

Derleme

Sabit implant destekli protezlerde implant abutment sınıflamaları ve mikro-hareketlilik: kavramsal çerçeve ve klinik yansımalar üzerine derleme

Classifications of implant abutments and micromovement in fixed implant-supported prostheses: a conceptual framework and clinical implications-a review

 Can Hakan Sarıkaya^{*1},  Hakan Terzioğlu²

¹Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliği, Ankara, Türkiye.

Öz

İmplant abutmentleri, sabit implant destekli protezlerde kritik bileşenler olup, implant gövdesi ile nihai protez restorasyonu arasında bir ara yüz işlevi görür. Sınıflandırmaları, bağlantı tipi, malzeme bileşimi, tasarım, tutuculuk mekanizması ve üretim yöntemi gibi faktörlere dayanır. Uygun bir abutment seçimi, protez gereksinimleri, oklüzal kuvvetler, peri-implant doku durumu ve hasta spesifik anatomik özelliklere bağlıdır. Bu sınıflamaların anlaşılması, mekanik stabilite, fonksiyonel uzun ömür ve estetik sonuçların optimize edilmesi için hayati öneme sahiptir, çünkü yanlış abutment seçimi biyomekanik sorunlara, periimplantitis veya protez başarısızlığına yol açabilmektedir. Malzeme ve dijital iş akışlarındaki gelişmeler, implant abutmentlerinin hassasiyetini ve uzun vadeli başarısını artırmaya devam etmektedir. İmplant ile abutment arasındaki mikro-hareketlilik, fonksiyonel yükleme sırasında ara yüzeyde meydana gelen küçük rölatif hareket anlamına gelmektedir. Bu hareket, implant-abutment bağlantı tipi, malzeme özellikleri ve mekanik uyumdan etkilenmekle beraber aşırı mikro-hareketlilik, vida gevşemesi, bağlantı alanında aşınma, mikrobiyal infiltrasyon ve nihayetinde protez başarısızlığına yol açabilmektedir. İnternal bağlantılar, özellikle konik veya Morse taper tasarımları, genellikle daha az mikro-hareketlilik sergilemekte ve eksternal bağlantılara göre daha fazla stabilite sunmaktadır. CAD/CAM teknolojisi ve abutment tasarımındaki gelişmeler, implant-abutment arasındaki bu hareketi minimize etmeyi ve klinik sonuçları iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte implant destekli sabit protezlerin biyolojik entegrasyonunu geliştirmeyi de hedeflemektedir. Keza, mikro- hareketliliğin etkin bir şekilde yönetilmesi, implant destekli sabit protezlerin uzun vadeli başarısının sağlanması ve klinik performansının sürdürülebilirliği açısından kritik bir faktördür.

Anahtar Kelimeler: diş dayanakları, dental implant-dayanak tasarımı, diş implantları, diş protezi, implant destekli

Sorumlu Yazar*: Can Hakan Sarıkaya, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

E-posta: chsarikaya@ankara.edu.tr

Orcid: 0009-0001-5022-3793

Doi: 10.18663/tjcl.1652692

Geliş Tarihi: 06. 03. 2025 Kabul Tarihi: 23.06.2025

Abstract

Aim: Implant abutments are crucial components in fixed implant-supported Protheses, serving as the interface between the implant body and the final prosthetic restoration. Their classification is determined by factors such as connection type, material composition, design, retention mechanism, and manufacturing method. The choice of an appropriate abutment depends on prosthetic requirements, occlusal forces, peri-implant tissue considerations, and patient-specific anatomical features. Understanding these classifications is vital for optimizing the mechanical stability, functional longevity, and aesthetic outcomes, as incorrect abutment selection can lead to biomechanical issues, peri-implantitis, or prosthetic failure. Ongoing advancements in materials and digital workflows continue to enhance the precision and long-term success of implant abutments. Micromovement between the implant and abutment refers to the small relative motion that occurs at the interface during functional loading. This movement is influenced by the implant-abutment connection type, material properties, and mechanical fit. Excessive micromovement can result in complications such as screw loosening, wear at the connection site, microbial infiltration, and eventual prosthetic failure. Internal connections, especially conical or Morse taper designs, typically exhibit less micromovement and offer greater stability compared to external connections. Advances in CAD/CAM technology and implant design have contributed to reducing micromovement, improving clinical outcomes, and enhancing the longevity and biological integration of implant-supported restorations. Managing micromovement effectively is essential for ensuring the long-term success of implant-supported prostheses.

Keywords: dental abutment, dental implant-abutment design, dental implants, dental prosthesis, implant-supported

Giriş

Dental implantların diş hekimliği alanına başarılı bir şekilde entegre edilmesi, tam ve parsiyel dişsizlik durumlarında çiğneme fonksiyonu ve estetik açıdan etkili bir restoratif alternatif sunmuştur. 60 yılı aşkın süredir devam eden kullanımları, çeşitli klinik senaryoların yönetimine yönelik farklı sistem ve yöntemlerin geliştirilmesine öncülük etmiştir. Günümüzde, 80'den fazla implant üreticisinin bulunması ve her bir üreticinin kendine özgü materyal ve tasarım çeşitliliği sunması, diş hekimlerine geniş bir tedavi yelpazesi sağlamaktadır. Bununla birlikte, özellikle karmaşık klinik vakalarda uygun abutment seçimi, diş hekimlerini karar verme sürecinde zorluklarla karşı karşıya bırakmakta ve kapsamlı araştırmalar yapmalarını gerektirebilmektedir [1]. Abutment, implant gövdesine vidalanarak doğal bir dişin prepare edilmiş hali gibi işlev gören ve temel görevi protetik üst yapıya retansiyon sağlamak olan bir implant bileşenidir. Taban kısmı, implant gövdesi ile sağlam bir bağlantı oluştururken, baş kısmı ağız içinde dışarı doğru uzanarak retansiyon fonksiyonunu yerine getirir. Boyun kısmı ise baş ve taban bölümlerini birbirine bağlayarak diş eti seviyesinde konumlanır ve biyolojik uyumu destekler [2]. Bu şekilde, abutmentler final restorasyonlar için retansiyon, dayanıklılık, stabilite ve optimal konumlandırma işlevlerini yerine getirerek protezin uzun vadeli başarısını ve biyomekanik uyumunu sağlamış olur [3]. Günümüzde, fonksiyonun yanı sıra özellikle anterior bölgedeki estetik kaygılar kullanılacak olan abutment materyali ve sisteminin seçimini, ideal bir çıkış profili sağlanması için ise doğru transmukozal yükseklik ve alanın oluşturulmasını

öncelikli kılmaktadır [4]. Fonksiyonel bir bütünlük sağlayan peri-implant yumuşak dokunun uygun abutment materyali ile yönetimi, bakteriyel penetrasyonu ve sitotoksiteyi ve buna bağlı oluşan peri-implantitis önlemekte, implant-abutment bağlantısının başarılı bir şekilde yalıtımını sağlamaktadır. Bu çok faktörlü mekanizmadaki eksiklikler kısa veya uzun vadede peri-implantitis oluşumunu kaçınılmaz kılmaktadır. İmplant çevresindeki sızdırmazlığın azalmasının sonuçlarını inceleyen 47 çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analiz, bireylerin %19,83'ünde ve implant sahalarının %9,25'inde peri-implantitis geliştiğini göstermiş; bu nedenle, peri-implant yumuşak dokunun etkili bir bariyer oluşturmasının komplikasyon riskini önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur [5]. Protetik yüklemenin tipi, implant-abutment bağlantı şekli, kemik-implant arayüzü, implant yüzey özellikleri, protetik restorasyonun kalitesi ve kemiğin yapısı implant başarısını belirleyen biyomekanik faktörlerin başında gelmektedir. Bu faktörleri en iyi şekilde organize etmek için en temel elemanlardan biri olarak abutment konusunda uygulayıcı hekimlerin donanımlı olması tedavide başarıya ulaşmak için temel bir zorunluluktur [6].

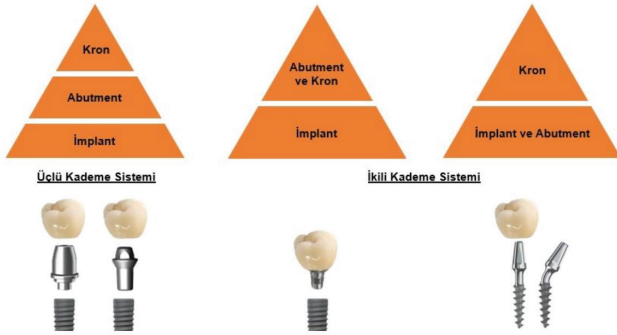
İmplant Sistemlerinin Sınıflandırılması

İmplant üstü protezlerin yapımı için temel bir eleman olan abutmentler farklı araştırmacılar tarafından farklı yönlerinin değerlendirildiği benzer sınıflamalara sahiptirler:

Kademeye Göre Sınıflama

Abutmentler, implant platformuna vida ile tutunur. Protetik restorasyon vida ile abutment üzerine bağlanabilir veya simante

edilerek bu işlem sağlanabilir. Bu tarz sistemlere 3'lü kademe sistemler denilmektedir. Bunun yanı sıra abutment ve kron bir bütün olarak üretilerek abutment üzerine vidalanabilir. Bunun yanı sıra, monoblok implant sistemleri ve abutmentin implant gövdesi içine sürtünme veya kilitlenme yoluyla oturduğu sistemler de yaygın olarak kullanılmaktadır [3] (Şekil 1).

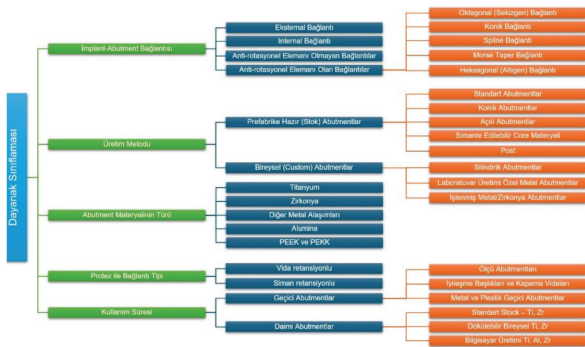


Şekil 1. Kademeye Göre Sınıflama.

Şekil 1. Kademeye Göre Sınıflama.

Genel Sınıflama

Yapılan derleme şeklindeki bu sınıflama birçok farklı açıdan implant-abutment bağlantı tiplerini sınıflamış olup; implant gövdesine bağlanma tipi, materyal çeşidi, protetik restorasyon için tutucu mekanizması ve üretim metodu gibi kritik komponentleri içermektedir [1] (Şekil 2).



Şekil 2. Genel Sınıflama.

Kullanım Süresine Göre Abutmentler

Geçici Abutmentler

Kullanımı belli aşama ve/veya süreyle sınırlı olan abutment türleridir.

Ölçü Abutmentleri

Geleneksel olarak 2 çeşit implant seviyesinde ölçü tekniği bulunur. Bunlar açık kaşık (pick-up) ve kapalı kaşık (transfer) ölçü teknikleridir. Kapalı kaşık ölçü tekniği 3 veya daha az ardışık implant ölçülerinde önerilir. Ölçü postları alınan ölçünün içinde değil, implantlara vidalı bir şekilde ağızda kalır ve hekimin bu

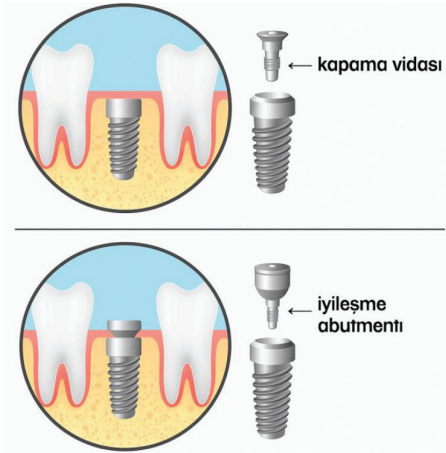
parçaları oradan sökmesi, implant analogları ile bağlaması ve alınan ölçünün içine yerleştirmesi gerekir. Açık ölçü tekniğinde ise ölçü kaşığının içinden nispeten uzun ölçü parçalarının vida deliklerine ulaşılır ve implant ve ölçü parçası bağlantısı açılır. Ölçü abutmentleri alınan ölçünün içinde ağızdan çıkartılır ve analogları ile bağlanır. Ardışık implant sayısı 4 veya daha fazla ise tercih edilir.[7] (Şekil 3) Dijital sistemler ise 3 farklı yolla ölçü alınımına olanak sunmaktadır. Bunlardan ilki alınan ölçünün ana modelinin geleneksel yolla elde edilmesi ve bu modelin bir optik tarayıcı ile taranmasıdır. Daha sonrasında anatomik abutment veya daimi restorasyonların CAD/CAM ile üretimi için dijital platformda tasarımlarına başlanır. Bir diğer yöntem ise üzerinde özel kodlar içeren iyileşme başlıklarının kullanımıdır (Encode; Biomet 3i, Palm Beach Gardens, Fla). Bu sayede hekim, dijital veya geleneksel yöntemlerle iyileşme abutmentlerinin üzerinden ölçü alabilir. Son olarak, ağız içi tarama parçaları (scan body) sayesinde intraoral tarayıcılar aracılığıyla ağız içi dijital ölçü, elektronik ortama aktarılabilir. Bu dijital veriler, tasarımcı tarafından ilgili implant firmasının kütüphanesinden alınan dijital implant analogları kullanılarak, dijital ortamda ana model üzerinde tasarım yapılmasına olanak tanır [7] (Şekil 4).



Şekil 3. Ölçü Abutmentleri. Soldan Sağa: Kapalı Ölçü Postu, Kısa-açık Ölçü Postu ve Uzun-açık Ölçü Postu.



Şekil 4. Oklüzal yüzeyinde özel kodlar içeren iyileşme başlıkları (Encode; Biomet 3i, Palm Beach Gardens, Fla).



Şekil 5. Üst: Tek aşamalı yöntem ile kapama vidasının uygulanması. Alt: Çift aşamalı yöntem ve iyileşme abutmentinin uygulanması.

İyileşme Abutmentleri

İmplant yerleştirildikten ve osseointegrasyon tamamlandıktan veya immedat olarak yerleştirilebilen, implant fikstürü girişinin kemik ve yumuşak doku ile kapanmasını önlemek amacıyla üretilmiş geçici abutmentlerdir. Tek aşamalı veya çift aşamalı protokol ile uygulanabilmektedir. Tek aşamalı yöntemde iyileşme başlığı, implant cerrahisi sonrası evrede ağızda bulunur. Bu sayede hekim ikinci bir cerrahi işlem uygulamadan direkt olarak implant gövdesine erişebilir. Özellikle çekim sonrası immedat implantasyon uygulamalarında ve eş zamanlı diş eti şekillendirmesiyle çıkış profilinin oluşturulmasının hedeflendiği durumlarda tercih edilmektedir. Çift aşamalı yöntemde ise kapama vidası kullanılır ve implant cerrahisi sonrasında implantın üstü mukozayla örtülerek kapatılır. Bu protokolde, osseointegrasyon süreci boyunca implantın ağız ortamından izole edilmesi sağlanır. Böylece, erken yükleme veya dışsal kontaminasyon riskleri en aza indirilmiş olur. İyileşme tamamlandıktan sonra ikinci bir cerrahi işlemle mukoza açılır ve iyileşme başlığı takılarak protetik faza geçiş yapılır [3] (Şekil 5). Bireysel iyileşme abutmentleri için kullanılan PEEK, PMMA, zirkonya, reçine kompozit ve titanyum gibi malzeme türlerini ve her bir malzemenin mekanik ve biyolojik özelliklerini inceleyen bir araştırma, tüm bu malzemelerin osseointegrasyon sürecinde ağız ortamında kalmak için yeterli özelliklere sahip olduğunu ve peri-implant yumuşak ve sert doku koruma faydaları sağladığını göstermiştir.[8] Son zamanlarda PEEK, implant diş hekimliğinde iyileşme abutment ve geçici implant restorasyonu olarak sıkça kullanılmaktadır. Enfeksiyon ve inflamasyon peri-implant dokusunda meydana geldiğinde, plak birikimi ve biyofilm oluşumu önemli sorunlar haline gelmektedir. Bununla beraber PEEK yüzeyinde biyofilm oluşumu ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. PEEK iyileşme

abutment yüzeyindeki plak birikimi, geleneksel Ti iyileşme abutment malzemeleriyle benzer bulunmuştur. Bu nedenle hem PEEK hem de Ti iyileşme abutmentleri, implant diş hekimliğinde protez gereksinimlerine göre iyileşme abutment biyomalzemesi olarak kullanılabilir [9] (Şekil 6).



Şekil 6. Straumann marka Anatomic Healing Abutment, PEEK materyalinden üretilmiş olup molar diş bölgesinde çıkış profilinin (emergence profile) optimal şekillenmesini sağlar ve immedat soket koruma fonksiyonu ile alveoler dokunun korunmasına katkıda bulunur. Osseointegrasyon sonrası, dijital protetik uygulamalarda tarama bayrağı (scan body) olarak kullanılabilir.

Metal/Plastik Geçici Abutmentler

Daimî restorasyon yapılmadan önce form, renk, yumuşak doku profili ve oklüzyon düzenlemesinde kullanılmaktadırlar. Metal, titanyum, zirkonya veya PEEK materyalinden üretilmektedirler. Laboratuvar çalışanları veya hekimler tarafından modifiye edilebilmektedirler. Plastik olanların kullanım ömrü ortalama olarak 180 gündür [3].

Daimî Abutmentler

Daimî abutmentler, final restorasyonu için kullanılmakta ve daimî restorasyon yapıyla beraber yerlerine sabitlenmektedirler. Diş hekimi bu aşamada, standart stok abutment, dökümle yapılan kişiye özel abutment veya bilgisayar destekli üretimle yapılan kişiye özel abutment seçeneklerinden birini tercih edebilir. Bu seçim, klinik vaka, klinisyenin deneyimi ve hastanın tercihleri doğrultusunda değişiklik gösterebilmektedir.[6] İmplant cerrahisi sırasında implant platformu ile alveolar kemik tepesi arasındaki radyografik mesafe, kesin restorasyon için abutment yüksekliğinin seçiminde önemli bir parametre olarak hizmet edebilmektedir.[10] Doğru daimî abutment seçimi, mukoza ve periodontal dokular üzerinde hem kısa hem de uzun

vadeli takiplerde büyük bir öneme sahiptir. Mevcut kanıtlar, implantların transmukozal arayüzünün seçimlerinin peri-implant mukozal entegrasyonu etkileyebileceğini ve sonuç olarak yaşamın ilerleyen dönemlerinde peri-implant hastalık geliştirme riskini belirleyebileceğini göstermektedir [11].

Üretim Metoduna Göre Abutmentlar

Prefabrike (Stok) Abutmentlar

Stok abutmentlar, diş hekimi ya da teknisyen tarafından modifiye edilebilen abutmentlardır. Son zamanlarda implant üreticileri, abutmentin preparasyon süresini kısaltmak için kronun doğal konturlarına uygun olarak şekillendirilmiş abutmentlar üretmektedirler ve bunları estetik abutment olarak adlandırmaktadırlar. Ek olarak, bu abutmentlar; implant yerleşimindeki pozisyonel sapmaları telafi edebilmek için çeşitli açılanmalarda ve seviyelerde, ayrıca implantların protetik bitim sınırlarını belirlemeye yönelik olarak farklı diş eti yüksekliği opsiyonlarıyla tasarlanmaktadır [12].

Standart Abutmentlar

Kullanımı genelde çok üyeli restorasyonlarla ve özellikle estetik gerektirmeyen bölgelerle sınırlıdır. Marjinleri supragingivaldır ve iyi bir çıkış profili elde etmek güçtür. Marjin tespiti ve hasta için temizlenebilirliği kolaydır [2]. Bununla beraber Ti- base (Titanium Base) abutment tasarımı günümüzde hem tek hem de çok üyeli restorasyonlar için mevcuttur. Özellikle posterior (estetik gerektirmeyen) bölgede kullanımı uygun görülen ve monolitik zirkonya üst yapının simantasyonuyla kullanılan bir tasarımıdır. Çok üyeli restorasyonlar için olan Ti-base tasarımı konik şekilde, daha dışbükey duvarlara ve daha az bonding yüzeyine sahip olmakla birlikte anti-rotasyonel implant bağlantısına sahip değildir. Bu spesifik tasarım vida gevşemesi veya desimantasyon gibi teknik komplikasyonlara neden olabilmektedir [13].

Konik Abutmentlar

Multi-unit abutment ya da çok üniteli abutment olarak da bilir. Estetiğin önemli olduğu bölgelerde tek veya çok üyeli restorasyonlarda kullanılabilir. Restorasyon subgingival 2-3 mm'de bitirilebildiği için başarılı bir çıkış profili ve estetik sağlar. Boyun yüksekliğinin çevresel olarak uniform olması ve gingival marjinin doğal konturunu takip etmemesi dezavantajıdır. Bundan dolayı interproksimal alanda dişeti kollapsına neden olabilir.[2] Multi-unit abutmentlar, sabit protetik restorasyonları implantlara bağlamak için altın standart olarak kabul edilmekte olup, özellikle tam çene restorasyonlarında hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır. Multi-unit abutmentların büyük avantajı, farklı implant açılarını düzeltebilme imkânı sayesinde pasif uyum sağlaması ve vida retansiyonlu sabit restorasyonların gerektiğinde rahatça çıkarılabilmesidir. Ancak, yaygın bir teknik komplikasyon olarak abutment vidasının gevşemesi görülebilmektedir [14] (Şekil 7).



Şekil 7. Farklı aç ve diş eti yüksekliği seçeneklerini temsil eden konik abutment tasarımları.

Açılı Abutmentlar

Konik abutmenta benzer, aç ve pozisyonlandırmadaki tutarsızlıkları 15-35 derece arasında kompanse edebilir. Açılı abutmentin implant yüzeyi internal olarak 12 kenarlı olabildiği gibi altıgen, sekizgen gibi farklı profillerde olabilir. 12 kenarlı şekil, abutment konumlandırmasını basitleştirmek için altıgen implanta 12 farklı şekilde yerleştirme sağlar [2].

Simante Edilebilir Çekirdek (Core) Abutmentlar

CeraOne sistem olarak bilinir. Abutment üzerine simante edilecek olan protez, altın alaşım veya seramikten üretilen bir çekirdek (core) materyali üzerinde üretilmektedir. Estetiğin önemli olduğu anterior tek üye restorasyonlarda kullanımı tercih edilmektedir. Genellikle 1-5 mm arasında abutment dişeti yüksekliği seçeneği mevcuttur [1].

Post Abutmentlar

Tek aşamada yapılan COC (Cement-on-Crown), çift aşamada yapılanlar CerAdapt olarak bilinmektedir. Tamamen seramikten üretilir, implant üzerine vidalanır ve doğal diş şeklinde prepare edilir. CerAdapt sistemde seramik post, laboratuvarla prepare edilmekte ve implanta altın alaşım vida ile sabitlenmektedir. Hazırlanan post ağızda tekrar uyumlanabilir ve daha sonrasında kron, çekirdek üzerine simante edilir [1].

Bireysel (Custom) Abutmentlar

Kişiyeye özel abutmentlar ekseri, olağandışı açılanma problemlerini kompanse etme, implantüstü sabit protetik restorasyon tasarımına uygun altyapı elde etmek, bireysel, transgingival ve periodonsiyuma uygun çıkış profili sağlamak amacı ile kullanılmaktadırlar. Bu abutmentlar, pasif yerleşmeyi ve doğru konturları elde edebilmek adına hassas bir modelaja ve işçiliğe ihtiyaç duymaktadırlar. Üretimleri detaylı ve dolayısıyla masraflı laboratuvar işlemleri gerektirmektedir. Bireysel abutment kullanımını gerektiren durumlardan bazıları, yetersiz interoklüzal mesafe, 15 dereceden fazla açılanma problemleri, implant üreticisinin en fazla boyun yüksekliğine sahip abutmentından en az 1 mm daha yüksek boyun yüksekliğine sahip abutment gerektiren durumlar, ideal bir

çıkış profili sağlamak için, dişlerin ve yumuşak dokunun orijinal kesitsel profillerinin taklit edilmesini gerektiren durumlar, 3 ya da daha fazla implantın splinte edilmesini gerektiren vakalar ve interproksimal aralığın hijyen sağlanması bakımından yeterli olmadığı durumlar olarak sıralanabilir [6]. Bununla birlikte yapılan araştırmalar, klinik duruma göre kusursuz anatomik şekillerde üretilmiş bireysel abutmentlerin, çiğneme sırasında oluşan stresi azalttığını ve uzun dönem estetik ve fonksiyonel başarıyı arttırdığını gösterilmişlerdir [15]. Benakatti ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada özellikle siman retansiyonlu restorasyonlarda bireysel abutment kullanımının vakaya özel siman marjin hattı oluşumu ile daha iyi yumuşak doku yanıtı sağladığı ve temizlenemeyen siman artığı kalma riskini azalttığı gösterilmiştir [16] (Şekil 8).



Şekil 8. Bireysel (Custom) Abutment tasarımları.



Şekil 9. UCLA Abutment tasarımı.

Diğer Bireysel Abutmentler

Kişinin eksik dişlerinin olduğu bölgedeki spesifik duruma özel çıkış profili sağlanabilmekte; dişeti altına az bir miktar alınan abutment kenarı dişeti kenarı konturunu birebir takip etmeyi sağlamaktadır. Frezeleme (copy-milling) veya CAD/CAM teknikleriyle üretilirler. İki teknikte de teknisyen tarafından

rezin veya dental mum materyalinden ana model üzerinde bir ön-abutment (prospective abutment – kısaca pro-abutment) tasarlanır. Bu tasarıma göre blok(ingot), abutment üretimi için freze makinesine alınır. CAD/CAM sistemlerde pro-abutment bir tarama cihazı tarafından taranır ve dijitalize edilir. CAD/CAM sistemlerinin sağladığı bir diğer seçenek ise, bireysel abutmentlerin doğrudan sanal tasarım programlarında tasarlanabilmesi ve sonrasında pro-abutmentin dijital haliyle doğrudan freze cihazında işlenebilmesidir [17].

Nobel Procera (Nobel Biocare USA, LLC, Yorba Linda, CA)

Abutmentları, titanyum, zirkonyum veya alüminyumdan elde eden bir sistemdir. Ana model elde edildikten sonra abutment 2 türlü üretilir. İlk sistemde model taranır ve abutment 3 boyutlu yazılım programıyla tasarlanır. İkinci sistem ise prepare edilmiş bir silindirin modele yerleştirilmesine ve modelajına izin verir. Bu modelaj tarayıcıya aktarılır.

Straumann CARES (Straumann, USA, Andover, MA)

Zirkonyum dioksit ve titanyumdan abutment üretilmektedir. Bireysel abutment üretimi için bilgisayar destekli tasarım ve dijital modeller Straumann üretim merkezine gönderilir.

Atlantis (Dentsply, International, York, PA)

Abutmentlar; titanyum, altın nitrat kaplanmış titanyum ve zirkonya olarak üretilmektedir. Altın kaplama titanyum abutmentler, titanyumun gümüş rengini kapatmakta ve estetik katkı sağlamaktadır. Bu sistem ile birçok implant sistemi ile uyumlu olarak o sistemler için abutment üretilmektedir. Ölçü, tanı modeli ve ana modelin taranması ile abutmentler; sanal destekli tasarım (Virtual Assisted Design) ile tasarlanmakta, işleme alınmakta ve üretilmektedir. İnternal bağlantıya sahip implantlara direkt bir şekilde yekpare bir ünite olarak yerleştirilen abutmentsız (abutment-free) sabit protetik restorasyonlar güncel araştırma konularındandır. Schäfer ve ark. tarafından yapılan güncel bir in-vitro çalışmada, bireysel olarak tasarlanmış 3 üniteli implant destekli sabit restorasyonların üretimine olanak tanıyan bir implant-abutment bağlantısına sahip sabit protetik restorasyonların kırılma yükü ve kırılma modu test edilmiş, sonuçlar monolitik zirkonya ve titanyum CAD-CAM protezler için prefabrike abutmentlerin kullanıldığı geleneksel Ti-Base ve multi-unit implant-abutment arayüzleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak abutmentsız monolitik zirkonya CAD-CAM restorasyonlar, diğer zirkonya gruplarıyla karşılaştırıldığında benzer kırılma yükleri ve kırılma tipleri gösterirken, titanyum grupları üstün kırılma dayanımı sergilemiştir. Farklı implant-abutment bağlantılarının, kırılma yükleri veya tiplerini etkilemediği gösterilmiştir [14].

Protez İle Bağlantı Tipine Göre Abutmentler

Vida retansiyonlu restorasyonlar, protetik restorasyonun

abutment üzerine laboratuvar ortamında simante edildiği ve hekimin abutment ve restorasyon kompleksini direkt olarak implant gövdesine vida ile sabitlediği restorasyon tipleridir. Avantajları yerinden sökümlerinin (Retrieval) kolay olması, interoklüzal mesafenin limitli olduğu durumlarda kullanılabilmesi ve periodontal olarak siman retansiyonlu tipleri göre daha sağlıklı ve doku yanıtının daha iyi olması şeklinde sıralanabilir. Dezavantajları ise ideal implant pozisyonlandırması gerektirmeleri, restorasyonun vida üzerinde fazla stres oluşmaması için pasif oturmasının gerekli olması, genelde tek seansta tamamlandıklarından oklüzal interferans oluşma ihtimali ve vida gevşemesi veya kırılması ihtimalinin simante restorasyonlardan fazla olmasıdır. Ayrıca göreceli olarak kullanılan parçalar sebebiyle siman retansiyonlu restorasyon tiplerine göre üretimleri daha maliyetlidir. Siman retansiyonlu restorasyonlar, abutmentin implant fikstürü üzerine vida yordamıyla sabitlenmesinin ardından restorasyonun abutment üzerine simante edildiği restorasyonlar olarak tanımlanabilir. Avantajları, esnek implant pozisyonlandırmasının mümkün oluşu, oklüzyonun detaylı ve ince kontrolünün yapılabilmesi, göreceli olarak daha az maliyetli oluşu ve geçici protez yapımının kolay olmasıdır. Dezavantajları ise istendiğinde protez sökümünün rölatif zor oluşu, minimum 4 mm abutment simantasyon yüzey yüksekliğinin gerekmesi ve siman artıklarının sebep olduğu kötü doku yanıtı ve periimplantitis gelişme riskidir [18-21].

Üretildiği Materyale Göre Abutment Tipleri

Titanyum

İmplanta en yakın mekanik özellikler gösteren materyal türüdür. Mükemmel biyo-uyum göstermektedir. Bireysel ve prefabrik abutment yapımında en çok tercih edilen materyaldir. Halim ve ark. çalışmalarında titanyum abutmentlerin mekanik dirençlerinin zirkonya abutmentlerden daha iyi olduğunu ve estetiğin abutment materyalinden çok, yumuşak doku kalınlığıyla (>3 mm) ilgili olduğunu iddia etmişlerdir [22]. Başka bir araştırmacı ise titanyum abutmentlerin anterior estetik restorasyonlarda kullanılabileceğini savunmuş; ilave olarak perimukozal dokulardan gri renk yansımaları engellemek adına anodizasyon işlemi yapılmasını önermiştir [23]. Bunun yanı sıra titanyum nitrit (TiN) bireysel abutmentler nitrit kaplamaya sahip olmayan titanyum alaşımlara göre aşınmaya daha yüksek direnç, daha düşük sürtünme katsayısı ve kimyasal inertlik göstermişlerdir.[24] Bu tarz abutmentlerin dezavantajları, kemik defektlerinde ve gingival resesyonların varlığında metalin gözükür duruma gelmesi ve ince peri-implant yumuşak doku varlığında doku içerisinden gözükerek estetiği bozabilmesi olarak belirtilebilir [25].

Zirkonya

Zirkonya, monoklinik, kübik ve tetragonal olmak üzere üç kristalin faza sahip yüksek mukavemetli bir seramiktir. Tetragonal faz, oda sıcaklığında MgO, CaO ve Y₂O₃ veya CeO₂ gibi metal oksitlerle karıştırılarak stabilize edilir. Sinterleme ve soğutması sırasında kristal faz dönüşümüyle yüksek mukavemet ve aşınma direnci sağlayarak restorasyonlarda çatlak oluşumu önlenir. Abutment materyali olarak zirkonyanın en önemli avantajı, titanyuma göre daha estetik, doğal ve beyaz bir renge sahip olma özelliğidir. Dolayısıyla zirkonya abutmentler, anterior bölge restorasyonlarında ve ince diş eti biyotipine sahip durumlarda özellikle önerilmektedirler. Fibroblast canlılığı, adezyonu ve proliferasyonu, titanyum ve diğer malzemelere göre zirkonya üzerinde daha üstün bulunmuştur, bu da daha güçlü mukozal sızdırmazlık, çevredeki yumuşak dokuların daha iyi iyileşmesi ve daha yüksek yumuşak doku bütünlüğü ile sonuçlanmaktadır. Yumuşak dokuların enflamatuvar infiltrasyonu, titanyum dayanakların etrafındakinden daha düşüktür ve peri-implantitise neden olan Porphyromonas gingivalis ve Clostridium nucleatum biyofilmleri önemli ölçüde azalmaktadır [5]. Ayrıca zirkonya abutmentler, altın ve titanyum abutmentlere göre marjinal kemiği korumada daha başarılı bir etki göstermişlerdir [26] Dens ve dayanım gücü çok yüksektir. Dayanıklılığı alümina materyalinden daha iyi olduğu için alümina abutment kullanımında oluşan mekanik başarısızlıklar daha az görülmektedir. ZrO₂ ve Y₂O₃, sinterize edilmiş zirkonyum- dioksiti oluşturur ve böylelikle zirkonyum elementinin abutment için kullanılabilecek formu elde edilmiş olur. CAD/CAM sistemlerle üretimi sağlanır. Cut-back tasarımına sahip monolitik zirkonya restorasyonları üzerindeki porselende bağlantının zayıflığından dolayı chipping görülebilmesi en büyük dezavantajlarından biridir. Ayrıca, titanyum ve zirkonya arasındaki mekanik farklılıklar ve zirkonyanın titanyuma göre daha yüksek olan elastik modülü ve sertliği, implant-abutment arayüzünün aşınmasına ve özellikle internal hegzagon bağlantılarda bu bağlantının bozulmasına neden olabilmektedir [25]. Yine de Pesce ve ark. tarafından yapılan literatür derlemesinde genel olarak zirkonya abutmentlerin titanyum abutment kullanımına güvenilir bir alternatif olduğu öne sürülmüştür [27]. Bakteriyel adezyona karşı direnç göz önüne alındığında, klinisyenlerin abutment yüzeyinin kimyasal bileşimi yerine yüzey pürüzlülüğüne daha fazla odaklanması gerektiği sonucuna varılmıştır [28].

Alumina

1993'te titanyuma alternatif olarak estetik kaygıları gidermek amacıyla kullanımına başlanmıştır. Düşük kırılma dayanımı ve buna bağlı olarak görülen sık dayanak kırıkları sebebiyle kullanımı terk edilmiştir [29].

PEEK (Polietereeterketon) ve PEKK (Polieterketonketon)

Polieterketonketon (PEKK) ve polietereeterketon (PEEK), poliarileterketon (PAEK) ailesinin en bilinen iki üyesidir ve yüksek performanslı polimerler (HPP) olarak da bilinirler.[30,31] Çalışmalar, CAD-CAM ile üretilen implant abutmentleri ve bireysel iyileşme abutmentleri için PEEK materyalinin performansını değerlendirmiştir [32,33.] PEEK ve zirkonya bireysel abutmentlerini karşılaştıran bir sonlu eleman analizi, PEEK abutmentlerde daha yüksek gerilim değerleri ortaya koymuştur [33]. Beretta ve ark. tarafından yürütülen randomize klinik çalışma, istenilen çıkış profilinin oluşturulması amacıyla cerrahi aşamada yerleştirilen CAD-CAM ile üretilmiş bireysel iyileşme abutmentleri ile standart iyileşme başlıklarının kullanımını kıyaslamıştır. 1 ila 3 ay süren iyileşme döneminin ardından, PEEK bireysel iyileşme abutmentleri doğal bir gingival mimari oluşturmuş ve çıkış profilinin şekillendirilmesi için standart iyileşme dayanaklarına kıyasla daha az protetik aşama gerektirmiştir [32]. Ayrıca Mishra ve ark.'ın yaptığı sistematik derleme, PEEK yüzeyinde oluşan biyofilm tabakasının Ti veya zirkonya abutment materyalleriyle aynı seviyede veya daha düşük olduğunu, PEEK iyileşme abutmentlerinin, başlangıç iyileşme dönemi boyunca marjinal kemik kaybı ve yumuşak doku çekilmesi riskini arttırmadığını göstermektedir [34]. Bununla beraber, PEEK'in Ti'ye kıyasla daha düşük aşınma direncine sahip olduğunu ve PEEK abutmentlerin, protezin ağızda 1 ila 3 ay arasında kalması gereken sabit geçici restorasyonlar için önerildiğini belirtmektedir. Güçlendirilmiş PEEK ise, yumuşak doku stabilitesini, kemik yüksekliğini ve biyouyumluluğu korumada Ti abutmentlerine etkili bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Fakat, PEEK implant abutmentleri, mikrosızıntı ve tork kaybı gibi biyomekanik gereksinimler açısından titanyum kalıcı abutmentlerle karşılaştırıldığında yeterli performansı göstermemekte ve 140 N'yi aşmayan hafif kuvvetleri 1,2 milyon döngü boyunca, yani yaklaşık 5 yıl süren çiğneme fonksiyonu kadar destekleyebilmektedirler [35]. PEEK abutmentlerinin sınırlamaları arasında, titanyum abutmentlere göre daha fazla dikey yer değiştirme yapmaları ve abutment- implant arayüzünde plastik deformasyon oluşması yer almaktadır. Bu durum, yüksek tork kaybı ve mikrosızıntıya yol açabilmektedir. Bu sebeplerle, PEEK abutmentler özellikle anterior bölgelerde ve parafonksiyonu olmayan hastalar için geçici abutment materyali olarak uygun olabilseler de tork kaybı ve mikrosızıntı gibi sorunlar göz önünde bulundurulmalıdır [35].

PEKK, metakrilat içermeyen, yüksek performanslı, gelişmekte olan yeni bir termoplastik malzemedir. İyi darbe emilimi ve kırılma direncine sahip elastik bir yapıya sahip olmakla beraber tüm termoplastik kompozitler arasında üstün mekanik

dayanıklılık, kimyasal direnç ve yüksek termal stabilite ile ultra yüksek performans sergilemektedir. Bu sebeplerden dolayı sabit implantüstü protezlerde altyapı materyali ve abutment olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.[30] Ayrıca PEKK'nin, PEEK'e kıyasla daha iyi uzun vadeli yorulma direnci ve daha yüksek basma dayanımı gibi üstün özellikler sunduğu bildirilmiştir [36]. Zol ve ark. tarafından yapılan bir materyal bilimi derlemesinde PEKK, 49 MPa ile yüksek darbe emilimi ve düşük gerilim konsantrasyonu sağlarken, PEEK'in protez tabanında 58 MPa'lık daha yüksek bir gerilim oluşturduğu belirtilmiştir. Aynı çalışma gerilim konsantrasyonunun azalmasıyla protezde oluşabilecek kırık riskinin de düştüğünü göstermiştir. Mükemmel fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklere sahip bir PAEK polimeri olan PEKK, diğer malzemelerle daha uyumlu olması nedeniyle implantlarda titanyuma güçlü bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, titanyum ile birleştirildiğinde uzun ömürlü tutuculuk sağlar [31].

Diğer Metal Alaşımları

Altın alaşımları, paslanmaz çelik ve nikel-krom-kobalt alaşımı gibi çeşitli materyaller abutment olarak kullanılmıştır [37]. Ancak, farklı metaller arasındaki galvanik etkileşim nedeniyle elektrokimyasal korozyon, oksidasyon ve ağrı tetiklenmesi, özellikle değersiz metal alaşımlarında yaygın olarak gözlemlenmektedir [38]. Ayrıca değersiz metal alaşımlardan yapılan döküm abutmentlerin çevrelerindeki periodontal dokunun, daha biyoinert malzemelerle üretilen abutmentlere kıyasla daha sağlıklı olduğu izlenmiştir. Bu sebeple implant çevresi doku enflamasyonunu önlemek adına bu abutmentler, implantların kısa olduğu ve derin yerleştirildiği durumlarda kullanılmamalıdır. Güncel bir çalışmada freze edilmiş titanyum ve lazerle sinterlenmiş Cr-Co abutmentler, 160 adet internal (n = 80) ve eksternal (n = 80) bağlantıya sahip implanta, implant-abutment arayüzündeki dikey uyumsuzluğun değerlendirilmesi adına rastgele atanıp sabitlenmiş ve termal döngü testleri uygulanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu ölçümlerinin sonuçları, freze edilmiş titanyum abutmentlerin en düşük uyumsuzluğu (<10 µm) gösterdiğini, internal bağlantılardaki lazerle sinterlenmiş abutmentlerin ise ortalama <12 µm olduğunu ve bağlantı tipinin, implant sistemleri arasında uyumsuzluğu önemli derecede etkilediğini göstermiştir [39].

İmplant-Abutment Bağlantı Tipine Göre Abutment Türleri

Eksternal Bağlantı

Birçok implant firması tarafından uzun süre üretimi sağlanmıştır. Bu üretim çokluğu, çok fazla çeşitte abutment seçeneğini de beraberinde getirdiğinden hekimler tarafından yıllarca tercih edilmiştir. Branemark'ın orijinal implant-

abutment arayüzü 0.7 mm eksternal hekzagondur ve bu bağlantı tipi bağdaşım(coupling) işlevinin yanı sıra tork transfer ünitesi olarak da çalışmıştır.[40] Sınırlı yüksekliğe sahip olması sebebiyle yüksek düzeyde aksiyel dışı kuvvetler karşısında yetersiz kalmıştır [41.] Tek diş eksikliklerinin tedavisinde ve sabit parsiyel protezlerde vida gevşemesi, abutment kırılmaları ve arayüzde mikro-hareketlilik görülmesi nedeniyle Branemark'ın orijinal hekzagon bağlantısının kullanımı terk edilmiş ve modifikasyonları kullanılmaya başlanmıştır [42]. Avantajları arasında uzun süreli takip verilerinin mevcut olması, gelişebilecek olası komplikasyonlarının çözümlerinin yaygın kullanımlarından ötürü literatürde yaygın olarak yer alması ve birçok implant sistemi ile uyumlu olması yer almaktadır. Dezavantajları ise, vida gevşeme prevalanslarının yüksek oluşu (%6-48 arası), düşük estetik sonuçlar, rotasyonel uyumsuzluk oranının yüksek oluşu ve mikrobiyal sızıntının fazla oluşudur. Tek bir diş restorasyonu için eksternal hex implant kullanıldığında, implant, abutment bağlantısı, vida ve kemik arasından en zayıf linkin vida olduğu gösterilmiştir. Bunun sebebi, bu tarz bağlantılarda sadece vidanın her türlü kuvvete karşılık abutmentı yerinde tutmasıdır [43]. Kama Bağlantı (Spline Connection) denilen eksternal bağlantı tipinde bulunan "spline" kelimesi İngilizcede şaft dişi, kama, yiv anlamına gelmektedir. Mühendislikte uzun ve başarılı bir geçmişi bulunan kanattan yive (fin-to-groove) denen anti-rotasyonel bağlantı konfigürasyonlarıdır. 1992 yılında Calcitek tarafında diş hekimliğinde ilk kez kullanılmıştır. İlk tasarım, implant gövdesinden dışarı doğru uzanan 6 adet dişe abutment üzerindeki 6 oluk denk gelecek şekilde yapılmıştır. Geleneksel eksternal bağlantı tiplerine göre daha az vida gevşemesi sorunu ve minimal rotasyonel hareket görülmektedir [44]. Wee ve ark. tarafından Ohio Eyalet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde gerçekleştirilen çalışmada, öğrenciler ve asistanlar tarafından restore edilen spline dental implant sistemine bağlı protez komplikasyonları in vitro olarak incelenmiştir. Çalışma, protezlerin %95,75'inde herhangi bir komplikasyon görülmediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, vida gevşemesine neden olan iyatrojenik faktörler tespit edilmiştir. Restorasyon sonrası 29 ila 59 ay süren klinik takipleri kapsayan bu kısa vadeli çalışmanın bulgularına göre, spline dental implantlar stabil ve güvenilir bir implant-protez bağlantısı sağlamıştır [45].

İnternal Bağlantı

Fonksiyon boyunca bağlantı stabilitesini arttırmak ve prosedürü kolaylaştırmak amaçlarıyla tasarlanmıştır. İlk tasarımlardan biri 1986 Niznick tarafından yapılmıştır. En başta gelen avantajlarından biri implant cerrahisi sonrası takılan kapama vidasının implant bağlantısı ile eşit seviyede

olmasıdır [46]. Eksternal bağlantılı implantlarda kapama vidasının seviyesi implant fikstürünün seviye olarak üzerindedir. Uzun süre kullanımları daha iyi estetik sonuçlar, daha az vida gevşemesi (%3,5), iyi bir mikrobiyal yalıtım ve güçlü bağlantı dayanımı sağladıklarını göstermekle birlikte internal bağlantı tiplerinde platform-switching özelliğinin hekim tarafından tercih edilebilmesinden dolayı kullanımları yaygınlaşmıştır. In vitro çalışmalar, internal bağlantıların ve özellikle konik tiptekilerin, implant-abutment boşluğunu ve müteakip bakteri penetrasyonunu azalttığını bildirmiştir [47]. Bununla beraber tek parça seramik abutment kullanılan klinik durumlarda, internal bağlantının eksternal bağlantıya göre daha yüksek kırılma insidansı ile alakalı olabileceği görülmüştür [48]. Başka bir çalışmada ise, seramik abutmentlerin, bağlantı tipinin eksternal veya internal olması fark etmeksizin metal abutmentlere göre kırılma indeksinin daha yüksek olduğu bulunmuştur [49]. Yapılan çok merkezli, split-mouth kontrollü başka bir çalışmada, dış hexagonal bağlantıların ve iç hexagonal bağlantıların anında yükleme yapılan tam çene rehabilitasyonlarında başarı, kemik rezorpsiyonu ve peri-implant parametreleri üzerinde bir etkisi olup olmadığı değerlendirilmiş olup 72 ay süresince fonksiyonel kullanımın ardından, iki bağlantı tipi de iyi klinik sonuçlar sağlamış ve klinik sonuçlar herhangi bir anlamlı farkla ilişkilendirilmemiştir [50]. 12 Noktalı/Çift İnternal Hekzagon Bağlantı (12-Point Internal Hexagon), abutmentin implant üzerine her 30 derecede bir dönecek şekilde oturmasına izin vermektedir. Tang ve ark.'ın yaptığı bir çalışmaya göre çift hekzagon bağlantı diğer bağlantı tiplerine göre daha iyi stres dağılımı ve azalmış hareketlilik sağlamaktadır [51]. Örnek olarak Biomet 3i (Palm Beach Gardens, FL, USA) markasının Osseotite CERTAIN implantları verilebilir [46]. 3-Nokta İnternal Tripod Bağlantı (3-Point Internal Tripod/Trilobe) tipi üçgensel internal tasarıma sahiptir ve üçlü kanal (trichannel) tasarımı bulunmaktadır. En büyük dezavantajı üçgensel tasarımından ötürü abutmentin implant gövdesi üzerinde sadece 120 derecede bir hareketine izin vermesidir. Bunun yanında Saidin ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada trilobe bağlantının, poligonal profilinden dolayı diğer implant- abutment bağlantı tiplerine kıyasla en az büyüklükte mikro-hareketlilik gösterdiği bulunmuştur [52]. Yine başka bir çalışmada bu bağlantı tipinin internal konik hex Morse Taper ve internal okta Morse Taper bağlantı tiplerine kıyasla farklı kuvvetler uygulandığında implantın gövde içinde ve çevresinde maksimum stres dağılımı sağladığı gösterilmiştir [53]. Camlog implant sistemi (CAMLOG Biotechnologies GmbH), internal tripod şeklinde bir implant-abutment bağlantısı sunmaktadır. İç bağlantı uzunluğu 5,4 mm olup tüp içinde tüp etkisi (tube-in-tube effect) oluşturduğu, implant ile abutment arasında

hassas ve mekanik olarak güvenli bir bağlantı kurarak anti-rotasyonel stabilite sağladığı ve buna bağlı olarak da vida gevşeme riskini düşürdüğü öne sürülmektedir (Şekil 10). Bu sayede oluşan derin ve sıkı bağlantı iyi bir antimikrobiyal bariyer sağlamaktadır [46]. 6-Bıçaklı Kilitli Bağlantı (6-Blade Connection-Lock), 3-Nokta İnternal Tripod bağlantısının altı farklı şekilde rotasyonuna müsaade modifikasyonudur. İnternal Oktagon Bağlantı tipi sekizgen internal tasarıma sahiptir ve abutmentin 45 derece aralıklarla hareketine izin verir. Dairesel geometrisi minimal rotasyonel direnç sağlar ve fonksiyon esnasında lateral kuvvetlere karşı direnci düşüktür (Şekil 11). Morse-Taper (Konik) Bağlantı, konik form verilmiş bir abutmentin yine içbükey konik formdaki internal bağlantıya sahip implant gövdesine sürtünmesel uyum (friction-fit) veya soğuk kaynak (cold-welding) ile yerleştiği tasarımıdır (Şekil 12). Konik arayüz lateral hareketler karşısında implantın devrilme ve mikro-hareketliliğini önler. Bu 8 derece Morse-Taper bağlantı tipi ITI grubu tarafından ilk kez İsviçre’de kullanıma girmiştir. Konik bağlantının stabil, güvenli ve kendini kitleyen bir arayüz oluşturması fikriyle tasarlanmıştır. Bu tarz bağlantıların daha uzun süre tork değerini koruduğu, vida gevşemesi/kırığı gibi mekanik komplikasyon risklerini azalttığı yapılan araştırmalarca gösterilmiştir [54]. Bu tasarım üzerine Wiskot ve Belser abutmentin farklı açılarla yön değiştirmesini sağlayabilmesi için internal hegzagon bağlantı eklemiştir. Ugurel ve ark. tarafından yapılan Vidasız Morse-Taper bağlantı tipinin internal hegzagonal bağlantı ve Straumann markasının Crossfit bağlantı tipine kıyaslamasında elde edilen sonuçlara göre, Straumann Crossfit bağlantıya sahip implantlar, internal hegzagonal ve VMT bağlantılara göre önemli bir farkla yüklem siklus testinde başarılı olmuşlardır. Biohorizons’a ait internal hegzagonal bağlantı, Xive’in aynı bağlantı tipine ve Octo’nun VMT bağlantısına göre yüklem siklus testinde daha başarılı olmuştur ve daha yüksek kırılma/eğilme direnci göstermiştir. Octo’ya ait VMT bağlantı sistemi siklus testlerinde, Straumann ve Biohorizons implant sistemlerine göre çok daha düşük başarı ve düşük kırılma/eğilme direnci göstermiştir. Fakat, Xive internal hegzagonal bağlantı sistemiyle aralarında anlamlı fark bulunamamıştır [55]. Bagegni ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada da vidasız Morse Taper bağlantı tipinin özellikle tek dış eksikliklerinin tedavisinde kabul edilebilir başarı gösterdiği ve ortalama oklüzal kuvvetler karşısında uzun süren periyotlarda bile dayanıklılık sağladığı belirtilmiştir [56]. Başka bir çalışmada konik bağlantı tipinin in vitro olarak diğer sistemlere göre bakteriyel sızdırmazlığının daha iyi olduğu, daha yüksek tork azalma direnci gösterdiği ve daha iyi stres dağılımı sağladığı; in vivo olarak da daha az marjinal kemik kaybına yol açtığı gösterilmiştir [57]. Alla ve ark. tarafından yapılan sistematik derleme, implant-

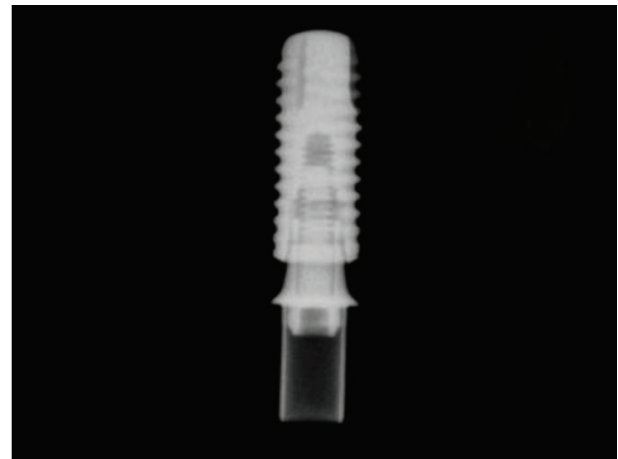
abutment tasarımının peri-implant sağlığı ve kısa vadede kemik seviyelerinin korunması üzerindeki etkisini incelemiştir. Derlemede, konik bağlantı tasarımının iç ve dış hegzagonal tasarımlara kıyasla marjinal kemiğin daha etkili bir şekilde stabilizasyonunu sağladığı belirlenmiştir. Ancak, farklı konik açılar kıyaslandığında marjinal kemik stabilitesinde anlamlı bir fark tespit edilememiştir [58].



Şekil 10. CAMLOG implant sistemi ve internal tripod tasarımı.



Şekil 11. Solda internal ve sağda eksternal bağlantılı implant gövdeleri.



Şekil 12. Morse-taper (konik) implant-abutment bağlantısının izlendiği periapikal radyografik film.

İmplant-Abutment Bağlantı Ve Mikro-Hareketlilik

Mikro-hareketlilik kavramı implant gövdesi ile abutment arasında oluşan, özellikle abutment üzerine gelen lateral ve eksentrik kuvvetlerin yol açtığı hareketliliği ifade etmektedir. Bu hareketlilik sonucunda kuvvetin geldiği tarafta abutment ve implant gövdesi arasında mikro-boşluk (micro-gap) oluşurken kuvvete zıt tarafta implant gövdesi ve abutment arasında sıkışma kuvveti ve buna bağlı olarak metal yüzeylerde aşınmalar oluşmaktadır (Abrazyon). Bu oluşan abrazyon ile titanyum partikülleri serbestleşmekte ve canlı doku içerisine penetre olmaktadır. Jäger ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada 10 mikrometreden daha küçük partiküllerin osteoklastlarca hücre içine alındığı ve güçlü hücresel yanıtı yol açan enflamatuvar sitokinlerin salınımını indüklediği gösterilmiştir [59]. Titanyum in vitro olarak yüksek derece sitokompabilite gösterse de fagosit edilen Ti partiküllerinin fibroblastik dönüşümü uyardığı bu çalışmada öne sunulmuştur. Bu durum, implant boyun bölgesindeki osteoklastik ve nihayetinde fibroblastik dönüşümü açıklamaya yöneliktir. Mikro-boşluk oluşumunun olası nedenleri olarak üç ana faktör tanımlanmıştır: Fizyolojik fonksiyon sırasında oluşan oklüzal yük, üretim toleransı ve implant-abutment bağlantısı arasındaki mikro-hareketlilik.[52] Mikro-hareketlilik ve mikro-boşluğun neticelerinden biri de implant gövdesi içerisine doğru oluşan mikro- pompa (micro-pump) etkisi ve mikrosızıntıdır. Bu durumun sonucunda oluşan enflamatuvar hücre akümüasyonunun ise mikro-boşluk oluşan bölgenin 1-1.5 mm yakın komşuluğunda olduğu gösterilmiştir [4]. Son yapılan çalışmalar en çok mikrosızıntının eksternal hekzagon bağlantılarda, daha sonrasında sırayla internal trilobe, internal hekzagon ve internal konik konfigürasyona sahip bağlantılarda olduğunu göstermiştir. İçerisinde Dr. Marco Degidi'nin de bulunduğu, Scarano ve ark. tarafından yapılan çalışmada da bu bilgiyle tutarlı sonuçlar bulunmuştur [60]. Mikro- hareketlilik ve mikrosızıntı kavramlarını olabildiğince azaltmak için araştırmacılar mekanik ve tasarımsal birtakım yenilikler yönelmişlerdir ve bu süreçte platform- switching (PLS) konseptinden faydalanılmıştır. PLS, implant boyun çapına kıyasla daha dar çapta abutment kullanımını ifade etmektedir. Bu sayede implant-abutment bağlantısı implant orta hattına yakınlaştırılmaktadır [4,11]. Sonuç olarak:

- Lazzara ve Porter tarafından gösterildiği üzere enflamatuvar hücre infiltrasyonu da implant merkezine çekildiğinden krestal kemik korunmuş olur [61].
- İmplant çevresi konnektif doku lateral olarak kalınlaştığından kan akımı da artmış olur.
- Enflamatuvar hücreler orta hatta yaklaştığı için biyolojik genişlik azalmamış olur, böylelikle de kemik remodelasyonu ve krestal kemik kaybı yaşanmaz.

Hürzeler-Zuhr grubunun yaptığı çalışmada final restorasyon konmuş PLS implantlarda 1 yıl sonra krestal kemik kaybı ortalama 0.22 mm bulunurken non-PLS implantlar için bu değer 2.02 mm bulunmuştur. Aynı zamanda abutmentin her bir taraftan 0.45 mm redüksiyonunu pre-implant kemik kaybını önlemek için yeterli bulmuşlardır [62].

Çalışmalar, mikro-boşluğun aslında tüm implant-abutment bağlantı tiplerinde oluştuğunu ve literatürde bu durumu azaltmaya yönelik birçok araştırma bulunduğunu göstermektedir [63]. Liu ve ark., implant-abutment arayüzünde mikro-boşluk ve mikro-hareketin neden olduğu kemik rezorpsiyonunu azaltmak için ilk ve en önemli şeyin, sadece bakteri ve endotoksinleri doğrudan azaltmakla kalmayan, aynı zamanda zararlı mikro ortamı arayüzden uzağa yani implant merkezine yakın bir noktaya aktaran uygun Morse Taper veya hibrit bağlantıya ve platform-switching özelliğine sahip bir abutment seçimi olduğunu belirtmişlerdir [64]. Kumar ve ark. yaptıkları çalışmada internal bağlantıların konik bağlantılı implantlara kıyasla bakteri infiltrasyonuna daha yatkın olduğunu, ancak konik bağlantının koniklik açısının, implant-abutment bağlantısının bakteriyel geçirgenliği üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmadığını göstermişlerdir [65]. Alves ve ark. ise, Morse Taper bağlantı tipinin bakteriyel izolasyonu yalnızca komponentler arasında soğuk kaynak (cold-welding) özelliği gösteriyorsa sağlayacağını iddia etmişlerdir [66].

Sonuç

Yapılan çalışmalar konik (morse-taper) ve platform switching (PLS) bağlantı tiplerinin diğer implant-abutment bağlantı tiplerine göre üstünlüğünü ön plana koymuştur. Her ne kadar bu bağlantı tiplerinin üstünlükleri gösterilse de implant firmaları ve hekimler tarafından daha başarılı farklı bağlantı konfigürasyonları bulma çabaları ve halihazırda olan bağlantı tiplerinin beraber uygulanarak (ör; konik + trilobe) başarıyı artırma istekleri devam etmektedir. Dış hekimliğinde son zamanlarda kullanıma giren yüksek performanslı polimerler doğru endikasyonda uygulandıklarında sabit implantüstü protezlerde abutment materyali olarak başarılı sonuçlar vermektedir ve titanyum abutmentlar yerine kullanımları günden güne yaygınlaşmaktadır. Mikro-hareketler sonucunda oluşan abrazyon ve mikro-aralık, hücrelere titanyum infiltrasyonu sonucu fibroblast ve osteoklast aktivitesini indükleyerek ve aynı zamanda implant gövdesine bakteri içerikli sıvının sürekli giriş- çıkış yaparak kronik bir enflamasyon oluşturmasıyla krestal kemikte yıkıcı sonuçlar doğurabilmektedir. Biyomekanik yönden bakıldığında da doğru bağlantı tipi seçilmediğinde vida gevşemesi ile başlayan vida kırıkları, implant kırıkları hatta implant kaybına kadar ilerleyen mekanik komplikasyonlar oluşabilmektedir. Bu nedenle hekim, implant-abutment bağlantı tipleri ve seçeneklerini çok iyi bilmeli, ilgili endikasyonda doğru implant sistemini seçerek hasta için en ideal tedaviyi sağlamayı ilke edinmelidir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazar(lar) ile herhangi bir kişi, kurum veya kuruluş arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır. Çalışma, bilimsel etik kurallarına uygun, tarafsız ve bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, yazım ve yayın sürecinde herhangi bir finansal destek veya bağış alınmamıştır.

Yazar Katkıları

C.H.S veri toplama, formal analiz, görselleştirme, yazma ve düzenlemesini, H.T çalışmanın denetimini, metodolojisini, kontrolünü gerçekleştirmiştir.

Kaynakça

1. Shah RM, Aras MA, Chitre V. Implant-abutment Selection: A Literature Review. *Int J Oral Implantol Clin Res.* 2014;5(2):43-49.
2. Kalpana D, Nadira JS, Naila P, Iti B. Implant abutments: A review. *Int J Appl Dent Sci.* 2020;6(2):310-314.
3. Karunagaran S, Paprocki GJ, Wicks R, Markose S. A review of implant abutments-abutment classification to aid prosthetic selection. *J Tenn Dent Assoc.* 2013;93(2):18-24.
4. Gamborena I, Sasaki Y, Blatz MB. Transmucosal abutments in the esthetic zone: Surgical and prosthetic considerations. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(1):148-157.
5. Tang K, Luo ML, Zhou W, Niu LN, Chen JH, Wang F. The integration of peri- implant soft tissues around zirconia abutments: Challenges and strategies. *Bioact Mater.* 2023;27:348-361.
6. Terzioğlu H, Öztürk B. İmplant-Abutment Özelliklerinin Tedavinin Başarısındaki Etkisi. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont-Special Topics.* 2015;1(2):23-29.
7. Lin WS, Harris BT, Morton D. The use of a scannable impression coping and digital impression technique to fabricate a customized anatomic abutment and zirconia restoration in the esthetic zone. *J Prosthet Dent.* 2013;109(3):187-191.
8. Chokaree P, Poovarodom P, Chaijareenont P, Yavirach A, Rungsiyakull P. Biomaterials and Clinical Applications of Customized Healing Abutment—A Narrative Review. *Journal of Functional Biomaterials.* 2022;13(4):291.
9. Suphangul S, Pujarern P, Rokaya D, Kanchanasobhana C, Rungsiyakull P, Chaijareenont P. Comparison of Plaque Accumulation Between Titanium and PEEK Healing Abutments. *Journal of Functional Biomaterials.* 2024;15(11):334.
10. Hernández AE, Kinalski MA, de Andrade Leão OA, Bergoli CD, Faot F, Dos Santos MBF. Assessment of Surgical and Radiographic Parameters for Abutment Height Selection: A Prospective Study with 1-Year Follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2022;37(5):1037-1043.
11. Laleman I, Lambert F. Implant connection and abutment selection as a predisposing and/or precipitating factor for peri-implant diseases: A review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2023;25(5):984.
12. Türkoğlu P, Köse A, Şen D. Abutment Selection for Anterior Implant- Supported Restorations. *IntechOpen,* 2019. doi: 10.5772/intechopen.80965
13. Pitta J, Todorović A, Fehmer V, Strasding M, Sailer I. Technical complication of a zirconia multiple-unit FDP supported by titanium base abutments - case report on a bonding failure and treatment alternative. *Int J Prosthodont.* 2021;34(4):518-527.
14. Schäfer T, Mätzner KJ, Jung RE, Özcan M, Hjerpe J. Load-bearing capacity of screw-retained fixed dental prostheses made of monolithic zirconia on different abutment designs and abutment-free implant connection. *J Dent.* 2025;153:105561.
15. Deliverska E, Kirilova J, Kirov D. Study of individual healing abutment with standard impression and fully digital CAD-CAM healing abutment. *Medinform.* 2023;10:1665-1670.
16. Benakatti V, Sajjanar JA, Acharya AR. Dental implant abutments and their selection-a review. *J Evolution Med Dent Sci.* 2021;10(35):3053-3059.
17. Kucey BK, Fraser DC. The Procera abutment—the fifth generation abutment for dental implants. *J Can Dent Assoc.* 2000;66(8):445-449.
18. Fiorillo L, D'amico C, Ronsiville V, Cicciù M, Cervino G. Single Dental Implant Restoration: Cemented or Screw-Retained? A Systematic Review of Multi-Factor Randomized Clinical Trials. *Prosthesis.* 2024;6(4):871-886.
19. Lee A, Okayasu K, Wang HL. Screw- versus cement-retained implant restorations: current concepts. *Implant Dent.* 2010;19(1):8-15.
20. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CHF, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 Suppl 6:163-201.
21. Wittneben JG, Joda T, Weber HP, Brägger U. Screw retained vs. cement retained implant-supported fixed dental prosthesis. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):141-151.
22. Halim FC, Pesce P, De Angelis N, Benedicenti S, Menini M. Comparison of the Clinical Outcomes of Titanium and Zirconia Implant Abutments: A Systematic Review of Systematic Reviews. *J Clin Med,* 2022;11(17):5052.
23. Piermatti J. Considerations in Abutment Selection. *Dent Today.* 2017;36(3):74-75.
24. Castillo R, Ata-Ali J. The clinical use of computer aided designed/ computer aided manufactured titanium nitride coated implant abutments: Surgical and prosthetic considerations—A case series. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(7):1008-1021.
25. de Holanda Cavalcanti Pereira AK, de Oliveira Limirio JPJ, Cavalcanti do Egito Vasconcelos B, Pellizzer EP, Dantas de Moraes SL. Mechanical behavior of titanium and zirconia abutments at the implant-abutment interface: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2024;131(3):420-426.

26. Hu M, Chen J, Pei X, Han J, Wang J. Network meta-analysis of survival rate and complications in implant-supported single crowns with different abutment materials. *J Dent*. 2019;88:103115.
27. Pesce P, Del Fabbro M, Menini M, et al. Effects of abutment materials on peri- implant soft tissue health and stability: A network meta-analysis. *J Prosthodont Res*. 2023;67(4):506-517.
28. Huang YS, Huang HH. Effects of clinical dental implant abutment materials and their surface characteristics on initial bacterial adhesion. *Rare Met*. 2019;38:512-519.
29. Prestipino V, Ingber A. Esthetic high-strength implant abutments. Part I. *J Esthet Dent*. 1993;5(1):29-36.
30. Alqurashi H, Khurshid Z, Syed Auy, Rashid Habib S, Rokaya D, Zafar MS. Polyetherketoneketone (PEKK): An emerging biomaterial for oral implants and dental prostheses. *J Adv Res*. 2020;28:87-95.
31. Zol SM, Alauddin MS, Said Z, et al. Description of Poly(aryl-ether-ketone) Materials (PAEKs), Polyetheretherketone (PEEK) and Polyetherketoneketone (PEKK) for Application as a Dental Material: A Materials Science Review. *Polymers (Basel)*. 2023;15(9):2170.
32. Beretta M, Poli PP, Pieriboni S, et al. Peri-implant soft tissue conditioning by means of customized healing abutment: a randomized controlled clinical trial. *Materials (Basel)*. 2019;12(18):3041.
33. Kaleli N, Saraç D, Külünk S, Öztürk Ö. Effect of different restorative crown and customized abutment materials on stress distribution in single implants and peripheral bone: a three-dimensional finite element analysis study. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):437-45.
34. Mishra S, Chowdhary R. PEEK materials as an alternative to titanium in dental implants: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019;21(1):208-222.
35. Ortega-Martínez J, Delgado LM, Ortiz-Hernández M, et al. In vitro assessment of PEEK and titanium implant abutments: Screw loosening and microleakage evaluations under dynamic mechanical testing. *J Prosthet Dent*. 2022;127(3):470-476.
36. Dawson JH, Hyde B, Hurst M, Harris BT, Lin WS. Polyetherketoneketone (PEKK), a framework material for complete fixed and removable dental prostheses: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2018;119:867-872.
37. Albrektsson T, Jacobsson M. Bone-metal interface in osseointegration. *J Prosthet Dent*. 1987;57(5):597-607.
38. Jokstad A, Braegger U, Brunski JB, Carr AB, Naert I, Wennerberg A. Quality of dental implants. *Int Dent J*. 2003;53(6 Suppl 2):409-443.
39. Diaz P, Vizoso B, Lopez-Suarez C, Gonzalo E, Mosaddad SA, Suarez MJ. Evaluation of the influence of connection configuration on the implant- abutment interface vertical misfit of original milled titanium and laser-sintered cobalt-chromium abutments. *Clin Oral Investig*. 2025;29(1):72.
40. Binon PP. Implants and components: entering the new millennium. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(1), 76-94.
41. Weinberg LA. The biomechanics of force distribution in implant-supported prostheses. *The Int J Oral Maxillofac Implants*. 1993;8(1), 19-31.
42. Meng JC, Everts JE, Qian F, Gratton DG. Influence of connection geometry on dynamic micromotion at the implant-abutment interface. *Int J Prosthodont*. 2007;20(6):623-625.
43. Seol HW, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Kim SK. Axial displacement of external and internal implant-abutment connection evaluated by linear mixed model analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(6):1387-1399.
44. Binon PP. The spline implant: design, engineering, and evaluation. *Int J Prosthodont*. 1996;(5):419-433.
45. Wee AG, Mcglumphy EA. Prosthodontic Complications of Spline Dental Implants. *Implant Dentistry*. 203;12(2):151-159.
46. Muley N, Prithviraj DR, Gupta V. Evolution of External and Internal Implant to Abutment Connection. *Int J Oral Implantol Clin Res*. 2012;3(3):122-129.
47. Camps-Font O, Rubianes-Porta L, Valmaseda-Castellón E, Jung Re, Gay- Escoda C, Figueiredo R. Comparison of external, internal flat-to-flat, and conical implant abutment connections for implant-supported prostheses: A systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. *J Prosthet Dent*. 2023;130(3):327-340.
48. Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O, Stimmelmayer M, Güth JF. Metal-free implant-supported single-tooth restorations. Part II: Hybrid abutment crowns and material selection. *Quintessence Int*. 2019;50(4):260-269.
49. Pjetursson BE, Zarauz C, Strasding M, Sailer I, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the influence of the implant-abutment connection on the clinical outcomes of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res*. 2018;18:160-183.
50. Bagnasco F, Menini M, Pesce P, Gibello U, Carossa M, Pera F. Evaluation of Internal and External Hexagon Connections in Immediately Loaded Full-Arch Rehabilitations: A Multicenter Randomized Split-Mouth Controlled Trial With a 6-Year Follow-Up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2025;27: e13416.
51. Tang CB, Liu SY, Zhou GZ, et al. Nonlinear finite element analysis of three implant-abutment interface designs. *Int J Oral Sci*. 2012;4(2):101-108.
52. Saidin S, Abdul Kadir MR, Sulaiman E, Abu Kasim NH. Effects of different implant-abutment connections on micromotion and stress distribution: prediction of microgap formation. *J Dent*. 2012;40(6):467-474.

53. Kharsan V, Bandgar V, Mirza A, Jagtiani K, Dhariwal N, Kore R. Comparative Evaluation of Three Abutment-Implant Interfaces on Stress Distribution in and Around Different Implant Systems: A Finite Element Analysis. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(4):590-594.
54. Vinhas AS, Aroso C, Salazar F, López-Jarana P, Rios-Santos JV, Herrero-Climent M. Review of the Mechanical Behavior of Different Implant- Abutment Connections. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):8685.
55. Ugurel CS, Steiner M, Isik-Ozkol G, Kutay O, Kern M. Mechanical resistance of screwless morse taper and screw-retained implant-abutment connections. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(2):137-142.
56. Bagegni A, Weihsrauch V, Vach K, Kohal R. The Mechanical Behavior of a Screwless Morse Taper Implant-Abutment Connection: An In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2022;15:3381.
57. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, et al. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A*. 2014;102(2):552-574.
58. Alla I, Scarano A, Sinjari B, Xhajanka E, Lorusso F. Peri-Implant Bone Stability Around Tapered Implant Prosthetic Connection: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Different Cone Morse and Conometric Implants Angle Contact and Coupling Interface Designs. *Applied Sciences*. 2025;15(3):1237.
59. Jäger M, Zilkens C, Zanger K, Krauspe R. Significance of nano- and microtopography for cell-surface interactions in orthopaedic implants. *Biomed Biotechnol*. 2007;2007(8):69036.
60. Scarano A, Valbonetti L, Degidi M, et al. Implant-Abutment Contact Surfaces and Microgap Measurements of Different Implant Connections Under 3- Dimensional X-Ray Microtomography. *Implant Dent*. 2016;25(5):656-662.
61. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006;26(1):9-17.
62. Hürzeler M, Fickl S, Zuhr O, Wachtel HC. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments: preliminary data from a prospective study [published correction appears in *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Oct;66(10):2195-6]. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(7 Suppl 1):33-39.
63. Thiyaneswaran N, Rahul B, Surbala D, Mutum SD, Sahana S. Micro gap at Implant abutment Connections-A Systematic Review. *J. Pharm. Sci. & Res*. 2023;15(2):999-1004.
64. Liu Y, Wang J. Influences of microgap and micromotion of implant-abutment interface on marginal bone loss around implant neck. *Arch Oral Biol*. 2017;83:153-160.
65. Kumar L, Singla S, Rehan S, Mehta M, Sharma J, Dhanday S. Comparative Analysis of Microbial Leakage in Implant Recess of Three Different Internal Implant Abutment Connections: An In Vitro Study. *Dent J Adv Stud*. 2023;11(3):102-105.
66. Alves DC, Carvalho PS, Martinez EF. In vitro microbiological analysis of bacterial seal at the implant-abutment interface using two morse taper implant models. *Braz Dent J*. 2014;25:48-53.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).