

PAPER DETAILS

TITLE: TITANYUM VE PROTETİK DİS TEDAVİSİNDE KULLANIMI

AUTHORS: handan YILMAZ

PAGES: 0-0

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/27866>

TİTANYUM VE PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE KULLANIMI

Dr.Handan YILMAZ*

TITANIUM AND ITS USAGE IN PROSTHETIC DENTISTRY

ÖZET

Son yıllarda titanyum biyolojik uyumluluğu korozyona karşı direnci, uygun mekanik özellikleri, düşük özgül ağırlığı, düşük ısı geçirgenliği ve düşük maliyetleri gibi özelliklerinden dolayı protetik diş tedavisinde kullanım alanı bulmuştur. Titanyumun dezavantajları ise yüksek ergime noktası ve oksijene karşı yüksek hassasiyetidir. Titanyum günümüzde diş hekimliğinde kullanılan materyaller arasında en iyilerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Titanyum, Titanyum-Porselen restorasyonları.

SUMMARY

Titanium has been used in prosthetic dentistry because of their several advantages, such as excellent biocompatibility, good corrosion resistance, low weight, low thermal conductivity and reasonable price. However, its weak points are the high melting point and high chemical reactivity with oxygen at high temperatures. Today, titanium is one of the best material which has been used in prosthetic dentistry.

Key Words: Titanium, Metal-porcelain restorations.

GİRİŞ

Günümüzde konvensiyonel metal porselen restorasyonları geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Metal porselen restorasyonlarında kullanılan metal alaşımları, kıymetli ve kıymetsiz metal alaşım sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Son yıllarda, kıymetsiz metal alaşımları düşük maliyet ve yüksek mekanik özelliklerinden dolayı kıymetli metal alaşımlarının yerini almışlardır. Kıymetli metal alaşımlarının fiyatlarındaki artış ve porselen uygulamasında dirençli alaşımlara karşı olan gereklilik kıymetsiz metal alaşımlarına karşı olan ilgiyi artırmıştır.^{4,21,30-34} Ancak kıymetsiz metal alaşımları bu avantajlarına rağmen biyolojik olarak uygun olmamaları ve korozyona karşı daha yatkın olmaları gibi dezavantajlara sahiptirler.^{3,5,11} Doku uyumu ve korozyona dayanıklılık gibi gereklilikler titanyum gibi alternatif metal arayışlarını artırmıştır.⁴⁰ Titanyum metali son yıllarda kıymetsiz metal alaşımlarına alternatif olarak kron-köprü restorasyonlarında kullanılmaya başlanmıştır.^{1,40,41} Biyolojik uyumlulukları, korozyona karşı dirençli olmaları, uygun mekanik özellikleri, düşük özgül ağırlıkları, ısı geçirgenliğinin az olması ve düşük maliyetleri bu materyalin tercih edilmesinde önemli olan özelliklerdir.

Titanyumun Özellikleri

Titanyumun varlığı ilk olarak 1789'da McGregor tarafından tanıtılmıştır.^{7,8,17,50} Ancak yüz sene sonra % 99'luk saf titanyum Hunter tarafından laboratuvarında geliştirilmiştir.^{8,37} Yeryüzü kabuğunun yaklaşık % 0.6'sını teşkil eden titanyum yeryüzünde en sık rastlanan dokuzuncu elementtir.^{7,8,17,18,35,39,47,50} Titanyumun kullanım alanı uçak, gemi yapımı, kimyasal aletler, makine, kağıt ve renk endüstrisi gibi sıs, optik ve spor aletleri endüstrisinde de çok yaygındır.^{13,38,39,50} Tıpta, ortopedik cerrahide, travmatolojide, dişhekimliğinde ise protodonti ve implantolojide sıkça kullanılmaktadır.^{10,38,39} Titanyum, saf olarak 47.88 atom ağırlığı ve 22 sıra sayısı ile periodik sistemin IV.yan grubunda yer almaktadır. Tablo I'de titanyumun fiziksel özellikleri görülmektedir.

Titanyum DIN standardına göre (DIN 17850) ise dört saflık derecesine ayrılmıştır (Tablo II).

Titanyum kristal yapısı 882.5°C'de allotropik ağ yapının değişim noktası ile belirlenmektedir.^{24,35,37,39,50,52} Bu sıcaklığın altında homojen hekzagonal yapıda olan α titan, bu sıcaklığı geçince kübik yapıda olan merkezde konumlanmış β fazına dönüşmektedir.^{8,24,35,37,39,52}

* Gazi Üniv. Dış Hek.Fak.Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Arş.Gör.Dr.Dt.

Tablo I. Titanyumun önemli fiziksel özellikleri.

Sıra Sayısı	22
Atom Ağırlığı	47.8
Yoğunluk (g/cm ³)	4.51
Ergime noktası (°C)	1668
Kaynama noktası (°C)	3260
α - β Değişim Sıcaklığı (°C)	882
Elastiklik Modülü (N/mm ²)	110.000
0.2-% Esneme Sınırı (N/mm ²)	330
Isıl Genleşme Katsayısı 20-600 °C(K)	$9.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Isıl İletkenliği 20-25 °C (W/m.K)	21.4.

Tablo II. Titanyum metalinin DIN 17850'ye göre saflık dereceleri

Kısa İsimler	F _{Tmax}	C _{Tmax}	N _{Tmax}	C _{Tmax}	F _{Tmax}	Ti
Ti 1 (Derece 1)	0,15	0,12	0,05	0,06	0,013	Kalan
Ti 2 (Derece 2)	0,20	0,18	0,05	0,06	0,013	Kalan
Ti 3 (Derece 3)	0,25	0,25	0,05	0,06	0,013	Kalan
Ti 4 (Derece 4)	0,30	0,30	0,05	0,06	0,013	Kalan

Titanyumu protetik diş tedavisinde değerli kulan birçok önemli özelliği mevcuttur. Ancak bu özelliklerinden bir tanesi diğer metallerle kıyaslandığında çok daha iyi korozyon dayanıklılığı göstermesidir.^{6,7,12,13,17,35,44,47} Titanyum elementlerin elektrokimyasal gerilim sırasında negatif potansiyel ile en alt sırada yer alarak düşük soyululuk derecesine sahiptir.^{35,38,52} Titanyum serbest oksijenle karşılaştığında metal üst yüzeyinde metali dış çevreden ayıran ince, yoğun, stabil ve tutucu bir oksit tabakası oluşmaktadır.^{7,24,35,38,51,52} Bu tabaka 17 Å kalınlığında olup oda sıcaklığında dahi oluşmaktadır.^{17,24} Oluşan bu tabaka fizyolojik koşullarda bozulmaz ve biyolojik olarak bitişik dokulara zarar vermez. Yapılacak iyi bir polisajla elde edilen bu korozyon dayanıklılığı daha da artırılacaktır.^{15,38} Titanyum korozyona karşı yüksek derecede dirençli olması ve organizmada toksik ve alerjik olmaması nedeniyle yüksek doku uyumuna sahip bir metal olarak kabul edilmektedir.^{12,20,36,39,47,49} Ancak materyalin bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da mevcuttur.^{13,39} Bukülme sertliği kıymetsiz metal alaşımlarıyla kıyaslandığında

düşüktür.³⁸ Ayrıca materyal çalışma şartları açısından birçok probleme sahip bulunmaktadır.^{7,14} Titanyumun dökümünde oluşacak problemler yaklaşık 1720 °C civarında olan ergime noktası ve oksijene karşı yüksek hassasiyeti nedeniyle ortaya çıkmaktadır.^{6,7,12,39} Titanyumun oksijen, nitrojen gibi gazlara karşı yüksek hassasiyeti nedeniyle döküm esnasında titanyum ile oluşacak reaksiyonlar engellenmelidir.^{6,7,16,39}

Aksi takdirde metal yüzeyinde "α case" olarak tanımlanan istenmeyen ve her şekilde mekanik veya kimyasal olarak uzaklaştırılması gereken reaksiyon tabakası oluşacaktır.^{2,7,9,12} Döküm sonrası oluşacak bu tabaka döküm objenin sertliğini ve dayanıklılığını azaltmakta, yüzeyde çatlaklar, homojenite bozukluğu ve istenmeyen renklenmeler oluşturmaktadır.^{12,39} Meydana gelen tüm bu problemler titanyum için geliştirilen özel döküm aletlerinin ve revetmanların yapımı ile azaltılmıştır.^{12,16,19,34,39,46} Titanyumun yüksek hassasiyetinden dolayı titanyum için geliştirilen özel döküm makinelerinin içindeki döküm odacıklarının argon gazı ile yıkanması gerekmektedir.^{24,39} Titanyumun dökümünde kullanılan revetmanda önemli bir yer tutmaktadır. Titanyumun oksijene karşı yüksek hassasiyeti revetmanı oluşturacak maddeleri sınırlı tutmaktadır.³⁹ Bu amaçla ergimiş titanyumu reaksiyonlardan koruyacak ve yüksek sıcaklıklarda döküm dirençli özel revetmanlar geliştirilmiştir.^{9,12,14} Protetik restorasyonlarda kullanılan titanyum var olan döküm sistemlerinin yanısıra dökümü yapılmaksızın değişik yöntemlerde <CAD/CAM(Computer Aided Desing/(Computer Aided Manufacturing), DCS(Digitising Computer System) ve kıvılcım erezyon tekniği (Spark Erosion)> elde edilmektedir.^{19,42,50} Döküm sonucu elde edilmiş titanyumun fiziksel özellikleri dökümü yapılmamış titanyumdan belirgin farklılıklar göstermektedir (Tablo III).

Tablo III. Dökümü yapılmış titanyum ile dökümü yapılmamış titanyumun fiziksel özellikleri.

Kısa İsimleri	Çekme dayanıklılığı R _m (MPa)	Esneme sınırı R _{p 0.2%} (MPa)	Kırıma Esnemesi A 5 (9)	Vickers Sertliği HV 10
Ti 1 (Derece 1)	290-410	180	50	126
Ti 2 (Derece 2)	390-540	250	22	158
Ti 3 (Derece 3)	460-590	320	18	179
Ti 4 (Derece 4)	540-740	390	16	211
Ti 2 (Döküm)	520-690	320	6-15	200-220

Döküm yoluyla elde edilmiş titanyumun döküm işlemi iki ana prensibe dayanmaktadır. Titanyum ya elektriksel ışık kaynağı ya da yüksek frekanslı alanda indüksiyon sistemiyle eritilmektedir.^{12,39} Daha sonra döküm santrifüj ya da vakumlu basınç döküm yöntemi kullanılarak yapılmaktadır. Bugün titanyum için kullanılabilen değişik firmaların ürettiği çeşitli döküm sistemleri bulunmaktadır.⁵⁰ (Tablo IV). Çeşitli yöntemlerle dökümü elde edilen titanyumun modele uyumu oklüzal yüzlerin şekillendirilmesi ve aproksimal temas noktalarının yapımı beklenenin aksine çok kolaydır.⁷

Tablo IV. Bugün kullanılan çeşitli titanyum döküm sistemle-

Sistem	Yapıncı	Eritme Metodu	Döküm tipi
Argoncast® DX	Shofu Inc.	Yüksek frekanslı - Indüksiyon	Vakum-Basınç
Armatronic PC 305	Azahi	Yüksek frekanslı-Indüksiyon	Vakum-Basınç
Castroatic	Iwatani/Dentaurum	Işık Kaynağı	Vakum-Basınç
Cyclarc	J. Macita C.	Işık Kaynağı	Vakum-Basınç
Titanos	Bugo	Yüksek frekanslı-Indüksiyon	Santrifüj
Vacuherm 3,3 Titan	Lian	Yüksek frekanslı-Indüksiyon	Santrifüj
Titaniumer	Ohara Co.	Işık Kaynağı	Santrifüj

Titanyumun Uygulama Alanları

Titanyum protetik diş tedavisinde birçok amaçla kullanılmaktadır.

1. Kor materyali olarak

Kompozit, % 80 titanyum doldurucu ile kullanılıp, minenin 2 katı radyoopasiteye sahip olmaktadır. Titanyum poli- metakrilat kompozitler radyoopak özelliklerinden dolayı kompozit kor materyali olarak kullanılmaktadır.³⁰

2. Döküm restorasyonlarda

a) *Sabit Protezlerde:* Titanyum, hafif, sert, korozyona dirençli, biyolojik olarak uyumlu olması nedeni ile kronlarda, sabit parsiyel protez yapımında kullanılmaktadır. Bugün mevcut veneer kompozit sistemleri ile uyumlu şekilde kullanılmaktadır.⁵⁰

b) *İskelet Protezlerde:* İskelet protezlerde kullanılm için en önemli sebepler metalin biyolojik uyumudur. Ayrıca doku hafif, ince protez yapımına olanak sağlamaktadır.⁵⁰

c) *Metal Porselen Restorasyonlarında:* Titanyum metali için metal porselen tekniğinde uygulanan konvansiyonel porselenler kullanılmamaktadır.²⁶⁻²⁸ Titanyumun düşük ısısal genleşme katsayısı ($9.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) ve 882.5°C 'de oluşan yapısal değişimi, özel porselenlerin geliştirilmesini gerekli kılmıştır.^{8,11,14,25,28,36,38,40,45,50} Titanyum porselenlerinin sahip olması gereken iki önemli özelliği mevcuttur.²⁴

I. Düşük ısısal genleşme katsayısı

II. Düşük fırınlama sıcaklığı

Titanyumla uyumlu düşük ısısal genleşme katsayısı cam kısmına lōsit eklenerek artırılması ile elde edilmektedir.^{24,28} SiO₂ cam matriksin düşük ısısal genleşme katsayısına sahip (örn: B₂O₃) ağ yapıcılara karşı sınırlı değişimi, düşük ısısal genleşme katsayısının düşürülmesini sağlamaktadır.⁴⁸ Düşük fırınlama sıcaklığı ise, alüminyum oksit içeriğinin azaltılması ve sodyum oksit, kalsiyum tuzlarının artırılması ile sağlanmaktadır.^{28,50} Ancak, alkali içeriğinin artırılması porselenin çözünürlüğünü yükseltmektedir.⁵⁰ Bugün çeşitli firmalar tarafından hazırlanmış özel titanyum porselenleri mevcuttur.^{20,39} Yüksek ısılarda titanyum üzerindeki TiO₂ tabakası kalınlaşmakta ve titanyum porselen bağlantısı zayıflamaktadır. Titanyum-porselen bağlantı kuvveti, oksit tabakasından etkilenmektedir. Yüksek ısılarda titanyum azalırken, TiO₂'de artma olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle degassing işlemi, titanyum porselen restorasyonları için uygun değildir.²¹ Araştırmacılar, porselen ısısının düşürülmesinin aşırı TiO₂ oluşumunu azaltacağını ve bu nedenle ısısal genleşme katsayısı titanyumla uyumlu düşük ısı porselenlerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.²²

3. İmplantlarda

Titanyum oldukça yaygın olarak kullanılan metalik implant materyalidir.⁵⁰ yüzeyde oluşan oksit film, metali agresif vücut sıvılarını da içeren kimyasal ataklardan korumaktadır. Titanyum dokuda inerttir. Doku ile ilişkili olan oksit tabakası çözünmez. Özellikle organik moleküllerle reaksiyona girebilecek iyon ayrılımı söz konusu değildir. Titanyum iyi mekanik özelliklere sahiptir ve kortikal kemik ve dentinden daha güçlüdür. Bu da implantın ince bir formda olmasını sağlamaktadır.⁴⁵ Özellikle implantolojideki gelişmeler yaygın olarak kullanıma geçmesine ve geliştirilmesine neden olmuştur.

Ancak titanyum metalinin gerek protetik restorasyonlarda yeni kullanılmaya başlanması gerekse materyallerin çeşitli çalışma zorluklarına sahip olması bu materyal ile ilgili daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akagi K, Okamoto Y, Matsuura T, Horibe T. Properties of test metal ceramic titanium alloys. *J Prosthet Dent* 1992; 68(3): 462-67.
2. Augthun M, Strubenrauch J, Sahn PR. Untersuchungen zur oberflächenbeschaffenheit von Gegossenem Titan, *Dtsch. Zahnärztl Z*, 1992; 47(8): 505-7.
3. Avcı M. Metal destekli porselen restorasyonlarda kullanılan kıymetsiz metal alaşımları. *A Ü Dışhek Fak Derg* 1990; 17(1): 145-50.
4. Bertolotti RF. Calculation of interfacial stress in porcelain-fused to metal systems. *J Dent Res* 1980; 59(11): 1972-77.
5. Bessing C, Bergmann M. The castability of unalloyed titanium in three different casting machines. *Swed Dent J* 1992; 16: 109-13.
6. Blackman R, Barght N, Tran C. Dimensional changes in casting titanium removable partial denture frameworks. *J Prosthet Dent* 1991; 65(2): 309-15.
7. Borgstedt Th. Eine neue technologie zur herstellung von kronen und brücken aus titan. *Dental Labor* 1991; 9: 1205-10.
8. Brauner H. Titan als dentalwerkstoff-eine standartbestimmung. *Quintessenz Zahntech* 1992; 18(1): 221-39.
9. Brauner H. Zur randschichtaufhärtungen titanwerkstoffen durch unterschiedliche formstoffe und einbettmassen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1992; 47(8): 511-15.
10. Chernlin JH, Moser JB, Taira M, Greener EH. Cu-Ti, Co-Ti and Ni-Ti system: Corrosion and microhardness. *J Oral Rehabil* 1990; 17: 383-93.
11. Derand T, Hero H. Bond strength of porcelain on cast vs.wrought titanium. *Scand J Dent Res* 1992; 100: 184-88.
12. Geis-Gerstdorfer J, Weber H, Simonis A, Eckhardt M, Haselberger D. Der Titanguss mit dem titanuer. Die Gusstechnik ist noch nicht voll ausgereift. *Dental Labor* 1989; 12: 1789-92.
13. Geis-Gerstdorfer J, Weber H, Simonis A, Eckhardt M, Haselberger D. Zugfestigkeit von plasma und lasergeschweisstem gegossenen Titan. *Dtsch. Zahnärztl Z* 1990; 45(9): 545-47.
14. Hegenbarth EA. Titan und Keramik Forstschritt oder Kompromiss?(I), *Quintessenz Zahntech* 1991; 17(1): 39-46.
15. Hegenbarth EA. Titan und Keramik Forstschritt oder Kompromiss?(II), *Quintessenz Zahntech* 1991; 17(2): 177-86.
16. Hero H, Syverud M, Waarh M. Mold filing and porosity in casting of titanium. *Dent Mater J* 1993;9: 15-18.
17. Hruska AR. Intraoral welding of pure titanium. *Quintessenz Int* 1987; 18(10): 683-88.
18. Hruska AR, Borelli P. Quality criteria for pure titanium casting, laboratory soldering, intraoral welding and device to aid in making uncontaminated casting. *J Prosthet Dent* 1991; 66(4): 561-65.
19. Jungo M. Titan in der zahnmedizin, Schweiz, *Monatschr Zahnmed* 1994; 104(5): 660-61.
20. Kappert HF. Titan als Werkstoff für die Zahnärztliche Prothetik und Implantologie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1994; 49(8): 573-83.
21. Kimura H, Horng CJ, Okazaki M, Takahashi J. Oxidation effects on porcelain-titanium interface reactions and bond strength. *Dent Mater J* 1990; 9(1): 91-99.
22. Kimura H, Horng CJ, Okazaki M, Takahashi J. Thermal compatability of titanium porcelain system. *J Osaka Univ Dent Sch* 1990; 30: 43-52.
23. Klinger E, Böning K, Walter M. Titanguss-Formfüllungsvermögen und passgenauigkeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991; 46: 743-47.
24. Küpper H. Reintitan: Materialeigenschaften und verarbeitungstechnologien eines dentalmetalles. *Die Quintessenz* 1989; 9: 1625-36.
25. Küpper H. Titanprothetik: Beispiele für die klinische Anwendung von Reintitan. *Die Quintessenz* 1989; 10: 1823-37.
26. Küpper H, Marx R. Röntgentransparenz von titan und früberkennungen von sekundärkaries. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983; 48(3): 174-76.
27. Küpper H, Marx R. Untersuchungen zur Haftfestigkeit-verschiedener titankeramischer grundmassen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991; 46(4): 300-2.
28. Marx R, Maass M, Vogelsang P. Bruchzähigkeit und hydrolysebeständigkeit keramischer massen für die titanverblendung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992; 47(8): 516-21.
29. Matsumara H, Sueyoshi M, Atsuta M. Radioopacity and physical properties of titanium polymethacrylate composite. *J Dent Res* 1992; 71(1): 2-6.
30. Mc Lean JW. The science and art of dental ceramics. Vol I, Quintessence Publishing Co Inc Chicago 1979.

31. Mc Lean JW. Dental ceramics proceeding of the first international symposium on ceramics. Quintessence Publishing Co Inc Chicago 1983.
32. Moffa JP, Lugassy AA, Guckes AD, Gettleman L. An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I. Physical Properties. J Prosthet Dent 1973; 30(4): 424-31.
34. Moormann A. Vergleichende Untersuchungen zum titan keramik verbund. ZWR 1994; 103(2): 86-89.
35. Pässler K. Titan in der Zahnärztlichen Prothetik. Quintessenz Zahntech 1993; 3: 10-16.
36. Pässler K, Bestelmeyer F, Ohnmacht P, Sernetz F. Einflüsse auf die qualitat und eigenschaften von dentalen titangüssen. Dental Labor 1991; 6: 1-7.
37. Pässler K, Mann E. Der Dentale gitanguss-grundlagen, technologie und werstoffkundliche bewertung. Quintessenz Zahntech 1991; 17(6): 717-26.
38. Peters D, Marx R. Titan in der klebebrückentechnik: Adhäsiv-Metall verbund. ZWR 1989; 98(11): 966-74.
39. Pröbster L, Geis-Gerstorfer J, Simonis A, Setz J, Weber H. Titan zum gegenwärtigen stand eines neuen dentalwerkstoffs. Dental Labor 1991; 8: 1073-78.
40. Reppel PD, Walter MH, Böning K. Metallkeramischer zahnersatz aus titan. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47(8): 524-26.
41. Roggensack M, Walter MH, Bönning KW. Studies on laser and plasma welded titanium. Dent Mater J 1993; 9: 104-7.
42. Schlegel KA, Tavor A. Das DCS titan system. Ein neuer weg in der kronentechnik. Die Quintessenz 1991; 3: 461-68.
43. Schroeder A, Sutter F, Krekeler G. Oral: Implantology basics ITI hollow cylinder system. Thieme Medical Publishers Inc New York 1991.
44. Sommer M Ch, Schwickerath H, Marx R, Witt G. Mechanische festigkeit von keramiken für die verblendung von titanrestorationen. Dtsch Zahnärztl Z 1991; 46(11): 746-49.
45. Sommer M Ch, Pfeiffer P, Kasper HU. Löslichkeit von gegossenem und gefrästem bzw. funkenrodiertem reinitan in korrosionslösungen. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47(8): 528-32.
46. Tesch U, Sanding SC, Mann E. "Metallische werkstoffe in der zahnärztlichen Prothetik" Ein Symposium in Erfurt. Die Quintessenz 1993; 44: 373-80.
47. Thelma P, Micheal P. Der Einsatz von titan in der täglichen praxis. Quintessenz Zahntech 1992; 18: 441-48.
48. Tinschert S, Marx R, Gussone R. Struktur von keramiken für die titanverblendung. Dtsch Zahnärztl Z 1995; 50: 31-34.
49. Weber H. Technologie und fortschritt in der zahnärztlichen Prothetik und werkstoffunde. Dtsch Zahnärztl Z 1989; 44(8): 572-78.
50. Weber H, Pröbster L, Gies-Gerstorfer J. Titan als prothetischer werkstoff. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47(8): 473-81.
51. Wirz J. Titan-Ein werkstoff der modernen prothetik. Die Quintessenz 1994; 45(5): 731-39.
52. Zwicker U. Titan und titanlegierungen. Springer Verlag Berlin 1974.

Yazışma Adresi: _____ :

Dr. Handan YILMAZ
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
82.Sok.8.cad
Emek/ANKARA