Citric acid, MTAD

ÖZET

Araştırmamızın amacı, F2 , Ni-Ti döner kanal aletlerinin EDTA, sitrik asit ve MTAD irrigasyon solüsyonları ile temasında oluşan korozyon hızlarını elektrokimyasal olarak belirlemektir. Bu amaçla çalışmamızda %5.25 lik NaOCl, %17 lik EDTA, % 10 luk sitrik asit ve MTAD solüsyonları ile temasları sonucunda Ni-Ti döner kanal aletlerinin korozyon hızları değerlendirildi. Korozyon hızları elektrokimyasal olarak Tafel ekstrapolasyon yöntemiyle belirlendi. İstatistiksel değerlendirme Kruskal-Wallis tek yönlü varyans analiziyle yapıldı. Araştırmanın sonuçlarına göre, çalışılan irrigasyon solüsyonları içinde Ni-Ti kanal aletlerinin korozyon hızları sırasıyla, %10 Sitrik asit > %5.25 NaOCl > %17 EDTA > MTAD olarak bulundu.

Anahtar Sözcükler: Ni-Ti döner kanal aletleri, EDTA, Sitrik asit, MTAD, Korozyon

GİRİŞ

Son yıllarda yaygın kullanım alanı bulunan Ni-Ti kanal aletleri, düşük değerdeki elastik modülleri nedeniyle paslanmaz çelik kanal aletlerine oranla 2-3 kat daha esnektirler. Ayrı-

* Diş Hekimi

Ankara Toplum Polisi Emniyet Teş kilatı .

** Fen Fakültesi. Kimya Bölümü. Fizikokimya Anabilim Dalı.

*** A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi. Endodonti Anabilim Dalı

**** 19 Mayıs Üniversitesi. Diş Hekimliği Fakültesi. Endodonti Anabilim Dalı

ca, torsiyonel kırılmaya karşı yüksek dirençleri bu aletlerle dar ve eğri kanallarda yapılan temizleme ve şekillendirme işleminin daha başarılı olmasını sağlamaktadır (1,2). Aletlerin bu avantajlarından dolayı eğri kök kanallarında preparasyonlarda etkinlikleri bildirilmiştir(3). Araştırmacılar, Ni-Ti el aletlerinin genel beklentileri karşıladığı düşünülse de bu alışımdan üretilen aletlerin dentini kesme kapasitelerinin yetersizliği nedeniyle uzun çalışma süresini kısaltmak amacıyla Ni-Ti döner kanal aletlerini geliştirmişlerdir. Bu aletlerle kök kanalı şekillendirme kalitesi artmakta, işlem hızlanmakta ve kanal dolgusu için kanala yeterli konik görünümü verdiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir(4,5).

Ni-Ti aletlerin yapısı paslanmaz çelik aletlere göre daha kompleksdir. Nitinol yapı endodontik aletlerde genelde %56 nikel ve %44 titanyum içerir ve bazen de %2 den düşük oranlarda kobalt eklenmektedir. Bu gibi nedenlerle Ni-Ti alaşımların verdiği güven, çeşitli firmalarca Ni-Ti döner alet sistemlerinin piyasaya sürülmesine neden olmuştur(6).

Kanal aletleri ile yapılan preparasyon esnasında, başarıyı arttırmak amacıyla preparasyon öncesi ve preparasyon sırasında kanalın sık aralıklarla antimikrobiyal bir solüsyonla, yani irrigasyon solüsyonu ile yıkanması gerekir(7). Bu işleme genel olarak irrigasyon, bu amaçla kullanılan solüsyonlara da irrigasyon solüsyonu adı verilir. Irrigasyon solüsyonlarının amacı, lubrikant özelliği ile preparasyonla uzaklaştırılmayan doku artıklarının kanaldan uzaklaştırılması, debrislerin kaldırılması, doku çözücü özellik göstermesi ve dentin kanalcıklarının sterilizasyonunu sağlamaktır (8). Günümüzde endodontide çeşitli solüsyonlar, serum fizyolojik, hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, klorheksidin, asitler ve şelasyon yapan ajanlar, elektrokimyasal olarak aktive edilmiş su, Tetrasiklin izomerleri, asit ve deterjanlar sıralanabilir(9).

Deterjanlar arasında yeni bir materyal olan BioPure MTAD(A Mixture of Tetracycline Isomer, Acid and Detergent) 2003 de Torabinejad ve ark(10) tarafından geliştirilmiştir. Yapısında %3 Doksisisiklin, %4.25 sitrik asit ve %0.5 oranında Tween 80 adı verilen

deterjan bulunmaktadır. Genel pH değeri 2.15 olarak bildirilmiştir(10-12).

Bu bilgilerin ışığı altında şimdiye kadar yapılan korozyon araştırmalarının çoğu NaOCl irrigasyonu ile ilgili olup MTAD ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle araştırmamızın amacı, Ni-Ti kanal aletlerinin NaOCl, EDTA, sitrik asit ve MTAD irrigasyon solüsyonları ile temaslarında oluşabilecek olan korozyon hızlarını elektrokimyasal olarak belirlemek ve karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 25mm uzunluğunda kullanılmamış protaper F2 (ProTaper F 2 Rotary – Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) tip Ni-Ti döner kanal aletlerinden toplam 36 adet kullanıldı. Kanal aletlerinde oluşabilecek korozyonu incelemek amacıyla 4 farklı irrigasyon solüsyonu seçildi:

1- %5 lik NaOCl (*Sultan Chemists, Inc, Englewood, NJ, USA*). (Grup 1)

2- %17 lik EDTA (*Merck, Darmstadt, Germany*).(Grup 2)

3- %10 luk sitrik asit (*J P: Baker Chemicals Co. Philipsburg, NJ, USA*). (Grup 3)

4- MTAD (*Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA*). (Grup 4)

Korozyon hızları elektrokimyasal olarak Tafel ekstrapolasyon yöntemiyle belirlendi ve deneyler Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Elektrokimya ve Korozyon Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

Elektrokimyasal deneyler Pyrex cam hücre içerisinde yapıldı. Deneyler sırasında ortalama vücut sıcaklığı olan 37°C de çalışıldı. Sıcaklığı sabit tutmak amacıyla bir termostat (JulaboP/3 D, Seelbach, West Germany) ve su motoru (nüve BT 400, Turkey) yardımıyla ısıtılan suyun hücreye hortumlarla aktarılması ve sirküle olması sağlandı. Ni-Ti kanal aleti (F2 ProTaper) elektrot olarak kullanıldı. Hücreye deney yapılacak solüsyonun doldurulma ve hava kabarcıklarının çıkarılmasının ardından

kanal aleti kesici kısımları solüsyona batılarak şekilde hücreye yerleştirildi. Refe-

rans elektrot olarak doymuş kalomel elektrot kullanıldı. Potansiyel değerleri doymuş kalomel elektroda göre belirlendi. Yardımcı elektrot olarak platin levha hücreye yerleştirildi. Deneyler sırasında manyetik karıştırıcı sayesinde solüsyonlar sürekli olarak karıştırıldı. Sistemde denge potansiyeline ulaşmak amacıyla yeterli süre (20-25 dk) beklendi. Denge potansiyeline ulaşıldıktan sonra, potansiyel 2.5 mW/s hızla değiştirilerek akım potansiyel eğrileri elde edildi. Bu amaçla kullanılan sistem, potansiyostat (WenkingLB 75L Göttingen, Germany), voltaj tarama jeneratörü (Wenking VSG 72, Göttingen, Germany) ve kaydediciden (Yokogawa 3077, Tokyo, Japan) oluşmaktadır. Elde edilen akım potansiyel eğrilerinden korozyon hızları (i kor) belirlendi. Her bir solüsyon için deney 7 kez tekrarlandı. Elde edilen değerler istatistiksel yöntemlerle, Kruskal-Wallis One-Way testi ile değerlendirildi.

Ayrıca her bir grup dan bir kanal aleti ve ayrıca kontrol grubu olarak da işlem görmemiş bir kanal aleti Scanning Electron Mikroskobu (SEM) ile değerlendirildi.

BULGULAR

Dört farklı irrigasyon solüsyonu kullanarak yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda korozyon hızlarına ait ortalama i kor değerleri (Tablo-1) aşağıdaki şekildedir:

İRRİGASYON SOLÜSYONLARI	Mean ± SD	Median
10% Citric Acid	4.40 ± 0.10 ^a	4.42
MTAD	0.10 ± 0.01 ^b	0.12
5.25% NaOCl	3.15 ± 1.32 ^c	3.35
15% EDTA	2.10 ± 0.24 ^d	2.13

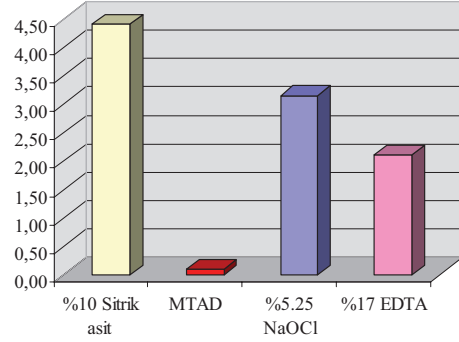
*Farklı harflerle gösterilen solüsyonların korozyon hızları arasındaki fark %1 önem düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

Tablo 1: Test edilen irrigasyon solüsyonlarında elde edilen korozyon hızlarına ait ortalama değerler

- Sitrik asit 4.40 uA
- MTAD 0.10 uA
- NaOCl 3.15 uA
- EDTA 2.10 uA olup istatistiksel olarak gruplar arasında fark görülmüştür (p<0.01).

Araştırma sonuçlarında irrigasyon solüsyonlarının korozyon hızları açısından 0.01 lik önem düzeyinde birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür (p<0.01). Korozyon hızı en yüksek

solüsyon %10 luk sitrik asittir. Bunu sırasıyla %5.25 NaOCl, %15 EDTA ve MTAD takip etmektedir. Gruplara ait grafikler ise tablo-2 de gösterilmiştir.

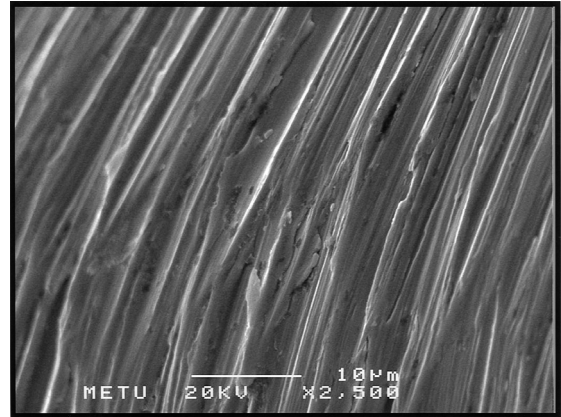


Tablo 2: İrrigasyon solüsyonlarına ait sütun grafikler

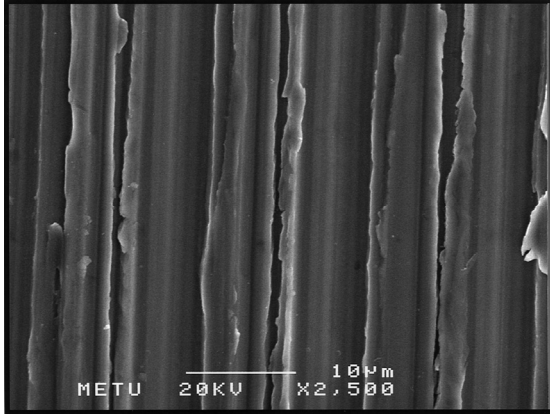
SEM ile yapılan değerlendirme sonucu elde edilen bulgular:

- Solüsyona batırılmamış bir kanal eğesinde keskin kenarlar gözlenmiştir (Resim 1),
- Sitrik asitle temas eden bir kanal eğesinde kesici kenarlar etkilenmiştir (Resim 2),
- NaOCl solüsyonu ile temas eden bir kanal eğesinde kesici kenarlar bozulmuş (Resim 3),
- EDTA solüsyonu ile temas eden kanal eğesinde, kesici kenarlar etkilenmiştir (Resim 4),
- MTAD solüsyonu ile temas eden kanal eğesinde de kesici kenarlar etkilenmiştir (Resim 5).

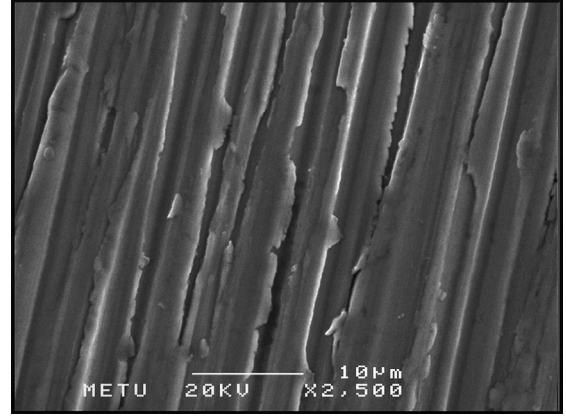
SEM sonuçları kanal eğerlerinin kesici kenarlarında bariz korozyon belirtileri göstermiştir.



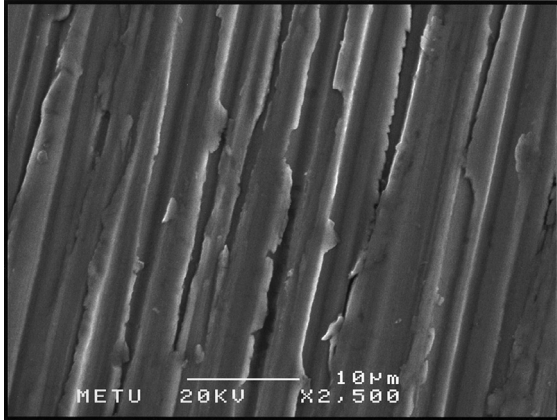
Resim 1: İrrigasyon solüsyonu ile temas etmeyen aletin SEM görüntüsü



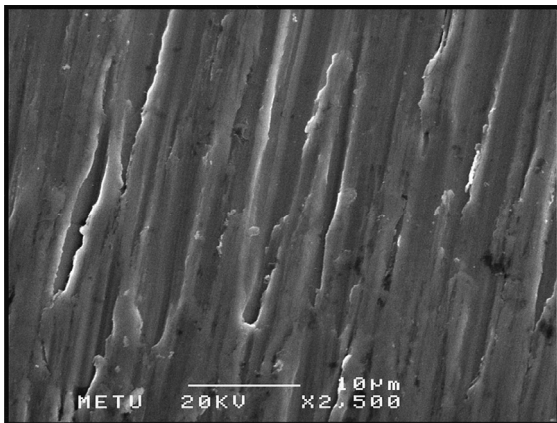
Resim 2: Sitrik asitle etkilenen kanal aletinin SEM görüntüsü



Resim 5: MTAD ile etkilenen kanal aletinin SEM görüntüsü



Resim 3 : NaOCl ile etkilenen kanal aletinin SEM görüntüsü



Resim 4: EDTA ile etkilenen kanal aletinin SEM görünüğü

TARTIŞMA

Metal ve alaşımların çevreleri ile kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonları sonucu bozulmaları olarak tanımlanan korozyon, metalik yüzeylerdeki etkileşim sonucu, metaldeki reaktif element olarak nikel'in materyalin yüzeyinden çekilmesi sonucu çukurcuk ve poroziteye neden olmakta ve sonuç da da kanal eğelerinde kesici özellikler azalmaktadır, sonuçta kanal aletlerinde oluşan korozyon preparasyonda zorluklara ve endodontik tedavide başarısızlıklara yol açmaktadır (13,14).

Metal ve alaşımların korozyon özelliklerini değerlendirmek amacıyla kullanılan elektrokimyasal testler arasında en sık kullanılan Tafel ekstrapolasyon yöntemidir. Endodontik aletlerle oluşan korozyonun değerlendirilmesinde etkili ve güvenilir bir yöntem olması nedeniyle araştırmamızda tercih edilmiştir(8).

Kök kanal eğeleri olarak araştırmamızda ProTaper F2 Ni-Ti kanal aletlerinden yararlandık. ProTaper serisindeki diğer kanal aletleri ile karşılaştırıldığında fatik testi ile yapılan kırılma deneylerinde düşük oranda direnç göstermesi nedeniyle tercih edilmiştir(15).

Endodontik tedavide kemomekanik prepsasyon olarak endodontik kanal aletleri ve irrigasyon solüsyonları ile yapılan temizleme ve şekillendirme işlemlerini tanımlarız(16)

Araştırmamızda MTAD nin sitrik asit içermesi nedeniyle %10 luk sitrik asit içeren bir irrigasyon solüsyonunu da kullanmayı tercih ettik. Araştırmamızda kullandığımız irrigas-

yon solüsyonları arasında sitrik asit grubu en yüksek korozyon değerini göstermiştir. Bunun nedeni asidik ortamın korozyonu arttırması nedeniyle sitrik asitin asidik pH sına bağlanabilir(17). Sitrik asitten sonraki en yüksek korozyon hızı %5.25 lik NaOCl de gözlenmiştir. NaOCl aktif Cl⁻ iyonları içerir ve Cl⁻ iyonu korozyon hızının artmasında etkili agresiv bir iyondur(18).

Endodontide dar veya kalsifiye kanalların açılmasında kullanılan EDTA, antibakteriyal bir etkisi olmayıp dentinin inorganik komponentlerinde şelasyon oluşturarak smear tabakasını kaldırır. Araştırmamızda kullandığımız %17lik EDTA solüsyonu grubunda elde edilen korozyon hızı değerleri sitrik asit ve NaOCl grubundaki değerlerden daha düşüktür. EDTA metal ionları ile kompleks oluşturur ve aletlerdeki koruyuculuk özelliği korozyon ve oksidasyona karşı bir bariyer oluşmasına bağlanabilir(19-22).

Yeni geliştirilen bir solüsyon olan ve araştırmamızda kullandığımız diğer bir grup olan MTAD grubunda ise tüm solüsyon grupları arasında en düşük değeri gözledik. MTAD %4.25 oranında sitrik asit içermektedir. Aynı zamanda MTAD iki farklı kimyasal yani doxycyline ve Polysorbate veya Tween 80 içermektedir(11,12). Bu içeriklerin araştırmamızın sonuçlarını etkilediği inancındayız. Yapılan literatür araştırmalarında bu kimyasallarla oluşan bir korozyon çalışmasına rastlayamamış olmamız nedeni ile bu konuda gerekli araştırmalara ihtiyaç olduğumuz inancındayız.

Araştırmamızın diğer bir bölümünde, bulgularımızı desteklemek amacıyla SEM araştırmaları da uyguladık. SEM ile yapılan araştırmaların değerlendirilmesinde kanal eğelerinin kesici kenarlarının irrigasyon solüsyonlarından etkilendiğini, bunun yanı sıra korozyonun oluşmadığını gözledik. Eğelerin kesici kenarlarında oluşan defektlerin aletin kesici özelliğini azalttığını ve sonuç da muhtemelen aletin korozyon ve fraktürlere daha yatkın olabileceği inancındayız.

Araştırmamızın bulgularına dayanarak sonuç olarak:

1- Çalışılan irrigasyon solüsyonları içinde Ni-Ti döner kanal aletlerinin korozyon hız-

ları sırasıyla %10 Sitrik asit>%5.25 NaOCl>%10 EDTA>MTAD olarak bulundu.

2- Yapılan SEM çalışmalarında, irrigasyon solüsyonlarının kanal eğelerinin kesici kenar yapılarında değişimlere neden olabileceği gözlenmiştir.

3- MTAD ile elde edilen düşük orandaki korozyon değeri ve MTAD nin genel avantajlarını göz önünde bulunduracak olursak, ileride

MTAD nin güvenle kullanılabilabileceğimiz bir irrigasyon solüsyonu olduğu inancındayız.

KAYNAKLAR:

1- Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J Endod. 1988; 14: 346-51.

2- Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Part I. Int Endod J 1998; 31; 275-81.

3- Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. Int Endod J 2001; 34: 386-9.

4- Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing apical preparation of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. J Endod 2001; 27: 196-202.

5- Hulsmann M, Schade M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation with Hero 642 and Quantec SC rotary instruments. Int Endod J 2001; 34: 538-46.

6- Çalışkan K. Endodontide tanı ve tedaviler. Nobel tıp kitapçevleri. 2006. 2. baskı. P. 284-85 .

7- Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32: 389-98.

8- Mueller HJ. Corrosion determination techniques applied to endodontic instruments-irrigating solutions systems. J Endod 1982 1983; 8; 246-52.

9- Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M. Endodonti. 2.Baskı. Ankara. Türkiye.Barış Yayınları. 2000. s. 292.

10- Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. A new solution for removal of the smear layer. J Endod 2003; 29:170-5

11- Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an *in vitro* investigation. J Endod 2003; 29: 400-3.

12- Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on enterococcus faecalis-contaminated root canals of extracted human teeth. J Endod 2003; 29: 576-9.

13- Neal RG, Craig RG, Powers JM. Effects of sterilization and irrigants on the cutting ability of stainless steel files. J Endod 1983; 9: 93-6.

14- Praisarnti C, Chang JW, Cheung GS. Electro polishing enhances the resistance of nickel-titanium rotary files to corrosion-failure in hypochlorite. J Endod 2010 36:1354-7.

15- Fife D, Gambarini G, Britto Lr L. Cyclic fatigue testing of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004; 97: 251-6.

16- Wolcott J, Himel VT. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless steel endodontic files. J Endod 1997; 23: 217-20.

17- Machado Silveriro LF, Gonzalez Lopez S, Gonzalez Rodriguez MP. Decalcification of root canal dentine by Citric acid, EDTA and sodium citrate. Int Endod J 2004; 37: 365-69.

18- Katayama H, Yamamoto T, Kodama T. Degradation behavior of protective layer in chloride solutions. Corr Engineering 2000; 49: 41-4

19- Reinhard G, Radtkem M, Rammelt U. The role of salts of weak acids in the chemical passivation of iron and steel in aqueous solutions. Corrosion Science 1992; 33: 307-13

20- Skoog DAS, West DM, Holler FJ. Fundamentals of Analytic Chemistry. 6th ed. Philadelphia. Saunders.1992

21- Calt S, Serper A. Time dependent effects of EDTA on dentin structure. J Endod 2002; 28: 17-9.

22- Bonaccorso A, Tripi TR, Rondelli G, Condorelli GG, Cantatore G, Schafer E. Pitting corrosion resistance of Nickel-titanium rotary instruments with different surface treatments in seventeen percent ethylenediamin tetracetic acid and sodium hypochloride solutions. J Endod 2008; 34: 208-11.

Yazışma Adresi:

Prof. Dr. Dilek DALAT
A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı
Konya Asfaltı, Beşevler, Ankara
e-mail: dalat@dentistry.ankara.edu.tr