

## Self-Tapping ve Self-Drilling Ortodontik Mikro İmplantların Ortodontik Tedavi Sürecinde Stabiliteilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

### Comparative Evaluation of the Stability of Self-Tapping and Self-Drilling Orthodontic Micro Implants During Orthodontic Treatment

 Sina Yıldırım<sup>1</sup>,  Mehmet Birol Özel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Özel Klinik, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı, Kocaeli, Türkiye.

#### ÖZET

**Giriş:** Bu çalışmanın amacı, birinci premolar diş çekimli vakalarda kanin dişlerin distalizasyonu sürecinde, ankraj amaçlı yerleştirilen self-tapping (ST) ve self-drilling (SD) ortodontik mikro implantların tedavi boyunca stabiliteilerini Periotest cihazı (Medizintechnik Gulden, Modautal, Almanya) ile değerlendirmektir.

**Yöntem:** Araştırma grubumuz, tedavileri alt veya üst çenede veya her iki çenede de daimi birinci premolar diş çekimli olarak yürütülmüş ortalama yaşları 16.47±2.3 yıl (kızlarda 16.72±2.34 yıl, erkeklerde 16.12±2.29 yıl) olan toplam 34 hastadan oluşmuştur. 1.5×8 mm mikro implantlar birinci molar ve ikinci premolar diş kökleri arasına split mouth tasarımına uygun olarak yerleştirilmiştir. 43'ü ST, 43'ü SD olmak üzere toplam 86 adet mikro implant (BioMaterials Korea Inc) yerleştirilmiş, 14 adet mikro implant ise başarısız kabul edilerek çalışma dışı bırakılmıştır. Stabilite ölçümleri 0., 1., 2., 3. ve 4. aylarda Periotest Classic ile yapılmıştır. ST ve SD mikro implantların tüm aylarda birbirleriyle karşılaştırılmaları bağımsız t-testleriyle ve aylık takip ölçümlerinin birbirleriyle karşılaştırılması tekrarlanan ölçümler için tek yönlü ANOVA testleriyle karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** ST mikro implantların mesial ve oklüzal periotest ortalama değerleri aylara göre sırasıyla 1.36±2.39/2.19±1.54, 11.94±8.62/11.06±7.84, 14.50±7.17/12.93±6.04, 15.43±6.07/13.83±5.51, 16.07±5.81/13.41±5.61 olarak bulunmuş iken, SD mikro implantların mesial ve oklüzal periotest ortalama değerleri aylara göre sırasıyla -0.11±2.55/-0.22±2.97, 14.81±7.94/12.71±8.15, 15.00±6.23/12.77±6.51, 13.37±5.32/11.27±5.62, 12.41±5.07/10.33±4.85 şeklindedir. ST ve SD mikro implant stabilite ölçümleri birbirlerinden 0. ve 4. aylarda istatistiksel olarak önemli fark göstermiştir. Hem ST hem de SD mikro implant 0. ay stabiliteileri 1., 2., 3. ve 4. aylardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

**Sonuç:** SD mikro implantlar ST mikro implantlardan daha yüksek primer stabilite göstermekte ve hem ST hem de SD mikro implantlar primer stabiliteilerini, takip eden aylarda koruyamamaktadırlar.

**Anahtar Kelimeler:** mikro implant, self-tapping, self-drilling, stabilite

#### ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study was to compare the stability of self-tapping and self drilling orthodontic micro implants throughout canine distalisation in permanent first premolar extraction cases.

**Method:** 34 patients (19 girls, 15 boys) with mean age 16.47±2.3 years who were to be treated with extraction of permanent first premolars in the maxilla, mandible or both were recruited. 1.5×8 mm micro implants were placed between the roots of the second premolar and the first molar teeth within a split-mouth approach. 43 self-tapping and 43 self-drilling micro implants with a total of 86 micro implants (BioMaterials Korea Inc.) were inserted and 72 micro implants were included in the study owing to the failure of 14 implants. The stability measurements of the micro implants were made at the 0th, 1st, 2nd, 3rd and 4th months. Mean periotest values were compared by independent samples t-test. Comparisons among monthly measurements were made by repeated measurements of ANOVA.

**Results:** The mean mesial and occlusal periotest values of self-tapping micro implants were 1.36±2.39/2.19±1.54, 11.94±8.62/11.06±7.84, 14.50±7.17/12.93±6.04, 15.43±6.07/13.83±5.51, 16.07±5.81/13.41±5.61 respectively and the mean mesial and occlusal periotest values of self-drilling micro implants were -0.11±2.55/-0.22±2.97, 14.81±7.94/12.71±8.15, 15.00±6.23/12.77±6.51, 13.37±5.32/11.27±5.62, 12.41±5.07/10.33±4.85 respectively. Statistically significant difference was found between the stability of self-tapping and self-drilling micro implants at the initial and 4th month measurements.

**Conclusion:** The stability of both ST and SD micro implants were higher at the 0th month. Self-drilling micro implants exhibited higher primary stability than self-tapping micro implants but both of them failed to retain their primary stability values in the consequent months.

**Keywords:** micro implant, self-tapping, self-drilling, stability.

**Gönderim Tarihi:** 22.08.2023 **Kabul Tarihi:** 28.08.2023

**Correspondence:** Dr. Dt. Mehmet Birol Özel, Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı, Kocaeli, Türkiye. **E-mail:** birolozel@gmail.com

**Atıf/ Cite as:** Yıldırım S., Özel MB., Comparative Evaluation of the Stability of Self-Tapping and Self-Drilling Orthodontic Micro Implants During Orthodontic Treatment. Kocaeli Med J 2023; 12 (2): 288-297, doi: 10.5505/kt.2023.25902

**Copyright** © Published by Kocaeli Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kocaeli, Türkiye.

## GİRİŞ

Birinci premolar dişlerin çekilmesi sonrasında yapılacak olan kanin distalizasyonu, çekimli ortodontik tedavilerde en önemli aşamalardan birisidir (1,2). Olgunun ankraj ihtiyacı ve tedavi planına uygun olarak bitirilebilmesi için tedavinin ilk safhasından itibaren kuvvet sistemlerinin dikkatli seçimi ve doğru mekaniklerin kullanılması gerekmektedir (3). Günümüzde halen ankraj sağlamak için kullanılan transpalatal ark, lingual ark, nance aygıtı ve intermaksiller elastikler gibi intraoral aygıtların ve headgear ve yüz maskesi gibi ekstraoral aygıtların protrüzyon, ekstrüzyon, tipping, yumuşak dokularda irritasyon ve hasta kooperasyonu gerekliliği gibi istenmeyen zorlukları bulunmaktadır (4). Ağız içi ve ağız dışı mekanik ve ankraj vasıtalarının kullanımında karşılaşılan bu tip problemler, araştırmacıları implantlardan destek almaya yöneltmiştir. İntraoral ankraj ünitesi olarak titanyum mikro implantların kullanılmaya başlanmasından sonra bu yan etkilerin çoğu elimine edilebilmiştir. Özellikle ortodontik kullanım için tasarlanan bu üniterler, küçük çapları ve buton veya braket başları ile ligatür ve elastomerlerin kullanımını mümkün kılmaktadır. Mikro implantlar komşu dişlerin kök araları da dahil olmak üzere maksilla ve mandibulada birçok bölgeye uygulanabilmektedir (5). Günümüzde mikro implantlar uygulama şekillerine göre self-tapping (ST) ve self-drilling (SD) olarak iki tipe üretilmektedir. ST mikro implantlarda implant yerleştirilmeden önce özel bir dril yardımıyla mikro implant için yol açılmakla daha sonra mikro implant yerleştirilmektedir. SD mikro implantlarda ise bu şekilde bir yol açma ihtiyacı yoktur ve mikro implant direkt olarak kemiğe yerleştirilmektedir. Mikro implantlar uygulandıktan sonra hedeflenen diş/dişlerin hareketi ya da ankraj gerekliliği sürecinde ağızda çevre dokulara herhangi bir zarar vermeden ve stabil bir şekilde varlıklarını sürdürmeleri beklenmektedir.

Bir implantın başarılı olabilmesi için yeterli primer ve sekonder stabilitesinin olması ve tüm yüklemeye periyodunda stabil kalabilmesi gereklidir. Primer stabilite, yeni yerleştirilmiş bir implantın kemik soketi içindeki ankrajıdır. Sekonder stabilite ise kemik-implant ara yüzündeki iyileşmeye ve osseointegrasyona bağlı olarak implantın kemik içindeki ankrajındaki artışı gösterir (6).

Hastayla ilgili faktörler olan yaş, cinsiyet, sistemik hastalıklar ve oral hijyen, mikro implantlarla ilgili faktörler olan çap, uzunluk, yiv yapısı, şekil ve yüzey özellikleri, anatomik faktörler olan kortikal kemik kalınlığı, kemik yoğunluğu ve yerleştirilen bölge, kuvvet uygulamasıyla ilgili olan kuvvetin uygulama zamanı, şiddeti, tipi, süresi, yönü ve klinik tecrübe, yerleştirme torqu, uygulama açısı ve yerleştirme tekniği gibi diğer faktörler mikro implantların stabiliteelerini etkilemektedir (7).

Ortodontide ankraj amacıyla implantların ilk kullanımlarından itibaren pek çok yönden geliştirmeler yapılmış olmasına rağmen klinik gözlem ve uygulamalar ve literatürün tetkiki mikro implantların klinik öngörülebilirliklerinin henüz arzulanan düzeyde olmadığı kanaatini doğurmaktadır. Bu durumdan hareketle; bu çalışmanın amacı, kanin dişlerin maksimum ankraj ile distalizasyonu gerekli olan birinci premolar diş çekimli vakalarda, ankrajı korumak amacıyla daimi birinci molar diş ile ikinci premolar diş kökleri arasına yerleştirilen ST ve SD ortodontik mikro implantların tedavi boyunca stabiliteelerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2012/169 numaralı raporu uyarınca yürütülmüştür. Çalışmamızda ortodontik tedavileri Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda alt veya üst çenede veya her iki çenede de daimi birinci premolar diş çekimli olarak yürütülmüş toplam 34 hastadan (19 kız, 15 erkek) toplanan veriler kullanılmıştır. Araştırma grubumuzun yaş ortalaması 16.54±2.34 (kızlarda 16.88±2.38 yıl, erkeklerde 16.12±2.28 yıl) yıldır.

Araştırma grubuna dahil edilme kriterleri:

- 1)Yer darlığının giderilmesi ve/veya çeneler arası ilişkinin sağlanabilmesi için daimi 1. premolar diş çekimi endikasyonu bulunması,
- 2)Hastanın daimi dişlenmesinin tamamlanmış olması,
- 3)Bilinen herhangi bir sistemik rahatsızlık ve sendroma sahip olmaması,
- 4)Ağız hijyeninin iyi olması,
- 5)Herhangi bir daimi diş eksikliği olmaması şeklindedir.

Araştırma grubuna dahil edilmeme kriterleri:

- 1)Yer darlığı veya çapraşıklığın az olması ve çekim endikasyonu teşkil etmemesi,
- 2)Hastanın süt veya karışık dişlenme döneminde olması,
- 3)Herhangi bir sistemik rahatsızlık ve sendromun bulunması,
- 4)Ağız hijyeninin kötü olması,
- 5)Metal ya da ortodontik tedavide kullanılacak diğer materyallere karşı bilinen bir alerjisinin bulunmasıdır.

Çalışma grubumuzda yer alan hastaların daimi birinci premolar diş çekimlerini takiben sabit ortodontik tedavilerine başlanmıştır. Çalışma grubumuzu oluşturan tüm hastaların tedavisi 0.022" slot metal MBT braketler (Avex Suite, OPAL, South Jordan, USA) kullanılarak yürütülmüştür. Seviyeleme tamamlandıktan sonra mikro implantların uygulanacağı daimi birinci molar diş ve daimi ikinci premolar diş arasındaki bölgelerden periapikal radyografiler alınmıştır.

Klinik çalışma sürecinde silindirik tipte ve 1.5×8 mm ebatlarında toplam 86 adet (43 adet ST, 43 adet SD) mikro implant (BioMaterials Korea Inc.) uygulaması yapılmıştır (Resim 1, Resim 2).

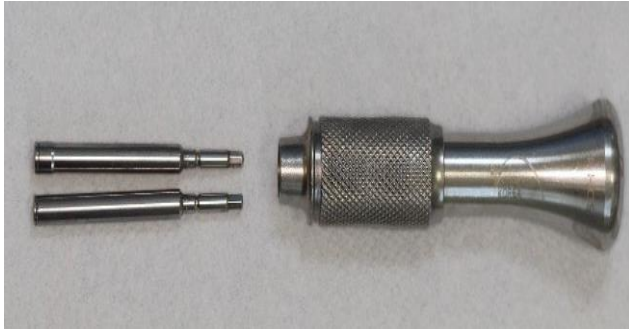


Resim 1. ST mikro implant



Resim 2. SD mikro implant

Yerleştirme işlemi aynı firma tarafından üretilen tornavida (Handle SDH4, Biomaterials Korea Inc.) kullanılarak yapılmıştır (Resim 3).

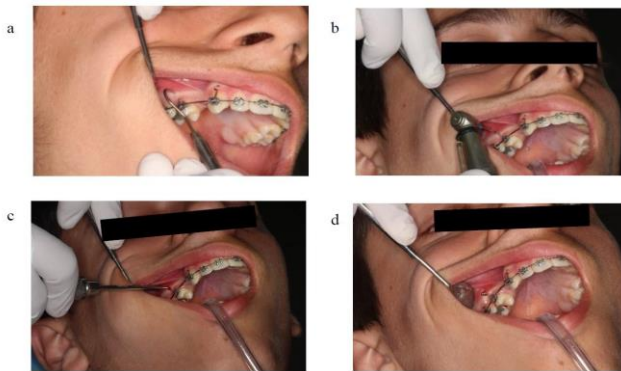


**Resim 3.** Mikro implantları yerleştirmede kullanılan Biomaterials firması tarafından üretilmiş tornavida ve uçları.

Kullanılan her iki mikro implant tipi de aynı firmaya ait, aynı çapta, aynı boyutta ve aynı yiv aralığına sahip olan mikro implantlardır. Mikro implantların sadece mukoza dışında kalan baş kısımları farklıdır.

Mikro implantlar yerleştirilmeden önce maksillada ilgili bölgeye lokal infiltratif anestezi (Maxicaine Fort, Vem İlaç Sanayi, İstanbul, Türkiye), mandibulada ise mandibular anesteziyi takiben ilgili bölgeye lokal infiltratif anestezi uygulanmıştır.

ST mikro implantların yerleştirilebilmesi için oluşturulması gereken rehber delik mikromotor başlığı ile kullanılan fizyodispenser cihazı (Ortron FD-35, Ortron Elektronik, Ankara, Türkiye) ile hazırlanmıştır. Sond ile işaretlenen bölgeye alveolar kemiğe dik olacak şekilde 700 rpm. hızla 1.2×31 mm ebatlarındaki dril (OSD-1231-12C, BioMaterials Korea Inc.) kullanılarak rehber delik oluşturulmuştur. Daha sonra aynı firma tarafından üretilen tornavida kullanılarak mikro implant alveolar kemiğe yerleştirilmiştir (Resim 4).



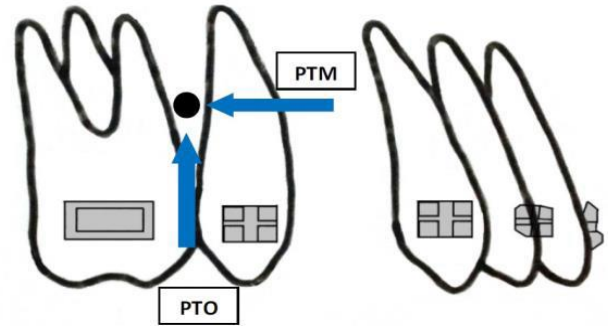
**Resim 4.** ST mikro implantın yerleştirilme işlemi.

- Mikro implantın yerleştirileceği yerin sond ile belirlenmesi,
- 1.2 mm çapındaki dril ile oluk açma işlemi,
- Mikro implantın yerleştirilme işlemi,
- Yerleştirilmiş olan ST mikro implantın görünümü.

SD mikro implantlar yerleştirilmeden önce, implantın yerleştirileceği yer direkt olarak sond ile delinerek işaretlenmiştir. Daha sonra mikro implant, aynı firma tarafından üretilmiş tornavida kullanılarak alveolar kemiğe dik olacak şekilde, daimi birinci molar diş ve ikinci premolar diş arasına yerleştirilmiştir.

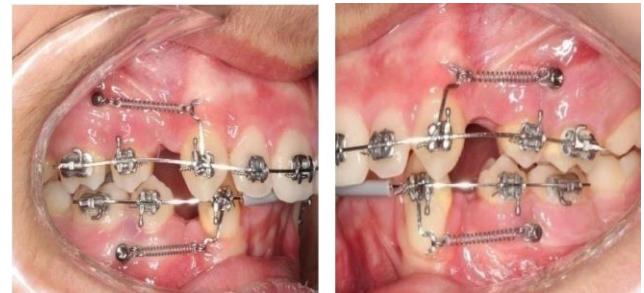
Çalışmamızda split-mouth tasarımına uygun olarak bir tarafa ST mikro implant uygulanırken karşı tarafa SD mikro implant uygulanmıştır. Eğer her iki çeneye de mikro implant yerleştirilmesi gerekiyorsa maksiller sağ ile mandibuler sol tarafa aynı tip implant, maksiller sol ile mandibuler sağ tarafa aynı tip implant yerleştirilmiştir. Tüm mikro implantlar tek bir araştırıcı tarafından uygulanmıştır. Mikro implant uygulamasının hemen sonrasında kontrol amaçlı periapikal radyografiler alınmıştır.

Mikro implantların stabilitesini ölçmek amacıyla Periotest Classic cihazı (Medizintechnik Gulden, Modautal, Almanya) kullanılmıştır. Bu cihaz, -8 ile +50 arasında ölçüm değerleri vermektedir. Düşük değerler yüksek stabiliteye, yüksek değerler düşük stabiliteye işaret etmektedir. Mikro implantlar yerleştirildikten hemen sonra ve 1, 2, 3 ve 4. aylardaki stabiliteyi Periotest Classic cihazı ile değerlendirilmiştir. Ölçümler mikro implanta dik olacak şekilde mesial (PTM) ve oklüzal (PTO) yönlerden yapılmıştır (Resim 5).



**Resim 5.** Mikro implantların stabilite ölçümü

Seviyeleme sonrasında kanin distalizasyonu 0.017"×0.025" çapındaki çelik tel ve kanin dişler bölgesine uygulanmış power-hooklar vasıtasıyla mikro implant ankracı kullanılarak yürütülmüştür. Power hooklar ile mikro implantlar arasında kapalı yaylar kullanılarak 200 gr kuvvet uygulanarak ark teli üzerinde kanin distalizasyonu gerçekleştirilmiştir (Resim 6).



**Resim 6.** Mikro implantlar yerleştirildikten sonra uygulanan kanin distalizasyonu mekanikliği

Aylık rutin kontrollerde kapalı yaylar çıkarılmış ve mikro implantın stabilitesi Periotest Classic cihazı ile tekrar ölçülerek elde edilen değerler kaydedilmiştir. Daha sonra kapalı yaylar 200 gr uygulayacak şekilde tekrar ayarlanıp sabitlenmiştir. Ölçümler kanin distalizasyonu tamamlanana kadar sürdürülmüştür. Kanin distalizasyonları tamamlandıktan sonra mikro implantlar ağızdan çıkartılmıştır.

Bu çalışmanın bütün istatistik hesaplamaları SPSS 13.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle tüm aylarda alınmış periotest ölçümlerinin normal dağılıma uyup uymadığı %95 güvenlilikte Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve tüm ayların ölçümlerinin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Ölçümler arasında cinsiyet yönünden bir fark olup olmadığı bütün aylar için ayrı ayrı Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Maksillada yer alan ST ve SD mikroimplantların stabiliteyi bağımsız t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Maksillanın sağ ve sol taraflarına yerleştirilmiş olan ST ve SD mikro implantların periotest ölçümlerinin karşılaştırmaları, maksillanın sağ tarafına yerleştirilen mikro implantların uygulama yöntemi açısından karşılaştırmaları, maksillanın sol tarafına yerleştirilen mikro implantların uygulama yöntemi açısından karşılaştırmaları tekrarlanan ölçümler için iki yönlü ANOVA testi ile yapılmıştır. ST ve SD mikro implantların tamamının tedavi sürecinde periotest ölçümlerinin değişimi, maksillada ST ve SD mikro implantların tedavi sürecinde periotest ölçümlerinin değişimleri, tekrarlanan ölçümler için tek yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir.

### SONUÇLAR

Bu araştırma 43'ü ST, 43'ü SD olmak üzere 86 adet mikro implant kullanılarak yürütülmüştür. Toplamda 72 mikro implant başarılı olarak kanin distalizasyonu sonuna kadar ağızda kalmıştır. Yerleştirilen mikro implantların 14 tanesi başarısız olmuştur. Mikro implantların 13 tanesi 1. ayda başarısız olmuşken, 1 tanesi ise 2. ayda başarısız olmuştur. Araştırma boyunca yerleştirilen tüm mikro implantların başarı oranı % 83.7'dir. Ortalama kanin distalizasyon süresi 4.51±0.91 aydır.

Mikro implant uygulaması sonrasında radyografik olarak kök teması saptanan 8 mikro implant ve bunların karşısındaki mikro implantlar periotest ölçümleri açısından ölçüm dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak toplamda 72 adet mikro implantın primer stabilite ve takip ölçümleri yapılmıştır. Periotest ölçümleri mikro implantın mesial (PTM) ve oklüzali (PTO) olmak üzere iki yönden yapılmıştır.

Tüm ayların ölçümlerinde normal dağılım saptanmasına rağmen kız ve erkek birey sayıları arasında fark olduğundan dolayı ölçümler arasında cinsiyet yönünden bir fark olup olmadığı bütün aylar için non-parametrik Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Cinsiyet açısından tüm aylarda her iki mikro implant tipinin de istatistiksel olarak farklı periotest ölçümü göstermediği görülmüştür. Bu duruma istinaden periotest ölçümleri ile ilgili istatistiklerde cinsiyet ayrımı yapılmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 1-5).

| Tip | Ölçüm | Kız (n=22) | Std. Sapma | Erkek (n=14) | Std. Sapma | P değeri |
|-----|-------|------------|------------|--------------|------------|----------|
| ST  | PTM   | 1.61       | 2.38       | 0.92         | 2.43       | 0.177    |
|     | PTO   | 2.30       | 1.57       | 2.00         | 1.52       | 0.161    |
| SD  | PTM   | 0.90       | 2.35       | -0.46        | 2.93       | 0.503    |
|     | PTO   | 0.00       | 2.86       | -0.62        | 3.25       | 0.344    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tip | Ölçüm | Kız (n=21) | Std. Sapma | Erkek (n=10) | Std. Sapma | P değeri |
|-----|-------|------------|------------|--------------|------------|----------|
| ST  | PTM   | 10.95      | 7.71       | 14.33        | 10.65      | 0.409    |
|     | PTO   | 10.50      | 8.14       | 12.44        | 7.35       | 0.351    |
| SD  | PTM   | 14.73      | 8.35       | 15.00        | 7.31       | 0.865    |
|     | PTO   | 13.05      | 8.84       | 11.89        | 6.58       | 0.688    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tip | Ölçüm | Kız (n=20) | Std. Sapma | Erkek (n=10) | Std. Sapma | P değeri |
|-----|-------|------------|------------|--------------|------------|----------|
| ST  | PTM   | 14.10      | 7.34       | 15.44        | 7.09       | 0.724    |
|     | PTO   | 12.24      | 6.04       | 14.56        | 6.06       | 0.440    |
| SD  | PTM   | 15.57      | 6.13       | 13.67        | 5.87       | 0.300    |
|     | PTO   | 13.86      | 6.94       | 10.22        | 4.76       | 0.193    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tip | Ölçüm | Kız (n=20) | Std. Sapma | Erkek (n=10) | Std. Sapma | P değeri |
|-----|-------|------------|------------|--------------|------------|----------|
| ST  | PTM   | 14.76      | 5.76       | 17.00        | 6.83       | 0.300    |
|     | PTO   | 13.62      | 5.25       | 14.33        | 6.38       | 0.596    |
| SD  | PTM   | 13.67      | 5.46       | 12.67        | 5.22       | 0.332    |
|     | PTO   | 11.76      | 6.02       | 10.11        | 4.64       | 0.690    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tip | Ölçüm | Kız (n=18) | Std. Sapma | Erkek (n=9) | Std. Sapma | P değeri |
|-----|-------|------------|------------|-------------|------------|----------|
| ST  | PTM   | 15.74      | 5.53       | 16.88       | 6.77       | 0.423    |
|     | PTO   | 13.05      | 5.00       | 14.25       | 7.16       | 0.624    |
| SD  | PTM   | 12.32      | 4.84       | 12.63       | 5.92       | 0.877    |
|     | PTO   | 10.42      | 5.16       | 10.13       | 4.32       | 0.757    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

0. ay periotest mesial ölçümleri (PTM) ST mikro implantlar için ortalama 1.36±2.39 iken SD mikro implantlar için ise ortalama -0.11±2.55 bulunmuştur. 0. aydaki Periotest oklüzal ölçümleri ise ST mikro implantlar için ortalama 2.19±1.54 iken, SD mikro implantlar için ortalama -0.22±2.97 bulunmuştur. 0. ayda SD mikro implantların hem mesial, hem oklüzal periotest ölçümleri daha iyi stabiliteye işaret edecek şekilde ST mikro implantlarının periotest ölçümlerinden istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Tablo 6).

| <b>Tablo 6. ST ve SD Mikro İmplantların Primer Stabiliteilerinin Bağımsız T-Testi ile Karşılaştırılması.</b> |          |            |          |            |          |
|--|----------|------------|----------|------------|----------|
|  | ST(n=36) | Std. sapma | SD(n=36) | Std. sapma | P değeri |
| PTM  | 1.36     | 2.39       | -0.11    | 2.55       | 0.014*   |
| PTO  | 2.19     | 1.54       | -0.22    | 2.97       | 0.000*   |

\* p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

1. ay klinik kontrolde 7 adet mikro implantın stabiliteilerini kaybettiği görülmüş ve karşısındaki mikro implantlar ile birlikte araştırma dışı bırakılmıştır. Kalan 31'er adet mikro implant için ölçülen PTM ölçümleri ST mikro implantlar için ortalama 11.94±8.62 iken SD mikro implantlar için ise ortalama 14.81±7.94 bulunmuştur. 1. aydaki PTO ölçümleri ise ST mikro implantlar için ortalama 11.06±7.84 SD mikro implantlar için ortalama 12.71±8.15 bulunmuştur. Bağımsız t-testi sonucu ST ve SD mikro implantların 1. ay stabiliteileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 7).

| <b>Tablo 7. ST ve SD Mikro İmplantların 1. Ay Stabiliteilerinin Bağımsız T-Testi ile Karşılaştırılması.</b> |          |            |          |            |          |
|---|----------|------------|----------|------------|----------|
|   | ST(n=31) | Std. sapma | SD(n=31) | Std. sapma | P değeri |
| PTM   | 11.94    | 8.62       | 14.81    | 7.94       | 0.178    |
| PTO   | 11.06    | 7.84       | 12.71    | 8.15       | 0.422    |

\* p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

2. ayda bir adet mikro implant kaybı yaşanmıştır ve bunun karşısında yer alan mikro implant da araştırma dışı bırakılmıştır. 2. ay PTM ölçümleri ST mikro implantlar için ortalama 14.50±7.17 iken, SD mikro implantlar için ise ortalama 15.00±6.23 bulunmuştur. 2. ay PTO ölçümleri ise ST mikro implantlar için ortalama 12.93±6.04 SD mikro implantlar için ortalama 12.77±6.51 bulunmuştur. Bu ortalamalar bağımsız t-testi ile karşılaştırıldığında 2. ayda ST ve SD mikro implantlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı gözlemlenmiştir (p>0.05) (Tablo 8).

| <b>Tablo 8. ST ve SD Mikro İmplantların 2. Ay Stabiliteilerinin Bağımsız T-Testi ile Karşılaştırılması.</b> |          |            |          |            |          |
|---|----------|------------|----------|------------|----------|
|   | ST(n=30) | Std. Sapma | SD(n=30) | Std. Sapma | P değeri |
| PTM   | 14.50    | 7.17       | 15.00    | 6.23       | 0.771    |
| PTO   | 12.93    | 6.04       | 12.77    | 6.51       | 0.919    |

\* p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. ay PTM ölçümleri ST mikro implantlar için ortalama 15.43±6.07 iken SD mikro implantlar için ise ortalama 13.37±5.32 bulunmuştur. 3. ay PTO ölçümleri ise ST mikro implantlar için ortalama 13.83±5.5 iken, SD mikro implantlar için ortalama 11.27±5.62 bulunmuştur. Bağımsız t-testi ile bu ortalamalar karşılaştırıldığında 3. ayda ST ve SD mikro implantlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 9).

| <b>Tablo 9. ST ve SD Mikro İmplantların 3. Ay Stabiliteilerinin Bağımsız T-Testi ile Karşılaştırılması.</b> |          |            |          |            |          |
|---|----------|------------|----------|------------|----------|
|   | ST(n=30) | Std. sapma | SD(n=30) | Std. Sapma | P değeri |
| PTM   | 15.43    | 6.07       | 13.37    | 5.32       | 0.166    |
| PTO   | 13.83    | 5.51       | 11.27    | 5.62       | 0.079    |

\* p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. ay periotest ölçümleri alınırken 3. ayda 3 hastada kanin distalizasyonu tamamlandığından bu hastalarda 4. ay periotest ölçümleri alınmamıştır. 4. ay PTM ölçümleri ST mikro implantlar için ortalama 16.07±5.81 iken, SD mikro implantlar için ise ortalama 12.41±5.07 bulunmuştur. 4. ay PTO ölçümleri ise ST mikro implantlar için ortalama 13.41±5.61 iken, SD mikro implantlar için ortalama 10.33±4.85 bulunmuştur. Bağımsız t-testi sonuçlarına göre 4. ayda ST ve SD mikro implantların periotest ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 10).

| <b>Tablo 10. ST ve SD Mikro İmplantların 4. Ay Stabiliteilerinin Bağımsız T-Testi ile Karşılaştırılması.</b> |          |            |          |            |          |
|--|----------|------------|----------|------------|----------|
|  | ST(n=27) | Std. Sapma | SD(n=27) | Std. Sapma | P değeri |
| PTM  | 16.07    | 5.81       | 12.41    | 5.07       | 0.017*   |
| PTO  | 13.41    | 5.61       | 10.33    | 4.85       | 0.036*   |

\* p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. ay itibarıyla 15 tane hastanın kanin distalizasyonu tamamlanmış olduğundan ölçüm yapılabilecek mikro implant sayısı istatistiksel analize imkan vermediğinden 5. ay periotest ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir.

Self-Tapping ve Self-Drilling Mikro İmplantların Tedavi Sürecinde Değerlendirilmesi: Tüm ST ve SD mikro implantların tedavi sürecinde periotest ölçümlerinin değişimi tekrarlanan ölçümler için tek yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiş ve Şekil 1 ve 2 'de grafik olarak gösterilmiştir. PTM ve PTO ölçümlerinden elde edilen Mauchly's Test of Sphericity değerleri sırasıyla 0.001 ve 0.000 olarak bulunmuş ve p<0.05 olduğundan dolayı Pillai's Trace değerine bakılmıştır. Tekrarlanan ölçümler için tek yönlü ANOVA testi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ve bu farkın nedenini belirlemek için post-hoc testler uygulanmıştır (p=0.00).

6.2.6.1. Self-Tapping Mikro İmplantların Tedavi Sürecinde Değerlendirilmesi: ST mikro implantların PTM ölçümleri 0. ay ile diğer aylar arasında ve 1. ay ile 4. ay arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir (p<0.05) (Tablo 11). PTO ölçümleri ise sadece 0. ay ile diğer aylar arasında ve 1. ay ile 3. ay arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir (p<0.05) (Tablo 12).

6.2.6.2. Self-Drilling Mikro İmplantların Tedavi Sürecinde Değerlendirilmesi: SD mikro implantların PTM ve PTO ölçümleri incelendiğinde, 0. ay ile diğer aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcutken ( $p<0.05$ ), diğer ayların kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 13,14).

| Tablo 11. ST Mikro İmplantların Tedavi Sürecindeki PTM Ölçümlerinin Tekrarlanan Ölçümler İçin Tek Yönlü Anova Testi ile Değerlendirilmesi. |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PTM  | 0.-1. ay | 0.-2. ay | 0.-3. ay | 0.-4. ay | 1.-2. ay | 1.-3. ay | 1.-4. ay | 2.-3. ay | 2.-4. ay | 3.-4. ay |
| Mean Difference  | -9.889   | -13.000  | -14.333  | -15.111  | -3.111   | -4.444   | -5.222   | -1.333   | -2.111   | -0.778   |
| Std. Error   | 1.553    | 1.319    | 1.137    | 1.088    | 1.184    | 1.516    | 1.324    | 0.952    | 0.803    | 0.690    |
| P değeri   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 0.143    | 0.069    | 0.005*   | 1.000    | 0.142    | 1.000    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tablo 12. ST Mikro İmplantların Tedavi Sürecindeki PTO Ölçümlerinin Tekrarlanan Ölçümler İçin Tek Yönlü ANOVA Testi ile Değerlendirilmesi. |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PTO  | 0.-1 ay | 0.-2 ay | 0.-3. ay | 0.-4. ay | 1.-2. ay | 1.-3. ay | 1.-4. ay | 2.-3. ay | 2.-4. ay | 3.-4. ay |
| Mean Difference  | -8.037  | 10.899  | -11.889  | -11.519  | -2.852   | -3.852   | -3.481   | -1.000   | -0.630   | -0.370   |
| Std. Error   | 1.420   | 1.221   | 1.106    | 1.140    | 1.040    | 1.146    | 1.175    | 0.539    | 0.639    | 0.414    |
| P değeri   | 0.000*  | 0.000*  | 0.000*   | 0.000*   | 0.109    | 0.024*   | 0.064    | 0.750    | 1.000    | 1.000    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tablo 13. SD Mikro İmplantların Tedavi Sürecindeki PTM Ölçümlerinin Tekrarlanan Ölçümler İçin Tek Yönlü ANOVA Testi ile Değerlendirilmesi. |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PTM  | 0.-1. ay | 0.-2. ay | 0.-3. ay | 0.-4. ay | 1.-2. ay | 1.-3. ay | 1.-4. ay | 2.-3. ay | 2.-4. ay | 3.-4. ay |
| Mean Difference  | -16.444  | -15.296  | -13.704  | -13.037  | 1.148    | 2.741    | 3.407    | 1.593    | 2.259    | 0.667    |
| Std. Error   | 1.709    | 1.191    | 0.987    | 0.967    | 1.174    | 1.487    | 1.570    | 0.634    | 0.758    | 0.316    |
| P değeri   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 1.000    | 0.768    | 0.393    | 0.186    | 0.062    | 0.445    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

| Tablo 14. SD Mikro İmplantların Tedavi Sürecindeki PTO Ölçümlerinin Tekrarlanan Ölçümler İçin Tek Yönlü ANOVA Testi ile Değerlendirilmesi. |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PTO  | 0.-1. ay | 0.-2. ay | 0.-3. ay | 0.-4. ay | 1.-2. ay | 1.-3. ay | 1.-4. ay | 2.-3. ay | 2.-4. ay | 3.-4. ay |
| Mean Difference  | -14.296  | -13.593  | -11.815  | -11.037  | 0.704    | 2.481    | 3.259    | 1.778    | 2.556    | 0.778    |
| Std. Error   | 1.640    | 1.226    | 0.940    | 0.896    | 1.213    | 1.322    | 1.376    | 0.845    | 1.008    | 0.304    |
| P değeri   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 0.000*   | 1.000    | 0.718    | 0.256    | 0.451    | 0.175    | 0.165    |

\*  $p<0.05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## TARTIŞMA

Bir mikro implantın başarılı olabilmesi için yeterli primer ve sekonder stabilitesinin olması ve tüm yükleme periyodunda stabil kalması gerekmektedir. Günümüzde mikro implantların primer stabilitesinin değerlendirildiği çalışmalar mevcutken (6,8,9,10), hem primer hem de sekonder stabilitelelerini değerlendirilen klinik çalışmalar yeterli değildir.

Daha önceki çalışmalarda birinci premolar diş çekimli maksimum ankraj vakalarında mikro implantların genellikle ikinci premolar ve birinci molar diş kökleri arasına yerleştirildiği bildirilmiştir (9,11,12,13). Çalışmamızda da mikro implantların birinci molar ve ikinci premolar dişler arasına yerleştirilmesi tercih edilmiştir.

Mikro implantlar split mouth tasarımına uygun olarak yerleştirilmiştir. Yüz, maksilla ve mandibula ile sağ ve sol olmak üzere dört kadrana ayrıldığında, sağ üst ile sol alt tarafa veya sol üst ile sağ alt tarafa aynı

tipte mikro implant yerleştirilmiştir. Daha az sayıda hasta ile paralel grupları karşılaştırma olanağı sunmasının split-mouth tekniğinin en önemli avantajı olduğu bildirilmiştir (14). Aynı hastalarda sağ ve sol taraftaki kortikal kemik kalınlık ve kemik yoğunluklarının, iki ayrı grup hastaya göre farkının daha az olması da split-mouth tasarımının çalışmamız açısından avantajlı olmasını sağlamaktadır.

Literatürde birinci molar ve ikinci premolar dişler arasında 1.2 mm ile 1.8 mm arasında değişen çaplarda mikro implantlar tercih edildiği görülmüştür (9,15,16,17,18). Çalışmamızda 1.5 mm çapındaki ST ve SD mikro implantların kullanılması tercih edilmiştir.

Mikro implantların çapının, uzunluğunun, yiv yapısının, şeklinin ve çalışmalar mevcuttur (12,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28). Mikro implantların yapısal özelliklerinin stabiliteyi etkilememesi için aynı

firmanın aynı çapta, aynı uzunlukta, aynı yiv yapısında, aynı şekilde ve aynı yüzey özelliklerine sahip ve sadece yerleştirme yöntemi açısından farklı olan mikro implantları tercih edilmiştir.

Kökler arasına yerleştirilen mikro implantların yerleştirme açısının, mikro implantların stabilitesini etkileyip etkilemediği hala tartışma konusudur. Bazı yazarlar kortikal kemiğe daha fazla temas sağlayarak stabiliteyi arttırmak ve kök temasından kaçınmak amacıyla mikro implantların açılı şekilde yerleştirilmelerini savunmuşlarken (29,30,31,32), bazı yazarlar stres oluşumunu engellemek amacıyla mikro implantların alveolar kemiğe dik olarak yerleştirilmesini önermişlerdir (33,34,35). Bu araştırmalar ışığında yerleştirme açısının mikro implant stabilitesini etkilemesi ihtimali göz önünde bulundurularak, mikro implantlar olabildiğince kortikal kemiğe dik olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan ST mikro implantların yerleştirilmesinde 1.2 mm çapında dril kullanılmıştır. Gantous ve Philips (36), ST mikro implantlar yerleştirilirken kullanılacak olan drilin mikro implant çapının %70-85'i kadar olması gerektiğini bildirmişlerdir. Nanda (37) 1.3 mm çapında mikro implantlar için 0.9 mm çapında dril kullanımını önermiştir. Uemura ve ark. (38) yaptıkları çalışmada dril çapının mikro implant çapının % 69-76 arasında olması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmamızda kullanılan 1.5 mm çapında mikro implant için kullanılan 1.2 mm çapında dril implant çapının % 80'ine tekabül etmektedir.

Bu çalışmada mikro implantların tedavi sürecindeki stabilitelelerini incelemek için kanin distalizasyonu yapılan vakaları tercih etmemizin iki nedeni vardır. Birincisi kanin distalizasyonu yapılan vakalarda mikro implantların sıklıkla kullanılması, ikincisi ise mikro implantların uygulandığı bölgelerin periotest ölçümünün yapılabilmesine müsait olmasıdır.

Ortodontik kuvvetin uygulanma zamanlamasının, şiddetinin, tipinin ve yönünün mikro implantların stabilitesini etkilediği bildirilmiştir (12,19,39,40,41,42). Bu nedenle çalışmamızda mikro implantların tümüne immedat yükleme yapılarak kuvvetin uygulama zamanlaması, aynı yönde kapalı yaylar ile 200'er gr kuvvet uygulanarak kuvvetin şiddeti, tipi ve yönü mümkün olduğunca standardize edilmiştir.

Mikro implant başarısında yerleştirme torkunun da etkili olabileceği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (42,43,44). Yerleştirme torkunu standardize etmek için motorlu driver'lar geliştirilmiştir. Ancak çalışmamızda kullanılmış olan mikro implantlar için geliştirilmiş bir cihaz mevcut değildir. Bununla birlikte tüm mikro implantlar tek bir araştırmacı tarafından yerleştirildiğinden bu konuda oluşabilecek varyasyonların en aza indirgenmiş olduğu düşünülmüştür.

Yerleştirme yönteminin mikro implant stabilitesini etkileyip etkilemediği tartışmalıdır. Yerleştirme yönteminin mikro implant stabilitesi üzerinde etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar bulunduğu gibi (7,45), yerleştirme yönteminin mikro implant stabilitesini etkilediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (46,47). Literatür bilgisi ışığında mikro implant stabilitesini etkileyebilecek pek çok faktör bulunmakla birlikte bu çalışmada esas olarak yerleştirme yöntemlerinin kanin distalizasyonu sürecinde mikro implant stabilitesine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Günümüzde mikro implant stabilitesinin klinik ölçümünün non-invaziv olarak yapılabildiği güncel iki sistem bulunmaktadır. Bunlardan ilki Osstell cihazı ile yapılan rezonans frekans analizi, ikincisi ise periotest değerleridir.

Rezonans frekans analizi, Osstell adı verilen elektronik diyapozon gibi davranan ve küçük bir transdüktör içeren cihaz ile yapılmaktadır. Osstell cihazının ölçüm yapabilmesi için mikro implantın baş kısmına yerleştirilen SmartPeg adı verilen bir ara parçaya gereksinim vardır. Bu ara parçanın implantlara özel olarak üretilmesi gerekmektedir. Ölçüm sırasında SmartPeg mikro implanta bağlanır ve cihaz belirli mesafeden rezonans frekans dalgası göndererek stabilite ölçümü yapar. Son yıllarda mikro implant ölçümlerinin Osstell cihazı ile yapıldığı klinik araştırmalar mevcuttur (8,48,49,50).

Periotest cihazı ise PTV yani Periotest value ölçümü yapmaktadır. Cihaz içerisinde diş veya implant üzerine hafifçe vuran bir perküsyon çubuğu ve buna bağlı değerlendirme aygıtından oluşmaktadır. Periotest cihazı aslında dişlerin lüksasyon miktarını ölçmek amacıyla üretilen klinik kullanılabilirliği olan bir cihazdır. Daha sonra implant stabilitesini ölçmede de kullanılmıştır. Son yıllarda birçok araştırmada cihaz mikro implant stabilitesinin ölçümünde de kullanılmıştır (7,9,10,18,38,46).

Oh ve ark. (51), yaptıkları çalışmada implant stabilitesinin ölçümünde hem Osstell hem de Periotest'in kullanışlı ve güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Lachmann ve ark. (52) yaptıkları in-vitro araştırmada Osstell cihazı ile Periotest cihazının performanslarını karşılaştırmışlardır. Gerçek implant stabilitesini belirlemede Osstell cihazı ile daha kesin sonuçlar elde edilebilmesine rağmen SmartPeg adı verilen mknatsız ara parçanın kullanım zorluğu oluşturduğuna değinen araştırmacılar her iki sistemin de implant stabilite ölçümünde kullanışlı olduğunu bildirmişlerdir. Nienkemper ve ark. (53) rezonans frekans ölçümlerini Periotest değerleri ile kıyaslamak amacıyla yaptıkları in-vitro araştırmada her iki ölçüm değerlerinin korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca rezonans frekans analizinin kullanımının günümüzde in-vitro ve hayvan çalışmaları için uygun olduğunu ve SmartPeg kullanımının geliştirildiği taktirde ileride klinik olarak da kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmamız açısından düşünüldüğünde ölçümler sırasında SmartPeg'in yanak mukozasına temas etme ve kaldırıcı kolunu yükselterek yanlış ölçümlere neden olma ihtimali bulunması nedeniyle bu araştırmada rezonans frekans analizi tercih edilmemiştir. Bu araştırma, herhangi bir ara parça gerektirmemesi, klinik kullanımının kolay olması ve ayrıca rezonans frekans analizi yöntemiyle korelasyon göstermesi nedeniyle Periotest cihazı kullanılarak yürütülmüştür.

Çalışmamız sürecinde tüm aylarda elde edilen periotest ölçümlerinin cinsiyetler açısından fark gösterip göstermediğinin değerlendirilebilmesi için bütün aylarda Mann Whitney U testi ile incelenmiş ve hiçbir ayda ST ve SD mikro implantların periotest ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Tablo 1-5). Bu nedenle periotest ölçümlerinin değerlendirildiği istatistiki analizlerde cinsiyet ayrımı gözlemlenmemiştir.

Primer stabiliteleler açısından karşılaştırıldığında PTM ölçümlerine göre ST mikro implantların primer stabilite ortalama değerleri 1.36±2.39 iken SD mikro implantların primer stabilite ortalama değerleri ise -0.11±2.55

bulunmuştur. PTO ölçümlerinde ise ST mikro implantların primer stabilite ortalama değerleri  $2.19 \pm 1.54$  iken, SD mikro implantların primer stabilite ortalama değerleri  $-0.22 \pm 2.97$  bulunmuştur. Bu veriler bağımsız t-testi ile karşılaştırıldığında, SD mikro implantların primer stabilitelerinin ST mikro implantlara göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 18). Suzuki ve Suzuki (54) ve Florvaag ve ark. (55) dril kullanılmadan uygulanan mikro implantların primer stabilitelerinin daha iyi olduklarını belirtirken, Çehrelî (7), ST ve SD mikro implantların primer stabilitelerinin benzer olduğunu bildirmiştir.

Birinci, ikinci ve üçüncü ayda alınan periotest ölçümleri bağımsız t-testi ile değerlendirildiğinde ST ve SD mikro implantlar arasında istatistiksel fark olmadığı görülmüştür (Tablo 19, 20, 21). Kim ve ark. (46) av köpekleri üzerinde yaptıkları ve 12 hafta süreyle 200'er gr kuvvet uyguladıkları çalışmalarında, 12 hafta sonunda periotest ölçümleri yapmışlar ve SD mikro implantların ST mikro implantlardan daha stabil olduğunu bildirmişlerdir.

Dördüncü ayda yapılan periotest ölçümleri açısından ST ve SD mikro implantlar karşılaştırıldığında, SD mikro implantların stabilitesi ST mikro implantlara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 22). Bu SD mikro implantların ilerleyen zamanda kemiğe daha iyi adapte olduğunu düşündürmektedir. Kim ve ark. (46) yaptıkları histomorfometrik çalışmada, 12 hafta sonunda SD mikro implantların kemik-implant yüzey temasının ST mikro implantlara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Kemik remodellingi, mikro implant etrafında yer alan hasarlı kemik dokunun kaldırılıp, implant yüzeyi ile kemik doku arasında meydana gelen osseointegrasyonun meydana geldiği olaylar silsilesidir ve mikro implantların stabilitesini direkt olarak etkilediği bildirilmektedir (29,46,56). Ludwig (29) mikro implantların primer stabilitelerinin 4-6 hafta azaldığını, ikinci ve üçüncü hafta sonunda kemik ile mikro implant arasında osteokondüktif oluşumun meydana gelerek sekonder stabilitenin başladığını bildirmiştir. Mikro implantlar yerleştirildikten sonra bu bölgede iyileşme ve osseointegrasyonun düşük oranda olması özellikle 0. ve 1. aylar arasındaki stabilite düşüşünü açıklayabilmektedir. Ayrıca araştırmacı mikro implantların da protetik implantlar gibi titanyumdan yapıldığını ve bu nedenle osseointegrasyonun ancak mikro implant yüzeyine kumlama gibi yüzey alanı artırıcı işlemlerin yerine parlatma işlemi uygulandığından, kemik ile daha az yüzey temasa geçeceğinden osseointegrasyonun çok sıkı bir şekilde olmayacağını bildirmiştir. Kim ve ark. (46) mikro implant yüzeyleri ile kemik arasında demet kemik remodellingi ve osseointegrasyonun yanında fibröz doku yapımı da gözlemlemiştir.

Deguchi ve ark. (57) tarafından 8 tane av köpeğine toplam 98 adet ST mikro implant yerleştirilerek 12 hafta boyunca 3, 6 ve 12 haftalık iyileşme süreleri incelenen histomorfometrik çalışmada 3 hafta sonunda maksillaya yerleştirilen mikro implantların 1/3 boyun kısmında % 49'luk bir kemik-implant teması gözlemlenirken, 1/3 orta kısımda % 26.4, 1/3 apikal kısımda ise % 15.9'luk bir kemik-implant teması gözlemlenmiştir. 6 ve 12. haftalarda da benzer oranlarda kemik-implant teması gözlemlenmiştir. Çalışmamız kapsamında uygulanmış tüm ST ve SD mikro implantların 0. ay haricindeki takip eden tüm aylarda daha yüksek periotest ölçümleri göstermiş olması bu iyileşme prosesi sırasında tam bir osseointegrasyonun oluşmamasına ve yer yer fibröz doku oluşumuna

bağlanabilir. Ayrıca mikro implant kayıplarının neredeyse tümünün ilk ayda olmuş olması da kemik remodelingine işaret edebilir.

Çalışma bulgularımız; mikro implant uygulamaları sonrasında komşu kemik ve yumuşak dokularda meydana gelen değişikliklerin daha fazla aydınlatılmasıyla daha başarılı klinik sonuçlar elde edileceği ve tedavi sürecindeki stabilite değişikliklerinin sebeplerinin daha doğru yorumlanabilmesini sağlayacağı kanaatini pekiştirir niteliktedir.

Sonuçlar:

1) SD mikro implantlar ST mikro implantlara göre daha yüksek primer stabilite göstermektedir.

2) Hem ST hem de SD mikro implantlar uygulandıktan sonra primer stabilite değerlerini koruyamamaktadır.

3) Mikro implant uygulamalarında tedavi süreci boyunca çalışmamızda tespit edilmiş olan stabilite değişimlerinin hücresel düzeyde aydınlatılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Etik kurul onayı:** Çalışma için Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı (Onay no:2012/169).

**Hasta onamı:** Çalışmamız için hasta onamı alınmıştır.

**Araştırmacıların Katkı Oranı:** Yazarların makaleye fikir/kavram, tasarım, kaynaklar, malzemeler, veri toplama ve/veya işleme, analiz ve/veya yorum, literatür taraması, yazı yazan, eleştirel inceleme katkıları ortak olup; denetleme/danışmanlık Mehmet Birol Özel tarafından yürütülmüştür. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

**Çıkar çatışması:** Yazarların herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Finansal Destek:** Yok.

Bu makale Karadeniz Teknik Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Ortodonti Ana Bilim Dalı'nda Sina Yıldırım tarafından Mehmet Birol ÖZEL danışmanlığında yürütülmüş "Self-Tapping ve Self-Drilling Ortodontik Mikro İmplantların Ortodontik Tedavi Sürecinde Stabiliteilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi" başlıklı tez çalışmasından üretilmiştir.

Yazarların makaleye fikir/kavram, tasarım ve dizayn, kaynaklar, malzemeler, veri toplama ve/veya işleme, analiz ve/veya yorum, literatür taraması, yazı yazan, eleştirel inceleme katkıları ortak olup; denetleme/danışmanlık Mehmet Birol ÖZEL tarafından yürütülmüştür.



**KAYNAKLAR**

1. Ricketts RM BR, Gugino CF, Hilgers JJ, Schulof RF, Bioprogressive Therapy Book, 1. 2. nd Printing: Rocky Mountain Orthodontics, 1980.
2. Ziegler P, Ingervall B. A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 95(2):99-106.
3. Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. *Am J Orthod.* 1976; 70(1):1-19.
4. Özkan S. Direkt ve İndirekt İskeletsel Ankraj Kullanılarak Yapılan İki Farklı Kanin Distalizasyon Tekniğinin Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi. 2012. 119 p.
5. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod.* 2006; 76(2):191-7
6. Çehrelî S. Ortodontik Mikro-İmplantların Primer Stabilitesinin İn Vitro Koşullarda İncelenmesi. [Ankara]: Başkent Üniversitesi. 2011. 117 p.
7. Łyczek, Jan, and Joanna Antoszevska-Smith. "Fundamental factors related to orthodontic micro-implant stability: Review of the literature." *Dental and Medical Problems* 2017; 54.2: 189-193.
8. Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of stability between cylindrical and conical type mini-implants. Mechanical and histological properties. *Angle Orthod.* 2008; 78(4):692-8
9. Motoyoshi M, Uchida Y, Matsuoka M, Inaba M, Iwai H, Karasawa Y, Shimizu N. Assessment of damping capacity as an index of root proximity in self-drilling orthodontic mini-implants. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(1):321-6
10. Inaba M. Evaluation of primary stability of inclined orthodontic mini-implants. *J Oral Sci.* 2009; 51(3):347-53
11. Lee SJ, Ahn SJ, Lee JW, Kim SH, Kim TW. Survival analysis of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(2):194-9
12. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(1):18-25.
13. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(1):109-14.
14. Pandis N, Walsh T, Polychronopoulou A, Katsaros C, Eliades T. Split-mouth designs in orthodontics: an overview with applications to orthodontic clinical trials. *Eur J Orthod.* 2013; 35(6):783-9
15. Park HS, Kwon TG. Sliding mechanics with microscrew implant anchorage. *Angle Orthod.* 2004; 74(5):703-10.
16. Santiago RC, de Paula FO, Fraga MR, Picorelli Assis NM, Vitral RW. Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(2):243-50
17. Thiruvengkatachari B, Pavithranand A, Rajasigamani K, Kyung HM. Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(4):551-4.
18. Yoo SH, Park YC, Hwang CJ, Kim JY, Choi EH, Cha JY. A comparison of tapered and cylindrical miniscrew stability. *Eur J Orthod.* 2014; 36(5):557-62.
19. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(4):373-8.
20. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(6):721.e7-12.
21. Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod.* 2008; 78(1):107-13.
22. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Prog Orthod.* 2005; 6(1):82-97.
23. Freudenthaler JW, Haas R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clin Oral Implants Res.* 2001; 12(4):358-63.
24. Kim YK, Kim YJ, Yun PY, Kim JW. Effects of the taper shape, dual-thread, and length on the mechanical properties of mini-implants. *Angle Orthod.* 2009; 79(5):908-14.
25. Brinley CL, Behrents R, Kim KB, Condoor S, Kyung HM, Buschang PH. Pitch and longitudinal fluting effects on the primary stability of miniscrew implants. *Angle Orthod.* 2009; 79(6):1156-61.
26. Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of stability between cylindrical and conical type mini-implants. Mechanical and histological properties. *Angle Orthod.* 2008; 78(4):692-8.
27. Cha JY, Takano-Yamamoto T, Hwang CJ. The effect of miniscrew taper morphology on insertion and removal torque in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010; 25(4):777-83.
28. Choi SH, Cha JY, Joo UH, Hwang CJ. Surface changes of anodic oxidized orthodontic titanium miniscrew. *Angle Orthod.* 2012; 82(3):522-8.
29. Ludwig B (2008). *Mini-implants in Orthodontics.* Quimessence Publishing Co Ltd. Berlin.
30. Nanda RS (2010). *Biomechanics in Orthodontics: Principles and Practice.* Quintessence Publishing Inc. Chicago.

31. Xu Z, Wu Y, Zhao L, Zhou Y, Wei X, Tang N, Feng X, Tang T, Zhao Z. Effect of placement angle on the stability of loaded titanium microscrews in beagle jaws. *Angle Orthod.* 2013; 83(4):659-66.
32. Zhao L, Xu Z, Wei X, Zhao Z, Yang Z, Zhang L, Li J, Tang T. Effect of placement angle on the stability of loaded titanium microscrews: a microcomputed tomographic and biomechanical analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(5):628-35.
33. Lee J, Kim JY, Choi YJ, Kim KH, Chung CJ. Effects of placement angle and direction of orthopedic force application on the stability of orthodontic miniscrews. *Angle Orthod.* 2013; 83(4):667-73.
34. Jasmine MI, Yezdani AA, Tajir F, Venu RM. Analysis of stress in bone and microimplants during en-masse retraction of maxillary and mandibular anterior teeth with different insertion angulations: a 3-dimensional finite element analysis study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 141(1):71-80.
35. Woodall N, Tadepalli SC, Qian F, Grosland NM, Marshall SD, Southard TE. Effect of miniscrew angulation on anchorage resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(2):e147-52.
36. Gantous A, Phillips JH. The effects of varying pilot hole size on the holding power of miniscrews and microscrews. *Plast Reconstr Surg.* 1995; 95(7):1165-9.
37. Nanda RS (2009) *Temporary Anchorage Devices in Orthodontics.* St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
38. Uemura M, Motoyoshi M, Yano S, Sakaguchi M, Igarashi Y, Shimizu N. Orthodontic mini-implant stability and the ratio of pilot hole implant diameter. *Eur J Orthod.* 2012; 34(1):52-6.
39. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998; 13(3):201-9.
40. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res.* 2003; 82(5):377-81.
41. Tozlu M. Yeni Geliştirilen Mini İmplant Ring Aparatının Minivida Stabilitesi ve Kuvvet Dircine Olan Etkisi. Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2010. 105 p.
42. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19(1):100-6.
43. Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 36(8):695-9.
44. Lim HJ, Choi YJ, Evans CA, Hwang HS. Predictors of initial stability of orthodontic miniscrew implants. *Eur J Orthod.* 2011; 33(5):528-32.
45. Su YY, Wilmes B, Hönscheid R, Drescher D. Comparison of self-tapping and self-drilling orthodontic mini-implants: an animal study of insertion torque and displacement under lateral loading. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24(3):404-11.
46. Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(2):190-4.
47. Pithon MM, Nojima MG, Nojima LI. Primary stability of orthodontic mini-implants inserted into maxilla and mandible of swine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012; 113(6):748-54.
48. Ure DS, Oliver DR, Kim KB, Melo AC, Buschang PH. Stability changes of miniscrew implants over time. *Angle Orthod.* 2011; 81(6):994-1000.
49. Veltri M, Balleri B, Goracci C, Giorgetti R, Balleri P, Ferrari M. Soft bone primary stability of 3 different miniscrews for orthodontic anchorage: a resonance frequency investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135(5):642-8.
50. Uysal T, Ekizer A, Akcay H, Etoz O, Guray E. Resonance frequency analysis of orthodontic miniscrews subjected to light-emitting diode photobiomodulation therapy. *Eur J Orthod.* 2012 Feb;34(1):44-51.
51. Oh JS, Kim SG, Lim SC, Ong JL. A comparative study of two noninvasive techniques to evaluate implant stability: Periostest and Osstell Mentor. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(4):513-8.
52. Lachmann S, Jäger B, Axmann D, Gomez-Roman G, Groten M, Weber H. Resonance frequency analysis and damping capacity assessment. Part I: an in vitro study on measurement reliability and a method of comparison in the determination of primary dental implant stability. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(1):75-9.
53. Nienkemper M, Wilmes B, Panayotidis A, Pauls A, Golubovic V, Schwarz F, Drescher D. Measurement of mini-implant stability using resonance frequency analysis. *Angle Orthod.* 2013; 83(2):230-8.
54. Suzuki EY, Suzuki B. Placement and removal torque values of orthodontic miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(5):669-78.
55. Florvaag B, Kneuert P, Lazar F, Koebke J, Zöller JE, Braumann B, Mischkowski RA. Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An in-vitro study. *J Orofac Orthop.* 2010; 71(1):53-67.
56. Ashley ET, Covington LL, Bishop BG, Breault LG. "Ailing and failing endosseous dental implants: "a literature review". *J Contemp Dent Pract.* 2003; 15:4(2):35-50.
57. Deguchi T, Yabuuchi T, Hasegawa M, Garetto LP, Roberts WE, Takano-Yamamoto T. Histomorphometric evaluation of cortical bone thickness surrounding miniscrew for orthodontic anchorage. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2011; 13(3):197-205.