

Alt Çene Kemik Mineral Yoğunluğunun Tam Dişsiz Kadın ve Erkek Bireylerde Dual Enerji X-Ray Absorbsiometri Yöntemiyle Karşılaştırılması

Comparison of Mandibular Bone Mineral Density Measured by Dual Energy X-Ray Absorbtiometry Technique in Edentulous Men and Women

U. Şebnem BÜYÜKKAPLAN,^a
M. Üstün GÜLDAĞ,^a
S. Hakan TUNA,^a
Mustafa YILDIZ,^b
Burçin Aşkın GÜMÜŞ^c

^aProtetik Diş Tedavisi AD,
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
^bNükleer Tıp AD,
Süleyman Demirel Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Isparta
^cBiyoloji Bölümü,
Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 11.04.2011
Kabul Tarihi/Accepted: 27.06.2011

Yazışma Adresi/Correspondence:
U. Şebnem BÜYÜKKAPLAN
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD, Isparta,
TÜRKİYE/TURKEY
satac@med.sdu.edu.tr

ÖZET Amaç: Dental implant uygulamalarında prognozu etkileyen, hastaya bağlı faktörlerden biri kemik mineral yoğunluğu (KMY) olarak bilinmektedir. KMY'nin, dental implantların planlama, idame ve prognozunda önemli etkileri dışında periodontal hastalık, sert doku grefti gibi uygulamalarda da etkilere sahip olması, diş hekimliği uygulamaları için önemini her geçen gün artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, tam dişsiz yaşlı kadın ve erkek bireylerin KMY'lerinin karşılaştırılması ve KMY ile beden kitle endeksi (BKE), dişsizlik süresi, yaş ve menopoz yaşı arasındaki ilişkinin incelenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmaya, protetik tedavi ihtiyacı ile başvuran toplam otuz sekiz hasta (19 bayan, 19 erkek) katıldı. Çalışmaya, osteoporozu olan kadın ve erkek bireyler dâhil edilmedi. Mandibuler kemik mineral yoğunluğu ölçümleri dual enerji X-ray absorpsiyometri tekniği kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçüm sonuçları g/cm² cinsinden belirlenerek kaydedildi. KMY, BKE, dişsizlik süresi, yaş ve menopoz yaşı arasındaki ilişki, korelasyon analizi ile incelendi. Ölçüm sonuçlarının analizi SPSS 13.0 istatistik değerlendirme programı ile gerçekleştirildi. **Bulgular:** KMY değerlerinin kadınlarda (1,21 ± 0,42 gr/cm²), erkeklerden (1,47 ± 0,39 gr/cm²) daha düşük olduğu saptandı. Bu fark istatistiksel olarak da anlamlı bulundu (p= 0,02). Tüm çalışma grubu için (s= 38) kemik mineral yoğunluğu değeri 1,34 ± 0,43 gr/cm² olarak belirlendi. Çalışmaya katılan bireylerin KMY, BKE, dişsizlik süresi, yaş ve menopoz yaşı değişkenleri arasında zayıf bir korelasyon olduğu belirlendi. **Sonuç:** Araştırmamızda, mandibula gövdesinde belirlenen kemik mineral yoğunluğu ölçümleri, kadınların erkeklerden daha düşük yoğunluğa sahip olduğunu göstermiştir. Daha fazla sayıda bireyin katılımı ile gerçekleştirilecek olan çalışmalar, cinsiyet faktörünün diş hekimliği girişimlerini ilgilendiren kemik mineral yoğunluğu üzerindeki etkilerinin daha kesin sonuçlarla belirlenmesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kemik yoğunluğu; mandibula; çene, dişsizlik

ABSTRACT Objective: One of the patient related prognostic factors in implant dentistry is bone mineral density (BMD). BMD of the jaws has been also gaining importance in contemporary dental practice, since mandibular BMD may have an important role in treatment planning, management and prognosis of such procedures. The aim of this study was to compare mandibular body BMD in women and men and to investigate the relationship between BMD, body mass index (BMI), period of edentulism, age and years since menopause. **Material and Methods:** 38 edentulous patients' (19 females and 19 males) mandibular body bone mineral densities were measured using dual energy X-ray absorptiometry technique. Osteoporotic subjects were excluded from the present study. The measurement results were recorded as g/cm². The correlations between BMD, BMI, period of edentulism, age and years since menopause were investigated using by the correlation analysis. The data were analysed using SPSS 13.0 statistical software. **Results:** The mandibular body bone mineral density measurements were higher in the men (1.47 ± 0.39 gr/cm²) than in women (1.21 ± 0.42 gr/cm²). There was a statistically significant difference between mandibular body bone mineral density of the men and women (p= 0.02). For the whole group (n= 38), bone mineral density value was 1.34 ± 0.43 gr/cm². There was a weak correlation between BMD, BMI, period of edentulism, age and years since menopause. **Conclusion:** In the present study, it was found that mandibular body bone mineral density was lower in women than in men. However, there is a need for further studies including larger study groups to determine the specific effects of sex on mandibular body bone mineral density for dental procedures.

Key Words: Bone density; mandible; jaw, edentulousness

Günümüzde, implant destekli protez uygulamalarının prognozu üzerinde etkili olan “mevcut kemiğin nitelik ve niceliği” ile ilgili olarak pek çok faktör tanımlanmaktadır. Prognozu etkileyen, hastaya bağlı belirlenebilir bu faktörlerden biri, kemik mineral yoğunluğu (KMY) olarak bilinmektedir.¹⁻⁵ KMY'nin dental implantların planlama, idame ve prognozu üzerindeki önemli rolü dışında, periodontal hastalık, sert doku grefti gibi uygulamalarda da etkilere sahip olması, bu parametrenin diş hekimliği uygulamaları için önemini her geçen gün artırmaktadır.⁶⁻⁹

Van Stenberge ve ark.,¹⁰ sağlam kemik ile implant arasında oluşan osseointegrasyonun, iyileşme sürecinde ve protetik yükleme sonrasında yıllarca devam ettirilmesi nedeni ile kemik nitelik ve niceliğinin dental implant uygulamalarında önemli olduğunu belirtmişlerdir. Cerrahi travma ve anatomik özelliklerin primer implant stabilitesi, kemik niteliği ve miktarı, aşırı yüklemenin ise geç implant kayıpları üzerinde öneme sahip olduğu bildirilmiştir.¹¹ KMY'nin diş hekimliği uygulamalarındaki etkileri dolayısıyla farklı koşullardaki KMY'yi belirlemek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır.

KMY, birim alana düşen kemik dokusu miktarıdır (g/cm²). Klinik pratiğinde KMY ölçümleri, kemiğin gerçek ağırlığının ölçülmesi ile değil, nükleer tıp alanında kullanılan X-ray absorpsiyometri veya bilgisayarlı tomografi cihazları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. KMY ölçümleri, kemik rezorpsiyonunu belirlemek amacı ile günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. İskelet sisteminde kemik yoğunluğunun düşük olması, hızlı alveoler kemik rezorpsiyonuna yatkınlık için bir faktör olarak kabul edilmektedir.¹² Bu nedenle, KMY'nin değerlendirilmesi, alveoler rezidüel kret niteliklerini belirlemede büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, tam dişsiz yaşlı kadın ve erkek bireylerin KMY'lerinin karşılaştırılması ve KMY ile beden kitle indeksi (BKİ), dişsizlik süresi, yaş ve menopoz yaşı arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırmaya Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na protetik tedavi ihtiyacı ile başvuran

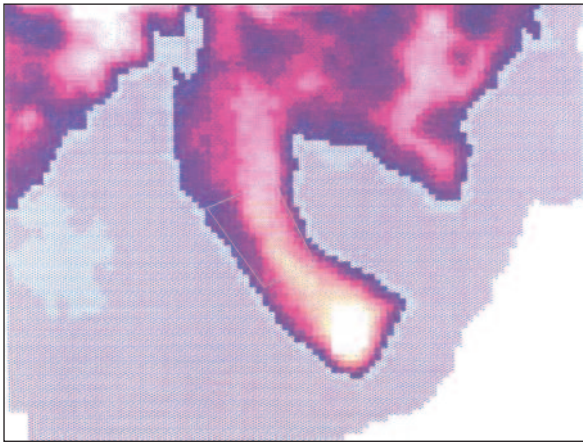
toplam 38 hasta (19 bayan, 19 erkek) katıldı. Erkek bireylerin yaş ortalaması 62,32 ± 8,06, kadın bireylerin yaş ortalaması 60,57 ± 8,55, tüm grup için yaş ortalaması 61,71 ± 7,82 idi. Çalışma daha önce etik kurul onayı alınmış bir çalışmanın verileri kullanılarak gerçekleştirildi. Bu çalışma, insan ögesinin içinde bulunduğu çalışmaları kapsayan Helsinki Bildirgesi 2008 ilkelerine uygun olarak yapıldı. Araştırmaya katılan bireylerin “Bilgilendirilmiş Olur” formu doldurması istendi. Çalışmaya dahil edilme ölçütleri, osteoporoz (T> -2.5), kemik metabolizmasını etkileyen tiroit hastalığı, hiperparatiroidizm, diyabet, kronik böbrek hastalığı gibi herhangi bir hastalığa sahip olmamak, kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanmamış olmak, hormon replasman tedavisi görmemiş olmak, sigara ve alkol kullanmamak şeklinde belirlenmiştir. Kadın hastaların tamamında doğal menopoz durumu mevcuttu. Bireylerde en son diş çekimini 5 yıl ve daha önce yaptırmış olmaları, geceleri tam protezlerini kullanmamaları, protezlerinin akrilik yapay dişler kullanılarak yapılmış olması, protez kaynaklı travma bulunmaması, alt çene bölgesine diş çekimi dışında cerrahi müdahalede bulunulmamış olması şartları arandı. Her bir hasta için BKİ, vücut ağırlığının kilogram cinsinden değerinin, boylarının metre cinsinden değerinin karesine bölünmesi ile (kg/m²) elde edildi.

Dual enerji X-ray absorpsiyometri (DXA) (Norland Medical Systems Inc., Fort Atkinson, WI, USA) tekniğinden yararlanılarak mandibulada kemik yoğunluğu ölçümleri yapıldı. Kemik yoğunluğu ölçümü, Horner ve ark.¹³ tarafından belirtilen şekilde, ramus ve simfiz bölgesi ile karşılaştırıldığında daha fazla hassasiyet göstermesi nedeni ile mandibula gövdesinde gerçekleştirildi. Hastalar servikal omurların süperpozisyonunu önlemek amacı ile yan yatmış pozisyonda, başları ekstansiyon durumunda olacak şekilde konumlandırıldılar. Mandibula her hastada sol taraftan olmak üzere, temporomandibular eklemin 1 cm üzerinden başlanarak dikdörtgen formda tüm mandibula boyunca tarandı. Mandibulanın tek taraflı çekimlerinde diğer kemiklerin (örneğin omurga, maksilla gibi) süperpoze olması hatalı sonuçlar doğuracağından, bilgisayar ekranındaki görüntüde, her çekimde karşı taraf mandibula

gövdesinin de süperpoze olduğu izlendikten sonra görüntüler bilgisayara kaydedildi (Resim 1). Hastanın konumlandırılmasından kaynaklanan hatalardan dolayı, iki tarafta mandibulanın gövdesinin süperpoze olmadığı çekimlerde, çekim işlemi tekrarlandı. DXA tarama görüntüleri bilgisayar hafızasına kaydedildikten sonra, görüntüler manuel olarak dikdörtgen formda programda kayıtlı olan mevcut işaretleme ile mandibula gövdesi üzerinde ramusun anteriorundan parasimfiz bölgesine kadar olan alan üzerine yerleştirildi (Resim 1). Ölçüm yapılacak bölgenin ebatları her hastanın mandibulasına sığacak şekilde uyumlandı. Mandibuler DXA taramaları, gözlemciler arasındaki farklılıkları ortadan kaldırmak için, hasta ve kontrol gruplarını bilmeyen bir gözlemci tarafından analiz edildi. Sistemin tekrarlanabilirliğini sağlamak için her bir ölçüm üç kez gerçekleştirildi ve bu ölçümlerin ortalamaları alındı. Ölçüm sonuçları g/cm^2 cinsinden belirlenerek kaydedildi. Araştırmaya katılan kadın ve erkek bireylerin KMYlerinin karşılaştırılması Mann Whitney U Testi ile KMY ile BKİ, dişsizlik süresi, yaş ve menopoz yaşı arasındaki ilişki ise korelasyon analizi kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçüm sonuçları SPSS 13.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL.) istatistik değerlendirme programı ile analiz edildi.

BULGULAR

Tablo 1 çalışmaya katılan tam dişsiz bireylerin demografik özelliklerini göstermektedir. Kadın ve erkek grubunun yaş ($p=0,5$), BKİ ($p=0,8$) ve diş-



RESİM 1: Bilgisayara kaydedilen mandibular DXA görüntüsü.

TABLO 1: Çalışmaya katılan bireylerin ($n=38$) demografik özellikleri ve kemik mineral yoğunluğu değerleri.

	Tüm grup ($n=38$)	Erkek ($n=19$)	Kadın ($n=19$)
Yaş (yıl)	$61,71 \pm 7,82$	$62,32 \pm 8,06$	$60,57 \pm 8,55$
BKİ (kg/cm^2)	$27,52 \pm 3,06$	$27,39 \pm 2,74$	$27,64 \pm 3,42$
Dişsizlik süresi (yıl)	$16,15 \pm 6,08$	$16,36 \pm 6,13$	$15,95 \pm 6,18$
Menopoz yaşı (yıl)	-	-	$13,63 \pm 4,75$
KMY (gr/cm^2)	$1,34 \pm 0,43$	$1,47 \pm 0,39$	$1,21 \pm 0,42$

BKİ: Beden kitle indeksi, KMY: Kemik mineral yoğunluğu.

sizlik süreleri ($p=0,8$) arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadı. Tablo 2-4 sırasıyla kadın, erkek ve tüm çalışma grubunun yaş, dişsizlik süresi, kadınlar için menopoz yaşı, BKİ ve KMY arasındaki korelasyon analizi sonuçlarını göstermektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre bu değişkenler arasında epeyce zayıf bir korelasyon bulundu. DXA yöntemiyle belirlenen ölçüm sonuçları, kadınların ($1,21 \pm 0,42 gr/cm^2$), erkeklerdekinden ($1,47 \pm 0,39 gr/cm^2$) daha düşük KMY değerine sahip olduğunu gösterdi. İstatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı farklılık bulundu ($p=0,02$). Tüm grup için KMY değeri $1,34 \pm 0,43 gr/cm^2$ olarak belirlendi.

TARTIŞMA

Alveoler residüel kretlerin KMY değerleri hakkında bilgi sahibi olunması, geleneksel protetik tedavi uygulamalarında, sabit ve hareketli implant destekli protezlerde ve periodontal hastalıkta başarılı teşhis, tedavi planı ve prognoz için önemlidir.⁶⁻⁹ Dual foton tarayıcılar ile yapılan kemik mineral içeriği ölçümleri yüksek bir hassasiyetle gerçekleştirilebilmektedir. Dual foton absorpsiyometri ölçümlerinin, mandibuler kemik mineral yoğunluğu değişikliklerini belirlemede kullanılabileceği belirtilmektedir.¹³ Corten ve ark.,¹⁴ mandibuler kemik yoğunluğunun belirlenmesinde dual enerji x-ray absorpsiyometri ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmalarında, bu yöntemin %95 güven aralığında olduğunu (biyopsi ile belirlenen kemik mineral içeriği ile uyumunun) bildirmişler ve dual enerji ölçümlerinin birkaç kez tekrarlanması ile bu güvenilirlik oranının artırılabilceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da

TABLO 2: Kadın çalışma grubunun (n=19) yaş, dişsizlik süresi, menopoz yaşı, beden kitle indeksi ve kemik mineral yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Yaş	Dişsizlik Süresi	Menopoz yaşı	BKİ	KMY (gr/cm ²)
Yaş	1	,53	,80	,009	,07
Dişsizlik Süresi	,53	1	,48	-,28	,009
Menopoz yaşı	,80	,48	1	-,19	-,12
BKİ	,009	-,28	-,19	1	-,02
KMY (gr/cm ²)	,07	,009	-,12	-,02	1

BKİ: Beden kitle indeksi, KMY: Kemik mineral yoğunluğu.

her bir ölçüm farklı zamanlarda 3 kez gerçekleştirilerek ortalaması alınmıştır.

Çalışmamızın sonucunda, kadın bireylerin KMY'leri ($1,21 \pm 0,42$ g/cm²) erkek bireylerin değerlerinden ($1,47 \pm 0,39$ g/cm²) daha düşük bulunmuştur ve bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. Çalışmamıza, osteoporozu sahip kadın ve erkek bireyler dâhil edilmemiştir. Osteopeniye sahip bireyler ise çalışmadan çıkarılmamıştır. Osteopeniye sahip bireyler, osteoporozu sahip bireyler kadar olmasa da düşük iskeletsel KMY değerine sahiptir. Kemik dokusu değişiklikleri kadınlarda, menopozdan sonra gözlenen hormonal değişimlere bağlı olarak, erkeklere oranla daha fazla gözlenmektedir. Osteopeniye sahip bireylerin toplumda kadın popülasyonu içinde daha fazla sayıda olmasının, mevcut çalışmanın sonucunu etkilemesi muhtemeldir. Araştırmamızda, kadınlarda gözlenen daha düşük mandibuler KMY değeri bu durumdan kaynaklanmış olabilir.

Mevcut çalışmada mandibuler KMY değeri, tüm çalışma grubunda ortalama $1,34 \pm 0,43$ g/cm² olarak belirlenmiştir. Drage ve ark.¹⁵ mandibular KMY'yi $1,38 \pm 0,39$ g/cm² olarak belirtmişlerdir. Bu sonuç, çalışmamızın tüm grup KMY değeri ($1,34 \pm 0,43$ g/cm²) ile uyumludur. Horner ve Devlin¹⁶ ise tam dişsiz 40 bireyin katılımı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, mandibular KMY'yi $0,396-1,866$ g/cm² aralığında olmak üzere, ortalama $1,12$ g/cm² ($\pm 0,3$ g/cm²) olarak bildirmişlerdir. Mevcut araştırmamızda, Horner ve Devlin'in¹⁶ çalışmasına göre daha yüksek değerler elde edilmiş olması, osteoporozu sahip bireylerin bu çalışmaya dâhil edilmesi ve tüm hastalarımızda süperpozisyon elde edilmesi ile açıklanabilir.

TABLO 3: Erkek çalışma grubunun (n= 19) yaş, dişsizlik süresi, beden kitle indeksi ve kemik mineral yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Yaş	Dişsizlik Süresi	BKİ	KMY (gr/cm ²)
Yaş	1	,28	-,28	-,14
Dişsizlik Süresi	,28	1	,1	,11
BKİ	-,28	,1	1	-,10
KMY (gr/cm ²)	-,14	,11	-,10	1

BKİ: Beden kitle indeksi, KMY: Kemik mineral yoğunluğu.

TABLO 4: Tüm (kadın ve erkek) çalışma grubunun (n= 38) yaş, dişsizlik süresi, beden kitle indeksi ve kemik mineral yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

	Yaş	Dişsizlik Süresi	BKİ	KMY (gr/cm ²)
Yaş	1	,41	-,21	-,15
Dişsizlik Süresi	,41	1	-,11	,06
BKİ	-,21	-,11	1	-,10
KMY (gr/cm ²)	-,15	,06	-,10	1

BKİ: Beden kitle indeksi, KMY: Kemik mineral yoğunluğu.

KMY sadece primer implant stabilitesinde değil, uzun dönem implant prognozunda da önemli etkilere sahiptir. Esposito ve ark.,¹¹ cerrahi travma ve anatomik şartların ilk aşamada implant kayıplarına, alveoler residüel kret kalitesinin, hacminin ve aşırı yüklenmenin ise daha sonraki aşamalarda gözlenen implant kaybuna neden olduğunu göstermişlerdir. Jaffin ve Berman⁸ ile Herrmann ve ark.,¹⁷ yetersiz kemik miktarını ve özellikle kötü kalitedeki kemiği, standart protokolda gerçekleştirilen implant işleminin başarısızlıkla sonuçlanmasındaki başlıca faktör olarak belirtmişlerdir. Kemik kalitesinin önemli olduğu ani yüklemeye gibi durumlarda, kemiğin değerlendirilmesi ve bu konuda bilgi sahibi olunması, planlama aşamasında önemli yere

sahiptir. Morris ve ark.,¹⁸ kemik yoğunluğu değerleri daha iyi olan bireylerde, uzun dönemde daha iyi implant kemik teması oluştuğunu belirtmişlerdir. Huang ve ark.,¹⁹ sonlu elemanlar analizi yöntemini kullanarak, farklı kemik yoğunluğuna sahip modellerde implantın yerinden çıkarılma kuvvetini ölçtükleri bir çalışmada, yerinden çıkarılma ile kemik yoğunluğu arasında lineer bir ilişki kurmuşlardır. İmplant destekli protezlerin başarılı olarak uzun süre kullanılma süreleri günümüzde önemli ölçüde artmıştır. KMY'nin lokal faktörlerin yanında, sistemik faktörlerden de etkilenmesi nedeniyle (diyabet, osteoporoz, kortizon hormonu kullanımı gibi), KMY ile sistemik durum arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar mevcuttur.²⁰ Sistemik farklılıklardan etkilenen alveoler residüel kretlere yapılan tedavilerden, kimi zaman arzu edilen sonuçlar alınamamaktadır. Bu nedenle, çene kemiklerini etkileyen faktörlerin gün ışığına çıkarılması, implant çalışmalarında gelişme sağlanması açısından önemlidir. Pek çok çalışmada osteoporotik bireylerde dental implantların osseointegrasyonunun gerçekleştiği, ancak protetik yükleme aşamasından önce daha uzun süreli iyileşme süresi gerekeceği belirtilmiştir.^{21,22}

Araştırmamızda, osteoporozla sahip olmayan ileri yaştaki kadın ve erkek bireylerin mandibuler KMY'leri arasında bir farklılık bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmanın küçük bir örneklem grubuna sahip olması, benzer çalışmaların daha fazla parametre ve bireyin katılımı ile gerçekleştirilmesini gerekli kılmaktadır. Örneklem grubunun küçük olması, bireylerin ileri yaşta olmalarına rağmen farklı sistemik koşullarının sınıflandırılabilmesini engellemiştir. Daha fazla bireyin katılımı ile gerçekleştirilecek çalışmalar, kadın ve erkek bireylerdeki KMY farklılığı dolayısıyla uygulanacak implant türü, cerrahi teknik seçimi ve iyileşme için farklı sürelerde bekleme gereksinimini ortaya koymak açısından gereklidir.

SONUÇ

Araştırmamızda, osteoporozla sahip olmayan, ileri yaştaki kadın ve erkek bireylerin mandibular kemik mineral yoğunlukları arasında farklılık bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, mevcut araştırmaya katılan birey sayısının sınırlı olması nedeni ile konu ile ilgili daha fazla bireyin katılımı ile gerçekleştirilecek çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(3):270-6.
- Fujimoto T, Niimi A, Nakai H, Ueda M. Osseointegrated implants in a patient with osteoporosis: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(4):539-42.
- Lugero GG, de Falco Caparbo V, Guzzo ML, König B Jr, Jorgetti V. Histomorphometric evaluation of titanium implants in osteoporotic rabbits. *Implant Dent* 2000;9(4):303-9.
- Cooper LF. Systemic effectors of alveolar bone mass and implications in dental therapy. *Periodontol* 2000;23:103-9.
- Beer A, Gahleitner A, Holm A, Tschabitscher M, Homolka P. Correlation of insertion torques with BMD from dental quantitative CT in the mandible. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(5):616-20.
- Misch CE. Diagnostic imaging and techniques. In: Kircos LT, Misch CE, eds. *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd ed. Saint Louis: Mosby; 1999. p.53-71.
- Enquist B, Bergendal T, Kallis T. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implant supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3(2):129-34.
- Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a five year analysis. *J Periodontol* 1991;62(1):2-4.
- Jemt T, Book K, Linden B. Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Branemark implants in severely resorbed edentulous maxillae: a study from prosthetic treatment to first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7(2):162-7.
- van Steenberghe D, Quirynen M, Molly L, Jacobs R. Impact of systemic diseases and medication on osseointegration. *Periodontol* 2000;33(3):163-71.
- Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106(1):527-51.
- Taguchi A, Sanada M, Krall E, Nakamoto T, Ohtsuka M, Suei Y, et al. Kodama. Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover. *J Bone Miner Res* 2003;18(9):1689-94.
- Homer K, Devlin H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27(1):17-21.
- Corten FG, Buijs WC, Hoppenbrouwers P, Kalk W, Corstens FH. Measurement of mandibular bone density ex vivo and in vivo by dual-energy X-ray absorptiometry. *Arch Oral Biol* 1993;38(3):215-9.

15. Drage NA, Palmer RM, Blake G, Wilson R, Crane F, Fogelman I. A comparison of bone mineral density in the spine, hip and jaws of edentulous subjects. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(4):496-500.
16. Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent* 1998;26(4):337-43.
17. Hermann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(2):220-30.
18. Morris HE, Ochi S, Crum P, Orenstein I, Plezia R. Bone density: its influence on implant stability after uncovering. *J Oral Implantol* 2003; 29(6):263-9.
19. Huang HM, Lee SY, Yeh CY, Lin CT. Resonance frequency assessment of dental implant stability with various bone qualities: a numerical approach. *Clin Oral Implants Res* 2002;13(1):65-74.
20. Akdevelioğlu M, Güngör K, Semiz M. [Comparison of mandibular bone mineral density by optic densitometer in control group subjects and diabetes mellitus (type 1) patients]. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2007;13(1):16-20.
21. Garg AK, Winkler S, Bakaeen LG, Mekayara-jjananonth T. Dental implants and the geriatric patient. *Implant Dent* 1997;6(3):168-73.
22. Fujimoto T, Niimi A, Sawai T, Ueda M. Effects of steroid-induced osteoporosis on osseointegration of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):183-9.