

Dental implantlarda kullanılan dayanak materyallerinin biyolojik, mekanik ve estetik açıdan değerlendirilmesi

Biological, mechanical and aesthetic evaluation of abutment materials used in dental implants

Ulviye Seda Gül¹, Tayfun Bilgin²

ÖZET

Dental implantlar, protetik diş tedavisinde öncelikli bir tedavi seçeneği haline gelmiştir. Bu nedenle tedavinin başarısını artırmak adına dental implantlar ve parçaları ile ilgili gelişmeler devam etmektedir. İmplant dayanakları, protetik yapıyı destekleyen ve implanta çeşitli bağlantı mekanizmaları ile bağlanan bir implant parçasıdır. Dayanakların yapıldığı materyallerin; tedavinin biyolojik, mekanik ve estetik başarısı üzerine etkileri olduğu düşünülmektedir. Günümüzde dayanak materyali olarak sıklıkla titanyum tercih edilir. Biyouyumlu ve dirençli bir materyal olan titanyumun çeşitli dezavantajları mevcuttur. Seramik ve polimer materyallerin ise çeşitli açılardan titanyuma alternatif olduğu düşünülür. Bu derlemenin amacı farklı dayanak materyallerini biyolojik, mekanik ve estetik açıdan kıyaslayarak doğru endikasyonda doğru dayanak seçimine yardımcı olmaktır.

Anahtar kelimeler

Dental İmplant, Dayanak Materyalleri, Titanyum, Zirkonya, Peek.

ABSTRACT

Dental implants have become a primary treatment option in prosthetic dentistry. Thus, developments regarding dental implants and parts continue in order to increase the success of the treatment. Implant abutment is an implant part that supports the prosthetic structure and is connected to the implant by various attachment mechanisms. It is thought that the materials from which the abutments are made has varying effects on the biological, mechanical and aesthetic success of the treatment. Frequently, titanium is preferred as the abutment material. However; titanium, a biocompatible and resistant material, has several disadvantages. Ceramic and polymer materials are considered to be alternatives to titanium in various respects. The aim of this review is to help the selection of the right abutment in the right indication by comparing different abutment materials in terms of biological, mechanical and aesthetic.

Key words

Dental Implant, Abutment Materials, Titanium, Zirconia, Peek.

1- Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., İstanbul 2- Prof. Dr. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., İstanbul

Günümüzde diş eksiklikleri yaygın olarak dental implant destekli protezlerle rehabilite edilmektedir. İmplantlar; kemik içinde kalan ve kemiğe osseointegre olan parça (gövde) ile ağız dışında kalan, dayanak olarak adlandırılan parça olmak üzere iki temel bölümden oluşur (1). Dayanak; implant ve protez arasında yer alan, protezi destekleyen, proteze tutuculuk sağlayan, anti-rotasyon ve konumlandırmada rol oynayan ara yapıdır.

Dayanak, implant çevresindeki yumuşak ve sert dokuyu etkileyebilir (2). Klinik uygulamada metal ve seramik dayanaklar yaygın olarak kullanılır (3). Metal dayanaklar yüksek mukavemete sahiptir, ancak implant çevresindeki mukozada renk değişikliğine neden olarak nihai restorasyonun estetiğini olumsuz etkileyebilir (4). Seramik dayanaklar; doğal diş daha yakın bir renge sahiptir, ancak bunların mukavemeti metal dayanıklara göre daha düşüktür (5). Geçmiş sistematik derlemeler ve meta-analizler, farklı dayanak malzemelerinin, implant destekli tek kuronların sağkalımı ve komplikasyonları üzerindeki etkilerini göstermiştir (6–10).

Dayanak Yapımında Kullanılan Materyaller

1. Titanyum

Titanyum; düşük elastik modülüne ve ağırlığa, yüksek korozyon direnci ve biyolojik uyuma sahip bir metaldir. Bu özelliklerinden dolayı dental implant ve parçalarının yapımında saf olarak ya da alaşım halinde en çok kullanılan materyaldir (11). Titanyum dayanaklar (Resim 1), implant destekli kuronlar için güvenilir ve biyolojik açıdan uyumlu alt yapılar sağlama-sına rağmen titanyumun koyu rengi, özellikle anterior bölgede ince mukozadan gri bir yansı-maya sebep olabilir (Resim 2) (12). Materyalin diğer bir olumsuz özelliği ise titanyumun tükürük ve florür ile temasından sonra galvanik reaksiyonlara neden olabilmesidir (13).

2. Seramik

Dental materyallerdeki ilerlemeler sayesinde yüksek estetiğe ve biyouyumluluğa sa-



Resim 1:
Titanyum dayanaklar.

hip seramik materyallerin kullanımı artmıştır. İmplantoloji alanında yaygın olarak kullanılan titanyum dayanaklar, implant seviyesi yüzeye yakın olduğunda veya mukozanın kalınlığı 2,5 mm'den az olduğunda diş etinden gri yansıma yapmaktadır. Seramik dayanaklar mukozada gri yansıma yapmaz, böylece daha estetik bir görünüm ortaya çıkar (14). Ayrıca seramik dayanaklarda titanyum dayanaklara kıyasla daha az bakteri tutulumu görülür. Ancak seramik dayanaklar, kırılma yapıcıdır ve gerilme kuvvetlerine karşı dirençsizdir (15). Dayanak yapımında tercih edilen seramik materyaller; zirkonya, lityum disilikat ve alüminyum oksit (alümina).

Zirkonyum doğada serbest halde bulunmaz, zirkonyum mineralleri şeklinde bulunur. Zirkonyumun bilinen mineralleri zirkon ($ZrSiO_4$) ve (ZrO_2) zirkonyadır. Saf zirkonya üç allotropik formda bulunur (monoklinik, tetragonal, kübik). Tetragonal faz, 1170 ile 2370 °C arasında stabildir (16). Zirkonyanın oda sıcaklığında tetragonal fazda bulunması istenir (17). Tetragonal taneciklerin oda sıcaklığında stabil olabilmeleri için yapılarına metal oksitler ilave edilmektedir (17, 18). Tetragonal yapıdaki zirkonya taneciklerine baskı kuvveti uygulandığında; tetragonal faz, baskı neticesinde daha hacimli bir hal olan monoklinik faza geçiş yapar. Faz dönüşümü sırasında kristallerde yaklaşık %3-5 oranında oluşan hacim artışı yapı içerisinde var olan çatlakların uçlarında baskı gerilimleri meydana getirir. Oluşan baskı gerilimleri, materyal içerisindeki çatlakların ilerlemesine engel olarak materyalin direncini artırır (19, 20). Zirkonya esaslı seramiklerin diğer seramiklere kıyasla daha yüksek kırılma

direnci göstermesi, dönüşüm tokluğu adı verilen bu özelliğine bağlıdır (20).

Zirkonya dayanaklar kolede metalik yansıma yapmaz. Böylece marjinler supragingival olarak bitirilebilir ve bunun neticesinde siman artıkları kolayca temizlenebilir. Radyoopak bir materyal olduğu için radyolojik olarak rahatlıkla değerlendirilebilir. Ancak titanyum dayanaklardan daha düşük bir dayanıklılığa sahiptir ve daha pahalıdır (21).

Lityum disilikat, iyi mekanik özelliklere ve yüksek translusentliğe sahip bir cam seramiktir. Translulentlik özelliği sayesinde, bilhassa ince diş eti biyotipine sahip hastalarda estetik sebeplerle tercih edilen zirkonya dayanaklara bir alternatif olabilir (22).

3. Polimerler

Diş hekimliğindeki seramikler; yüksek biyouyumluluk, düşük plak birikimi ve doğal görünüm gibi avantajlarının yanında metallerle göre daha düşük bükülme ve gerilme mukavemeti göstermek gibi dezavantajlara sahiptir. Son yıllarda seramiklere alternatif olarak polimerlerin diş hekimliğindeki kullanım alanları genişlemiştir (23). Poliarileterketonlar (PAEK), yüksek sıcaklık stabilitesine ve mekanik dirence sahip yarı kristalin termoplastik bir polimer ailesidir (24). Farklı keton içerikli polietereterketon (PEEK), polieterketon (PEK) ve polieterketonketon (PEKK) gibi farklı PAEK tipleri bulunmaktadır (25).

PEEK'in, kimyasal direnci ve mekanik özellikleri iyidir. Konsantre sülfürik asit dışındaki pek çok maddeye karşı dirençlidir (26). Liberman ve ark. (27) PEEK, polimetilmetakrilat (PMMA) ve kompozit reçineyi karşılaştıran in vitro araştırmalarında; PEEK'in en düşük çözünürlük ve su absorpsiyon değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. PEEK biyouyumlu bir malzemedir (28). Radyolusenttir, manyetik rezonans görüntüleme artefaktlarını azaltır (29). Belirtilen kimyasal, mekanik ve fiziksel özelliklerinden dolayı PEEK, diş hekimliğinde sabit ve hareketli protezlerin yapımında kullanılmaktadır. Bej tonlarındaki rengi ile dayanak materyali olarak tercih edildiğinde titanyum-

dan daha estetik bir görünüme yol açacağı düşünülmektedir.

Dayanak üretiminde kullanılan çeşitli materyaller uygun endikasyonda uygun dayanak seçebilmek adına çeşitli çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde dayanak materyallerinin biyolojik, mekanik ve estetik yönden kıyaslandığı görülmüştür.

1- Biyolojik Değerlendirme

İmplantlarla ilgili biyolojik komplikasyonların prevalansı, implantların yaygınlaşan kullanımıyla birlikte artmaktadır. Peri-implant mukozitis, sık karşılaşılan bir biyolojik komplikasyondur (30, 31) ve tüm implant bölgelerinin %50'sinde görülür (32). İmplantlarla ilgili biyolojik komplikasyonlar genellikle implant çevresindeki yumuşak dokuda başlar ve ilerleyerek sert dokuyu da etkileyebilir. Transmukozal dayanaklar hem bağ doku hem de peri-implant yumuşak doku epiteli ile doğrudan temas halindedir. Bu nedenle; dayanak materyali ile peri-implant yumuşak doku arasındaki etkileşim, peri-implant mukozitis gibi durumlara yol açabilir (33, 34).

Linkevicius ve arkadaşları (ark.) (7), yaptıkları derleme ile titanyum dayanaklar ile altın alaşımı, zirkonyum oksit veya alüminyum oksit dayanaklar arasında peri-implant doku stabilitesi açısından bir fark olup olmadığını değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucu, titanyum dayanakların diğer dayanaklara kıyasla daha yüksek bir kemik seviyesi sağlamadığını ortaya koymuştur. Sanz-Sánchez ve ark. (10); dayanak materyallerinin, peri-implant sert dokuların stabilitesi ve sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmalarının sonucu, farklı dayanak materyallerinin titanyum ile karşılaştırıldığında kemik kaybı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ve prospektif çalışmalarda marjinal kemik seviyelerinin sabit kaldığını göstermiştir. Buna karşılık; titanyum dayanaklar, zirkonya dayanaklara kıyasla zaman içinde artan sondalamada kanama değerleri ile daha yüksek inflamatuvar yanıt göstermiştir.

İmplant destekli restorasyonlarda biyofilm birikimi özellikle implant ve dayanağın birleş-



Resim 2:
Mukozada renkleşme.

tiği ara yüzde gerçekleşir. "İmplant-dayanak ara yüzü" adı verilen kısımdaki mikro boşluklar, bakteri rezervuarı görevi görür ve bakteri hücrelerinin ve toksinlerin içeri ve dışarı sızmasına izin verir (35). Bu bağlamda, mikrobiyal kolonizasyonu en aza indiren bir dayanak materyali, peri-implant hastalıkları önlemede önemli bir rol oynayabilir. Del Rey ve ark (36), klinik ve in situ koşullarda titanyum veya titanyum alaşımlarına alternatif olan dayanak materyallerinde (politetrafloroetilen, altın alaşımı, altın-platin alaşımı, kobalt-krom, alümina ve zirkonya) oral biyofilm oluşumuna ilişkin mevcut literatürü derlemiştir. Oral koşullarda titanyum ve alaşımlarına alternatif olan dayanak materyallerinde oluşan biyofilmlle ilgili mikrobiyolojik farklılıkların varlığını destekleyen yeterli kanıt bulunamamıştır. Mishra ve ark. (37), mikrosızıntı karşısında farklı implant bağlantılarını ve dayanak materyallerini değerlendirerek bir derleme yapmıştır. Derleme sonucunda zirkonya dayanakların titanyum dayanaklardan daha fazla mikrosızıntıya sebep olduğu ve bunların kullanımının yalnızca çok yüksek estetik talebin olduğu vakalarla sınırlandırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. De Pascalis (38), peri-implant yumuşak dokularla hermetik bir mukoza sızdırmazlığı elde

etmek için BioHPP hibrit dayanakları (seramik nanopartiküller ile güçlendirilmiş PEEK) kullanarak bir çalışma yapmıştır. On implant üzerinde yapılan klinik değerlendirmede, güçlendirilmiş PEEK dayanakların peri-implant dokularla iyi bir şekilde bütünleştiği, sağlıklı ve plaksız olduğu gösterilmiştir. Ayrıca sondalamada kanama gözlenmemiştir.

Prosedürlerinin basitliği nedeniyle sıklıkla tercih edilen simante implant destekli restorasyonlar; artık siman problemi ile biyofilm oluşumunu arttırır ve periimplant mukozitis, periimplantitis ve hatta implant kaybına neden olabilir (39). Kuang-Wei Hsu ve ark (40), bireysel zirkonya ve bir mm subgingival kenar boşluğuna sahip bireysel titanyum dayanakları artık siman miktarı açısından karşılaştırmıştır. Çalışmanın neticesinde kullanılan dayanak materyali veya siman tipinden bağımsız olarak, dayanak-kuron düzeneği çevresinde benzer miktarda subgingival artık siman kaydedilmiştir.

2- Mekanik Değerlendirmeler

Dental implantların ve komponentlerinin biyouyumluluk ve mekanik dayanıklılık açı-

sından çeşitli ön koşulları karşılaması gerekir. Mekanik özellikler arasında; kırılma mukavemeti veya başka bir deyişle yük taşıma kapasitesi, implant bileşenleri için en önemli özelliklerden biri olarak kabul edilir (41).

Coray R ve ark (42), döngüsel yüklemekten sonra farklı dayanak ve dayanak bağlantı tiplerinin kırılma mukavemetini karşılaştırmıştır. Titanyum ($508.9 \pm 334.6N$) ve zirkonya dayanakların ($698.6 \pm 452.6N$) ortalama kırılma dayanımları döngüsel yüklemekten sonra anlamlı bir fark göstermemiştir. Tüm dayanak türlerinin ortalama kırılma mukavemeti, yüklemeye döngüsü sayısı 1.000.000'u aştığında önemli ölçüde azalmıştır. Foong JK ve ark (43), in vitro döngüsel yüklemeye internal bağlantılı titanyum ve zirkonya dayanakların kırılma direncini değerlendirmiştir. Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde; tek parçalı zirkonya dayanaklar, titanyum dayanaklardan önemli ölçüde daha düşük kırılma direnci sergilemiştir. Vechiato-Filho AJ ve ark. (44), posterior bölgede tek üye implant destekli kuronlar için zirkonya dayanakların sağkalım oranının titanyum dayanaklara benzer olup olmadığını değerlendirmiştir. Zirkonya dayanakların mekanik ve biyolojik açıdan kısa vadeli sonuçları titanyum dayanaklara benzer olarak bulunmuştur.

Ghazal-Maghras (45), yaptığı derleme ile PEEK dayanakların, titanyum dayanakların yerine geçecek yeterli biyomekanik gereksinimlere sahip olmadığını göstermiştir. Ancak özellikle ön bölgeye yerleştirildiğinde alternatif ve geçici bir materyal olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Türksayar ve ark (46), cam-seramik kuronlarla restore edilen zirkonya, güçlendirilmiş PEEK ve PEKK dayanakların termomekanik yaşlanma sonrası kırılma direncini incelemiştir. PEKK dayanakların ($541,90 \pm 68,49 N$) kırılma direnci, zirkonya ($780,65 \pm 105,77 N$) ve güçlendirilmiş PEEK ($741,09 \pm 99,84 N$) dayanaklardan anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Tüm dayanak çeşitleri, anterior bölgedeki fizyolojik oklüzal kuvvetlere dayanmıştır. Ghodsi ve ark. (47), Titanyum kaide (Ti-base) ile desteklenen zirkonya ve seramik güçlendirilmiş PEEK dayanaklardan yapılan restorasyonların

kırılma direncini ve tork kaybını karşılaştırmıştır. Ti-base'li PEEK ve zirkonya dayanakların üzerine kompozit reçine veya feldspatik porselenden restorasyonlar yapılmıştır. Tüm numuneler yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Zirkonya restorasyonların kırılma direnci, PEEK restorasyonlardan önemli ölçüde daha yüksek olsa da seramik güçlendirilmiş PEEK dayanakların kırılmaya karşı kabul edilebilir bir dirence sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Elsayed ve ark. (48), titanyum, zirkonya ve seramik güçlendirilmiş PEEK dayanakları 1.200.000'lik termal döngüde 98 N dinamik yüke tabi tutulmuştur. Tüm numuneler 1.200.000 döngüye dayanmıştır. Kuron malzemesinden bağımsız olarak, zirkonya dayanaklar en yüksek değerleri göstermiştir, bunu titanyum ve ardından seramik güçlendirilmiş PEEK izlemiştir. Bununla birlikte, dayanak olarak seramik güçlendirilmiş PEEK dahi molar bölgede kaydedilmiş maksimum fizyolojik çiğneme kuvvetlerinden (900 N) daha yüksek ortalama kırılma mukavemeti yükleri göstermiştir.

3- Estetik

Linkevicius ve ark. (6), dayanak materyali olarak zirkonya veya titanyumun peri-implant yumuşak dokular üzerindeki etkisine ilişkin araştırmaları analiz etmiştir. Araştırmanın sonucunda, titanyum veya zirkonya dayanakların birbirlerine göre bariz bir avantajı olmadığına ulaşılmıştır. Ancak zirkonya dayanaklardaki peri-implant mukozanın renk tepkisi ve PES skoru ile ölçülen estetik sonuç daha iyidir.

Vazouras ve ark. (49), dayanak materyalinin yumuşak doku kalınlığının implant çevresindeki yumuşak doku rengi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Her katılımcı için gri titanyum, pembe anodize titanyum ve hibrit zirkonya bireysel dayanaklar üretilmiştir. Diş ve implant çevresindeki yumuşak dokular arasındaki renk farkı, doku kalınlığına bakılmaksızın tüm gruplarda anlamlı bulunmuştur. Hibrit zirkonya dayanakların renk farkı az bulunmuştur, bunu pembe anodize titanyum ve gri titanyum izlemiştir. Bir yıllık takipte zirkonya ve pembe anodize dayanaklar arasında hasta

memnuniyeti açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Pembe anodize dayanakların mekanik olarak zorlu durumlarda zirkonya hibrit dayanaklara iyi bir estetik alternatif sunabileceği düşünülmüştür.

Diken Türksayar ve ark. (50), farklı dayanak materyalleri kullanıldığında termomekanik yaşlandırmanın dayanak renk değişikliği üzerine olan etkisini incelemiştir. Çalışmada; zirkonya, modifiye PEEK (MPEEK) ve PEKK dayanaklar kullanılmıştır. Numuneler daha sonra beş yıllık klinik kullanıma eşdeğer termomekanik yaşlandırma sürecine tabi tutulmuştur. Yaşlandırma sürecinden sonra, yüksek polimer dayanaklar zirkonyaya göre daha az renk değişimine neden olmuştur. Bu nedenle anterior bölgede estetik olarak tatmin edici sonuçlar alınabileceği sonucuna varılmıştır.

Sonuç

PEEK'in ön bölge dışında nihai dayanak materyali olarak kullanılabilmesi için daha çok veriye ihtiyaç vardır; ancak güçlendirilmiş PEEK çeşitleri bu açıdan umut vericidir. Materyallerin biyolojik ve estetik açıdan bariz farkları görülmesi de zirkonya, titanyuma kıyasla daha estetik sonuçlar vermektedir.

Kaynaklar

- Misch CE. Generic root form terminology. İçinde: Misch CE, editör. *Dental Implant Prosthetics*. St. Louis: Mosby; 2005. pp. 32-42.
- Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Apr;28(4):443-452. doi: 10.1111/clr.12818. Epub 2016 Mar 25. PMID: 27016157.
- Lops D, Stellini E, Sbricoli L, Cea N, Romeo E, Bressan E. Influence of abutment material on peri-implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: a multicentric prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Oct;28(10):1263-1268. doi: 10.1111/clr.12952. Epub 2016 Oct 3. PMID: 27699895.
- Tan PL, Dunne JT Jr. An esthetic comparison of a metal ceramic crown and cast metal abutment with an all-ceramic crown and zirconia abutment: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2004 Mar;91(3):215-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2003.12.024. PMID: 15060488.
- Martin WC, Pollini A, Morton D. The influence of restorative procedures on esthetic outcomes in implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:142-54. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g3.1. PMID: 24660196.
- Linkevicius T, Vaitelis J. The effect of zirconia or titanium as abutment material on soft peri-implant tissues: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Sep;26 Suppl 11:139-47. doi: 10.1111/clr.12631. Epub 2015 Jun 13. PMID: 26073346.
- Linkevicius T, Apse P. Influence of abutment material on stability of peri-implant tissues: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 May-Jun;23(3):449-56. PMID: 18700367.
- Cai H, Chen J, Li C, Wang J, Wan Q, Liang X. Quantitative discoloration assessment of peri-implant soft tissue around zirconia and other abutments with different colours: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2018 Mar;70:110-117. doi: 10.1016/j.jdent.2018.01.003. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29371043.
- Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20 Suppl 4:4-31. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01787.x. PMID: 19663946.
- Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Carrillo de Albornoz A, Figuero E, Sanz M. Biological effect of the abutment material on the stability of peri-implant marginal bone levels: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Oct;29 Suppl 18:124-144. doi: 10.1111/clr.13293. Epub 2018 Jun 15. PMID: 29907973.
- Lautenschlager EP, Monaghan P. Titanium and titanium alloys as dental materials. *International dental journal.* 1993;43 (3):245-53.
- Truninger TC, Stawarczyk B, Leutert CR, Sailer TR, Hämmerle CH, Sailer I. Bending moments of zirconia and titanium abutments with internal and external implant-abutment connections after aging and chewing simulation. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Jan;23(1):12-8. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02141.x. Epub 2011 Mar 28. PMID: 21443610.
- Mellado-Valero A, Muñoz AI, Pina VG, Sola-Ruiz MF. Electrochemical Behaviour and Galvanic Effects of Titanium Implants Coupled to Metallic Suprastructures in Artificial Saliva. *Materials (Basel).* 2018 Jan 22;11(1):171. doi: 10.3390/ma11010171. PMID: 29361767; PMCID: PMC5793669.
- Hermann JS, Cochran DL, Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD. Biologic Width around one-and two-piece titanium implants: A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clinical oral implants research.* 2001;12 (6):559-71.
- Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Lindén U, Bergström C, et al. Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.* 1999;14 (5):639-45.
- Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural

- ceramic: an overview. *Dent Mater* 2008;24:289-98
17. Christel P, Meunier A, Dorlot JM, Crolet JM, et al. Biomechanical compatibility and design of ceramic implants for orthopedic surgery. *Bioceram-ics: material characteristics versus in vivo behavior*. *Ann NY Acad Sci* 1988;523: 234-5
 18. Goff JP, Hayes W, Hull S, Hutchings MT, Clausen KN. Defect structure of yttria-stabilized zirconia and its influence on the ionic conductivity at elevated temperatures. *Phys Rev B* 1999;59:142-52
 19. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomater* 1999;20:1-25.
 20. Tinschert J, Zwez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *J Dent* 2000;28:529-35.
 21. Yildirim M, Fischer H, Marx R, Edelhoff D. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;90 (4):325-31.
 22. Lin WS, Harris BT, Zandinejad A, Martin WC, Morton D. Use of prefabricated titanium abutments and customized anatomic lithium disilicate structures for cement-retained implant restorations in the esthetic zone. *J Prosthet Dent*. 2014 Mar;111(3):181-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.013. Epub 2013 Dec 18. PMID: 24360007.
 23. Kewekordes T, Wille S, Kern M. Wear of polyetherketoneketones - Influence of titanium dioxide content and antagonistic material. *Dent Mater*. 2018 Mar;34(3):560-567. doi: 10.1016/j.dental.2017.12.009. Epub 2018 Jan 17. PMID: 29373134.
 24. Elmougy A, Schiemann AM, Wood D, Pollington S, Martin N. Characterisation of machinable structural polymers in restorative dentistry. *Dent Mater*. 2018 Oct;34(10):1509-1517. doi: 10.1016/j.dental.2018.06.007. Epub 2018 Jul 20. PMID: 30037500.
 25. Sakihara M, Taira Y, Sawase T. Effects of sulfuric and vinyl sulfonic acid etchants on bond strength of resin composite to polyetherketoneketone. *Odontology*. 2019 Apr;107(2):158-164. doi: 10.1007/s10266-018-0375-0. Epub 2018 Jul 5. PMID: 29978283.
 26. Ma R, Tang T. Current strategies to improve the bioactivity of PEEK. *International journal of molecular sciences*. 2014;15(4):5426-45.
 27. Liebermann A, Wimmer T, Schmidlin PR, Scherer H, Löffler P, Roos M et al. Physico-mechanical characterization of polyetheretherketone and current esthetic dental CAD/CAM polymers after aging in different storage media. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016;115(3):321-8
 28. Schwitalla A, Muller WD. PEEK Dental Implants: A Review of the literature. *J Oral Implant*. 2013;39:743-749.
 29. Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Glass fiber-reinforced abutments for dental implants. A pilot study. *Clin Oral Implant Res*. 2001;12:174-178.
 30. Donos N, Laurell L, Mardas N. Hierarchical decisions on teeth vs. implants in the periodontitis-susceptible patient: the modern dilemma. *Periodontol* 2000. 2012;59(1):89-110.
 31. Lindhe J, Meyle J. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology; Group D of European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol*. 2008;35(Suppl 8):282-5. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01283.x.
 32. Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. *J Clin Periodontol*. 2008;35(Suppl 8):286-91. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01274.x.
 33. Abrahamsson I, Berglundh T, Glantz PO, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol*. 1998;25(9):721-7. doi: 10.1111/j.1600-051X.1998.tb02513.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 34. Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(7):635-41. [PubMed] [Google Scholar]
 35. Tallarico M, Canullo L, Caneva M, Özcan M. Microbial colonization at the implant-abutment interface and its possible influence on peri-implantitis: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res* 2017;61:233-241.
 36. Del Rey YC, Parize H, Pedrazzi V, Dos Reis AC, do Nascimento C. Clinical and In Situ Oral Biofilm Formation on Dental Implant Abutment Materials: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2022 Jul-Aug;37(4):639-652. doi: 10.11607/jomi.9352. PMID: 35904820.
 37. Mishra SK, Chowdhary R, Kumari S. Microleakage at the Different Implant Abutment Interface: A Systematic Review. *J Clin Diagn Res*. 2017 Jun;11(6):ZE10-ZE15. doi: 10.7860/JCDR/2017/28951.10054. Epub 2017 Jun 1. PMID: 28764310; PMCID: PMC5535497.
 38. De Pascalis F. Soft tissue integration with a hybrid abutment using the "one abutment-one time" therapeutic protocol: case series. *Quintessence Int*. 2022 Jun 20;53(7):590-596. doi: 10.3290/j.qi.b3082565. PMID: 35723484.
 39. Wilson TG Jr. The positive relationship between excess cement and periimplant disease: a prospective clinical endoscopic study. *J Periodontol* 2009;80:1388-92.
 40. Hsu KW, Liang CH, Peng YC, Hsiao CC. Comparison of the residual cement on custom computer-aided design and computer-aided manufacturing titanium and zirconia abutments: A preliminary cohort study. *J Prosthet Dent*. 2022 Oct;128(4):618-624. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.06.013. Epub 2021 Sep 11. PMID: 34521506.
 41. Alqahtani F, Flinton R. Postfatigue fracture resistance of modified prefabricated zirconia implant abutments. *J Prosthet Dent*. 2014 Aug;112(2):299-305. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.08.023. Epub 2014 Jan 23. PMID: 24461943.
 42. Coray R, Zeltner M, Özcan M. Fracture strength of implant abutments after fatigue testing: A systematic review and a meta-analysis. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016 Sep;62:333-346. doi: 10.1016/j.jmbbm.2016.05.011. Epub 2016 May 14. PMID: 27239815.
 43. Foong JK, Judge RB, Palamara JE, Swain MV. Fracture resistance of titanium and zirconia abutments: an in

- vitro study. *J Prosthet Dent.* 2013 May;109(5):304-12. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60306-6. PMID: 23684280.
44. Vechiato-Filho AJ, Pesqueira AA, De Souza GM, dos Santos DM, Pellizzer EP, Goiato MC. Are Zirconia Implant Abutments Safe and Predictable in Posterior Regions? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Prosthodont.* 2016 May-Jun;29(3):233-44. doi: 10.11607/ijp.4349. PMID: 27148982.
45. Ghazal-Maghras R, Vilaplana-Vivo J, Camacho-Alonso F, Martínez-Beneyto Y. Properties of polyetheretherketone (PEEK) implant abutments: A systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2022 Apr 1;14(4):e349-e358. doi: 10.4317/jced.59466. PMID: 35419181; PMCID: PMC9000387
46. Türksayar AAD, Atsü SS. Fracture Resistance of Zirconia, Polyetheretherketone, and Polyetherketoneketone Implant Abutments After Aging. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2021 Mar-Apr;36(2):332-340. doi: 10.11607/jomi.9007. PMID: 33909724.
47. Ghodsi S, Tanous M, Hajimahmoudi M, Mahgoli H. Effect of aging on fracture resistance and torque loss of restorations supported by zirconia and polyetheretherketone abutments: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2021 Mar;125(3):501.e1-501.e6. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.10.013. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33248675.
48. Elsayed A, Yazigi C, Kern M, Chaar MS. Mechanical behavior of nano-hybrid composite in comparison to lithium disilicate as posterior cement-retained implant-supported crowns restoring different abutments. *Dent Mater.* 2021 Aug;37(8):e435-e442. doi: 10.1016/j.dental.2021.03.015. Epub 2021 Apr 17. PMID: 33875247.
49. Vazouras K, Gholami H, Margvelashvili-Malament M, Kim YJ, Finkelman M, Weber HP. An Esthetic Evaluation of Different Abutment Materials in the Anterior Maxilla: A Randomized Controlled Clinical Trial Using a Crossover Design. *J Prosthodont.* 2022 Oct;31(8):673-680. doi: 10.1111/jopr.13520. Epub 2022 May 16. PMID: 35405771.
50. Diken Türksayar AA, Bulut AC, Atsü SS. Evaluation of the Effect of Different Abutment Materials on the Final Color of the Restoration After Aging: An In Vitro Study. *Int J Prosthodont.* 2022 Sep-Oct;35(5):676-683. doi: 10.11607/ijp.7653. PMID: 36511792.

Yazışma Adresi

Doktora Öğrencisi Ulviye Seda Gül

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD., İstanbul

Esentepe Mah. Yıldız Posta Cad.

No: 13 D: 2 Şişli / İstanbul

Tel: 0539 218 78 44

e-posta: usedagul19@gmail.com