

# **Sıçan molar dişlerinde ortodontik diş hareketi oluşturabilmek amacıyla kullanılan apareyin tanıtımı ve uygulanması \***

## *Introduction of an orthodontic appliance to move the upper first molars in rats*

Dt. M.Cem Caniklioğlu\*\*, Prof. Dr. Yıldız Kırılıç\*\*, Prof. Dr. Namık Soydan\*\*\*

**Özet:** Bu çalışmanın amacı sıçan 1. molar dişlerini mezial yönde hareket ettiren apareyin tanıtımı ve bu apareyin uygulanması sonucunda elde edilen bulguların diğer araştırmacıların çalışmaları ile karşılaştırılmasıdır. Araştırmamızda 90±10 günlük 220±10 gr. ağırlığında 20 adet Sprague Dawley cinsi sıçan kullanılmış olup, tüm deneklere üst keser ve üst 1. molar dişler arasında NiTi kapalı sarmal zembereklere oluşan sabit bir ortodontik aygıt uygulanmıştır. Apareyin uygulanmasını takiben tüm deneklerde kilo kaybı gözlenmiş, ancak ilerleyen günlerde deneklerin eski kilolarına ulaştıkları ve kilo almaya devam ettikleri görülmüştür. Çalışma süresince çiğneme fonksiyonuna veya üst keser dişlerin uzamasına bağlı olarak apareyde kırılma veya çıkma meydana gelmemiştir. Deney sonunda makroskopik olarak; 1. ve 2. molar dişler arasında diastemaların meydana geldiği ve bu alanlarda yiyecek birikmesi olduğu gözlenmiştir. Yapılmış olan histolojik incelemede zembereği 1. molar dişe bağlayan ligatür telinin gömülmesine ve yiyecek birikmesine bağlı olarak bu dişin mezial ve distal kök yüzeylerindeki alveol kemiğinde diş hareketine bağlı olmayan patolojik değişiklikler saptanmıştır. Çalışmamızın sonuçları kemirgen deney hayvanlarında yapılacak olan çalışmalarda sürekli olarak uzayan üst keser dişler yerine 1. molar dişler üzerine kuvvet uygulamanın bazı avantajları olabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte çalışma sahasının küçüklüğünden dolayı apareyin bu dişler üzerine uygulanmasındaki zorluk ve aygıtla bağlı olarak alveol kemiğinde meydana gelen patolojik değişiklikler bu apareyin dezavantajları olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ortodontik diş hareketi, ortodontik aparey, sıçan

### **Giriş**

Günümüzde ortodontik diş hareketleri ile ilgili yapılan çalışmalarda çeşitli araştırmacılar klinikte gerçekleştirdikleri diş hareketlerini laboratuvara taşıyarak uygun bir deney modeli geliştirmek için çalışmışlardır (1,2,3,4).

**Summary:** The aim of this study is to present an orthodontic appliance which move the upper first molars in rats mesially and to evaluate the results of this appliance with the findings of other researches. 20 Sprague Dawley rats 220±10 gr. in weight and 90±10 days of age were used in this study and NiTi coil springs were inserted between the first upper molar and incisor as the orthodontic appliance. Animals tolerated the experimental procedures well. Following an initial loss, they all regained their original weights. During the experimental period appliance breakage did not occur due to the continuous eruption of upper incisors or to the chewing function. At the end of the experimental period diastema between the first and second molar and food impaction in this area was seen. Histological examination showed that because of food impaction and the wire around the first upper molar pathological changes on alveolar bone occurred. Because of continuous eruption of upper incisors in rats applying the orthodontic appliance to the molars would have some advantages over the other appliances applied to the incisors. Difficulties in inserting the appliance and pathological changes on alveolar bone are two main disadvantages of this appliance.

**Key Words:** Orthodontic tooth movement, orthodontic appliance, rat

Bu tür çalışmalarda kullanılacak en uygun deneklerin maymunlar olduğu bilinmesine karşın, teminlerinin güçlüğü, bakımlarının zorluğu ve ekonomik olmayışları araştırmacıları başka tür denekler üzerinde yoğunlaşmaya zorlamıştır. Bu amaçla değişik çalışmalarda kedi, köpek, tavşan, kobay ve sıçanlar deney modeli olarak kullanılmışlardır (5,6,7,8,9,10,11).

\* Bu çalışma 6. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresinde (16-20 Haziran 1998, İstanbul, Türkiye) poster olarak sunulmuştur.

\*\* İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

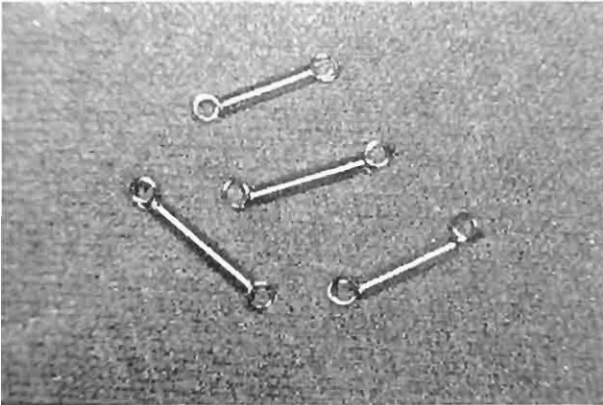
\*\*\* İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Histoloji Birimi

Sıçanların her bir yarım çenesinde 1 adet keser ve 3 adet molar diş bulunmaktadır (12). Bu denekler üzerinde yapılmış olan değişik çalışmalarda diş hareketini gerçekleştirmek amacıyla kullanılan ortodontik aygıtlar alt veya üst çenede keser veya molar dişlere değişik mekanikler vasıtası ile uygulanmıştır.(1,2,5,13,14,15)

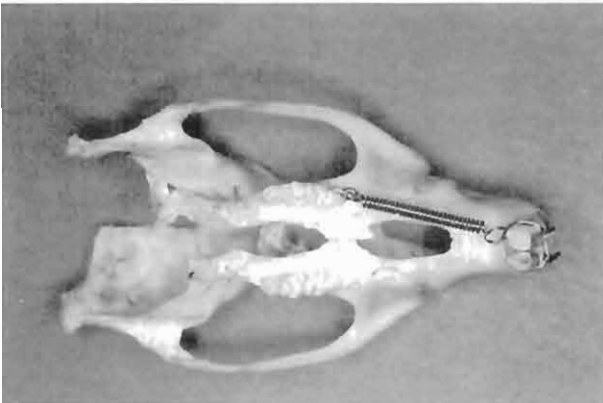
Bu çalışmanın amacı sıçanlarda üst 1. molar dişleri mezial yönde hareket ettirmek üzere uygulanan ortodontik apareyin tanıtımı ve bu apareyin diş ve çevre dokulara olan etkilerini makroskopik ve histolojik düzeyde değerlendirmektir.

### Materyal ve Metod

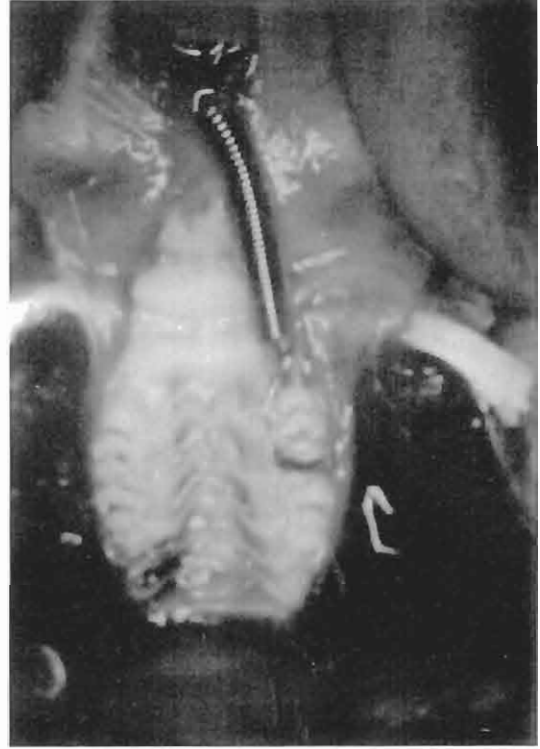
Araştırmada  $90 \pm 10$  günlük ve  $220 \pm 10$  gr. ağırlığında 20 adet Sprague Dawley cinsi sıçan kullanılmıştır. Çalışmanın başlangıcında ketalar anestezisi altında (100 mg./kg.) uyutulan deneklerde üst molar dişleri mezial yönde hareket ettirmek amacıyla deneklerin üst keser dişleri ile üst 1.molar dişleri arasında NiTi kapalı sarmal zemberekden (closed coil spring) oluşan sabit bir ortodontik aygıt uygulanmıştır (Resim 1). Kapalı sarmal zemberekler üst 1.molar ve üst keser dişlere 0.20 mm kalınlığında ligatür telleri ile bağlanarak tutturulmuştur. Ligatür teli üst keser dişlere distal yüzeylerinde açılan retansiyon olukları vasıtası ile bağlanırken, üst 1.molar dişlere 1. ve 2.molarlar arasındaki interproksimal



Resim 1: Çalışmada kullanılan ortodontik zemberekler



Resim 2: Çalışmada kullanılan ortodontik aparey



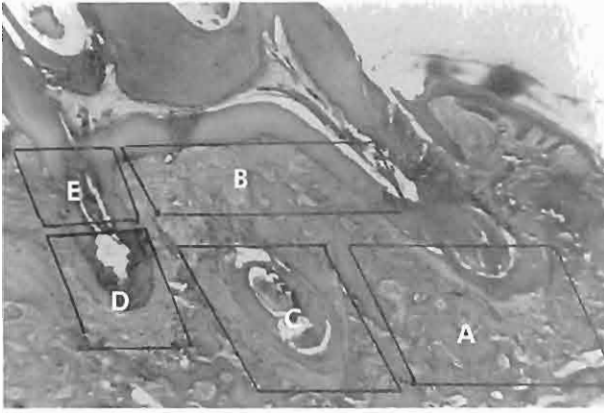
Resim 3: Apareyin ağız içi görünümü

bölgeden geçirilmek sureti ile bağlanmıştır. Retansiyonu arttırmak amacı ile üst 1.molar dişin mezial yüzeyinde dişeti seviyesinde retansiyon oluğu açılmıştır (Resim 2, Resim 3). Aparey başlangıçta 60 gr kuvvet uygulayacak şekilde aktive edilmiş olup deney süresince bir daha aktive edilmemiştir.

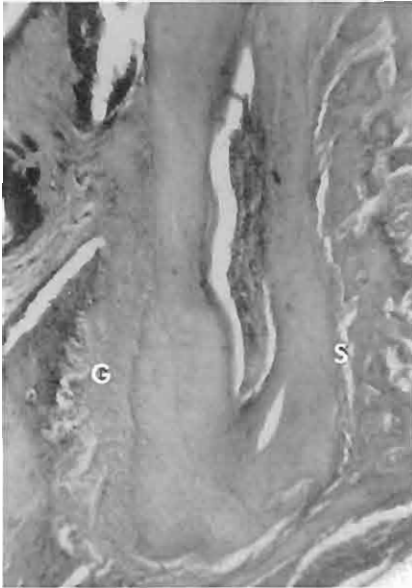
Ortodontik Apareyin Aktivasyonu: Öncelikle çalışmamızda kullanılan NiTi kapalı zembereklerden yapılan ortodontik aygıtların 60 gr. kuvvet uygulayabilmesi için 1 mm. aktive edilmesi gerektiği saptanmıştır. Daha sonra eter anestezisi altında uyutulan deneklerde üst kesici ve üst 1. molar diş arasındaki mesafe ölçülmüş (x mm.) ve ortodontik aparey boyu bu mesafeden 1 mm. daha kısa olacak şekilde (x-1 mm.) her denek için özel olarak hazırlanmıştır.

Deney süresince kullanılmış olan ortodontik apareyin kırılmasını önlemek amacıyla alt keser dişlerde 0., 5. ve 10. günlerde yaklaşık olarak 1'er mm. aşındırma yapılmış ve tüm denekler çalışmanın 14. gününde sakrifiye edilmiştir.

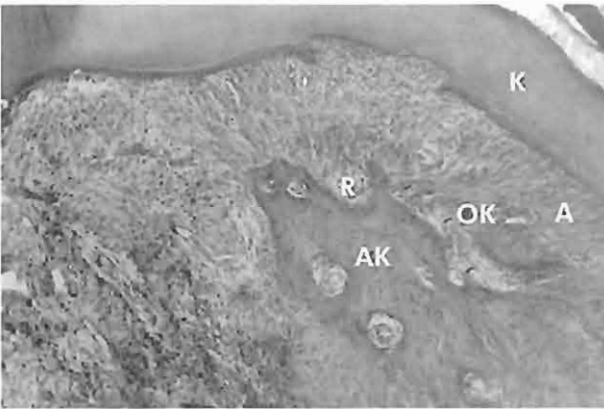
Sakrifikasyonu takiben tüm deneklerin üst çeneleri tespit için %10 luk formol solüsyonu içerisinde bırakılmıştır. Bu işlemi takiben EDTA ile dekalsifikasyon yapılmış ve gerekli takipler sonrasında dokular parafin bloklar içerisine alınmıştır. Parafin bloklardan elde edilen 8-10 mikron kalınlığındaki seri kesitler Hematoksilen&Eozin ile boyanarak ışık mikroskopunda Resim 4 üzerinde gösterilen alanlarda (A,B,C,D,E) histolojik değerlendirmeler yapılmıştır.



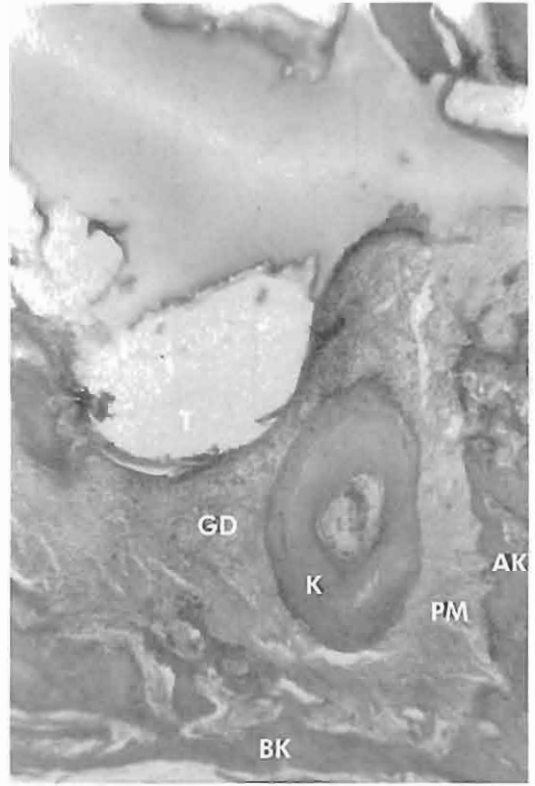
**Resim 4:** Çalışmada incelenen histolojik alanlar (H&Ex25)



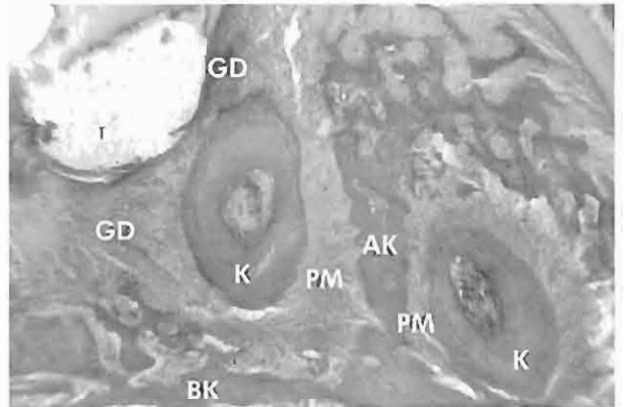
**Resim 5:** Alan A'da periodontal membranda sıkışma ve gerilme bölgeleri (H&Ex40) (S) sıkışma bölgesi (G) gerilme bölgesi



**Resim 6:** Resim 4'de Alan B ile gösterilen bölgeden büyütölerek alınmış resimde alveol kemiğinde rezorpsiyon ve apozisyon alanları (H&Ex60) (AK) alveol kemiği, (K) Kök, (R) rezorpsiyon, (A) apozisyon, (OK) osteoklast.



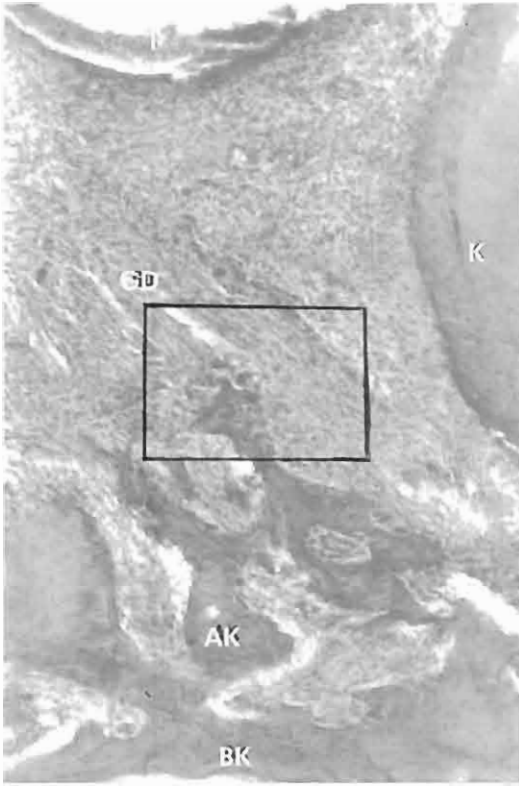
**Resim 7:** Alan D ve Alan E'de telin patolojik etkisi (H&Ex40) (AK) alveol kemiği (K) kök (GD) granülasyon dokusu (PM) periodontal membran (BK) bazal kemik (T) tel



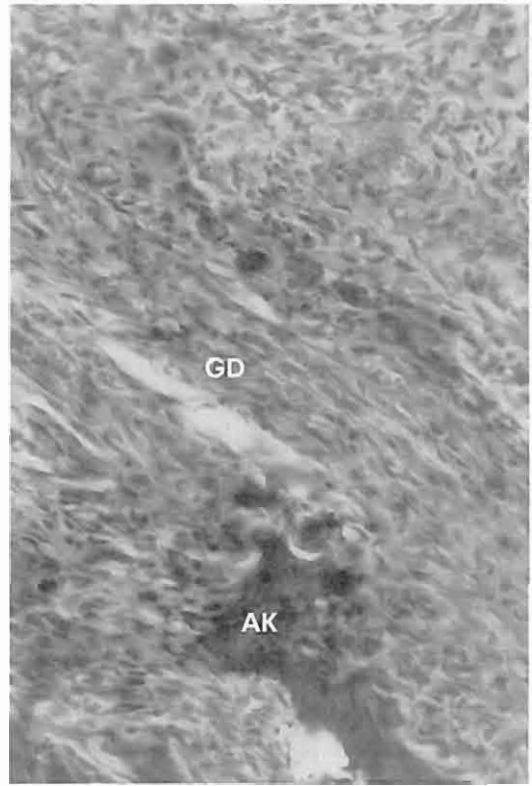
**Resim 8:** Alan D ve Alan E'de telin patolojik etkisi (H&Ex40) (AK) alveol kemiği (K) kök (GD) granülasyon dokusu (PM) periodontal membran (BK) bazal kemik (T) tel

## Bulgular

Çalışmada kullanılan apareyin uygulanmasını takiben tüm deneklerde kilo kaybı gözlenmiş, ancak ilerleyen günlerde deneklerin eski kilolarına ulaştıkları ve kilo almaya devam ettikleri görölmüştür. Deney süresince



**Resim 9:** Resim 7 ve Resim 8'den büyütülerek alınmış bu resimde Alan D ve E'de tel altındaki bölgede patolojik kemik yıkımı (H&Ex100) (AK) alveol kemiği (K) kök (GD) granülasyon dokusu (BK) bazal kemik (T) tel.



**Resim 10:** Resim 9'da belirlenmiş karenin büyütülmüş resiminde Alan D de telin gömülmesine bağlı olarak gelişen kronik inflamasyon (yoğun granüler-çok hücreli alanı (H&Ex250) (AK) alveol kemiği (GD) granülasyon dokusu

yapılan ağız içi kontrollerde apareyin fizyolojik fonksiyonları engellemediği saptanmıştır. Çalışma süresince çiğneme fonksiyonuna veya üst keser dişlerin uzamasına bağlı olarak apareyde kırılma veya çıkma meydana gelmemiştir. Deneysel sonunda makroskopik olarak; 1. ve 2. molar dişler arasında diastemaların meydana geldiği ve bu alanlarda yiyecek birikmesi olduğu gözlemlenmiştir (Resim 3).

Yapılan histolojik incelemede Alan A, Alan B ve Alan C de tüm deneklerde kuvvetin uygulandığı yönde periodontal membranın sıkıştığı, hareketin aksi yönünde ise periodontal membranın genişlediği dikkati çekmiştir (Resim 5). Periodontal membranın sıkıştığı bölgeye komşu alveol kemiğinde yıkım alanları ve çok sayıda aktif osteoklast dikkat çekerken periodontal aralığın genişlediği bölgede yeni kemik yapımı dikkati çekmektedir (Resim 6). Buna karşılık Alan D ve Alan E de meydana gelen değişiklikler incelendiğinde tüm deneklerde ilgili bağ dokusunda geniş kronik bir iltihap, granülasyon dokusu ve komşu kemik yüzeylerinde geniş yıkım alanları ile karakterize patolojik değişiklikler saptanmıştır (Resim 7, Resim 8, Resim 9, Resim 10).

## Tartışma

Sıçanların her bir yarım çenesinde 1 adet keser ve 3 adet

molar diş bulunmaktadır (12). Denek olarak kullanılan sıçanlarda üst keser dişlerdeki sürekli uzamanın bu dişler üzerine uygulanan ortodontik apareylerin stabilitesini önemli ölçüde engellediği değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir, ayrıca keser dişlere uygulanan kuvvetin diş hareketi yanında premaksiller suturda da açılmaya sebep olabileceği gösterilmiştir (2,16).

Hiçbir uygulama yapılmamış sıçanlarda kesici dişlerin periodontal membranlarında daimi sürme potansiyeli nedeniyle, molar periodontal mebranına nazaran daha fazla remodelling aktivasyonu ve background osteoklastlar bulunduğu değişik araştırmacılar tarafından belirtilmiştir, bu denekler üzerinde yapılan çalışmalarda ortodontik apareye bağlı olarak meydana gelen etkilerin molar dişler üzerinde daha net olarak belirlenebildiği bildirilmiştir (1,2,16). Schour (12) sıçan molar dişlerinin hem dokularının hem de periodontal yapılarının gelişmiş insan molar dişlerinin dokularıyla büyük ölçüde benzerlik gösterdiği bildirerek yapılacak olan deneysel çalışmalarda sıçan molar dişlerinin tercih edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu bilgiler ışığı altında ortodontik diş hareketlerini sıçanlar üzerinde inceleyen pek çok araştırmacı gibi bizim araştırmamızda da Sprague Dawley türü sıçanlar kullanılmış ve bu deneklerde üst 1. molar diş keser, dişlerden destek

alınarak NiTi kapalı sarmal zemberekden oluşan bir ortodontik aygıt vasıtası ile mezial yönde hareket ettirilmiştir (Resim 1, Resim 2, Resim 3).

Çalışmamızda ilk kez Heller ve Nanda (17) tarafından olmak üzere değişik araştırmacılar (5,14,18) tarafından kullanılmış olan ortodontik aygıttan uygulamada bazı değişiklikler yapılmak suretiyle faydalanılmıştır. Uygulanan kuvvetin etkisi ile meydana gelen devrilme hareketine bağlı olarak ligatür telinin 1. molar diş üzerinden sıyırılmasını engellemek amacıyla 1. molar dişin mezial yüzeyinde dişeti seviyesinde olmak üzere bir retansiyon oluğu açılmış, bu oluk dişin vestibül ve lingual yüzlerine doğru bir miktar uzatılmış ve ligatür teli bu oluk içerisine oturtularak apareyin bağlanma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu aygıtın gerek unilateral gerekse bilateral olarak kullanıldığı değişik çalışmalar incelendiğinde apareyin molar dişlere bağlandıktan sonra uygulanacak kuvvet miktarı kadar aktive edildiği ve bu noktada keser dişlere heliks içerisinden geçirilen bir ligatür teli ile tutturulduğu görülmüştür (5,14,17,18). Böyle bir uygulama sonucunda ortodontik aygıtın bir ucundaki heliks her denekte tam olarak keser dişlerin lingual yüzlerine temas etmeyecek, keser dişlerle heliks arasında apareyi sadece ince bir ligatür teli (en fazla 0.3 mm. kalınlığında) tutacak ve üst keser dişlerin 2.1 mm./hafta, alt keser dişlerin ise 2.8 mm./hafta sürdüğü (12) dikkate alındığında söz konusu bu durum apareyin stabilitesi açısından önemli bir risk oluşturacaktır. Bu noktada deneklerde alt keser dişlerde belirli aralıklarla aşındırma yapılması tek başına yeterli olamayabilecektir çünkü üst keserlerin zamanla uzamasına bağlı olarak alt keser dişlerle apareyi tutan ligatür teli arasındaki mesafe azalacak ve aşırı sürme potansiyeli olan alt kesici dişleriyle denekler bu ince teli kolayca koparabileceklerdir. Bu durumda stabilite açısından apareyin üst keser dişlere temas ettiği noktada retansiyonun maksimum düzeyde olması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamızda tüm ortodontik aygıtlar her denek için metot materyal bölümünde açıkladığı şekilde hazırlanmış ve ağız içerisinde 60 gr. kuvvet uygulayacak şekilde aktive edildiklerinde aygıtın bir ucundaki heliksin keser dişlerin lingual yüzlerine tam olarak temas etmesi sağlanmıştır. Bu konumda aparey önce bir keser dişe 0.2 mm. kalınlığında bir ligatür teli ile tutturulmuş, daha sonra ise 0.3 mm. kalınlığında 2. bir ligatür teli ile bu kez 2 kesici dişe birden bağlanarak apareyin maksimum stabilitesi sağlanmaya çalışılmıştır (Resim 2, Resim 3).

Konu ile yapılmış olan değişik çalışmalar incelendiğinde sıçan molar dişlerinde uygulanan kuvvet şiddetinin ve çalışma süresinin araştırmadan araştırmaya farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu çalışmalarda uygulanan kuvvetin şiddeti 20-60 gr. arasında değişirken, çalışmaların süresinin 3 gün ile 1 ay arasında farklılık gösterdiği saptanmıştır (1,5,14,17,18). Dişler üzerine ortodontik kuvvet uygulandığında öncelikle dokuların viskoelastik yapısına bağlı olarak anlık bir diş hareketi meydana gelmekte, bunu takip eden dönemde hyalinizasyon ve indirekt kemik

rezorpsiyonundan dolayı minimal diş hareketi oluşmakta ve son dönemde ise diş hareketinde bir hızlanma ile birlikte yeniden yapılanma olayları görülmektedir. Sözü edilen bu üç evreli klasik diş hareketi (instantaneous/delay/late phases) sıçan modelinde üst molar dişlere mezial yönde 60 gr kuvvet uygulandığında 14 günde tamamlanmakta ve bu süre sonunda aparey tamamen deaktive olmaktadır (5). Bu sebepten dolayı araştırmamızda deneklere 60 gr. kuvvet 14 gün boyunca uygulanmasına karar verilmiştir.

Sakrifikasyonu takiben tüm deneklerden alınan seri kesitler incelenerek Şekil 4 'de gösterilen bölgeler ışık mikroskopunda değerlendirilmiştir. Tüm deneklerde Alan A, B ve C ile gösterilen bölgelerde dişin hareket ettiği yöndeki periodontal aralığın daraldığı, kollagen lifler ve damarların sıkıştığı ve osteoklastik kemik rezorpsiyon sürecinin başladığı görülmüştür. Aksi yönde ise periodontal aralık genişlemiş, kollagen lifler gerilmiş, fibroblastlar aktif hale geçmiş, damarlar genişlemiş ve osteoblastların kemik yüzeyine dizilip belirginleşmeleri ile apozisyonel kemik yapımı başlamıştır (Resim 5, Resim 6). Bu bulgular ortodontik kuvvet etkisi altında çevre dokularda meydana gelen değişiklikleri inceleyen çalışmaların bulguları ile uyum içindedir (2,4,16,19,20).

Çalışmamızda 4, 5 ve 6 no'lu resimlerin histolojik incelemesinde dikkati çeken periodontal membran aralığının daralması, yer yer fizyolojik devinimle ilgili veya sıçan türüne özgü olabilecek hipersementoz, yapım ve yıkım alanları insan diş ve periyodonsiyumu için ileri derecede gözükse de sıçanlar için normal sınırlar içerisinde kalmaktadır. Bu değişikliklerin sıçan periyodonsiyumunun bir histolojik özelliği olarak altı çizilmeli ve biyolojik anlamda normalin türe göre değişebileceği unutulmamalıdır (19). Nitekim Reitan ve Kwam (3) yapmış oldukları çalışmada ortodontik diş hareketleri esnasında insan, maymun, köpek ve sıçan dokularını karşılaştırmalı olarak incelemişler ve sıçan molar alveol kemiğinin daha yoğun olduğunu ve az sayıda ilik boşluğu içerdiğini göstermişlerdir. Araştırmacılar sıçan alveol kemiğinin daha plastik olduğunu, kök yüzeyindeki sementoblastlarının osteoblastlara göre gerilmeye daha hızlı reaksiyon verdiğini ve yeniden şekillenmenin daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmamızda Alan D ve E'de oluşan değişiklikler incelendiğinde, bu alanlarda tipik bir periodontolojik patogeneze dikkat çekmektedir. Tüm deneklerde telin sebep olduğu aşırı travmaya bağlı olarak ilgili bölgede bağ dokusunda geniş kronik bir iltihap, granülasyon dokusu ve komşu kemik yüzeylerinde geniş kemik yıkım alanları saptanırken (Resim 7, Resim 8, Resim 9, Resim 10), komşu ara kökü saran periyodonsiyumun (Alan C) artefakt (kesite bağlı yırtılmalar) dışında normal histolojik yapısını koruduğu görülmüştür. Bu bulgu sıçanlarda 1. ve 2. molar dişler arasında elastik yerleştirerek diş hareketi elde edilen çalışmaların bulguları ile uyum göstermektedir (13,21). Söz konusu bu patolojik değişikliğin 1. molar dişin meziale doğru hareketi sonucunda 2. molar diş ile arasında oluşan

diastema bölgesine yiyecek artıklarının birikmesine ve aynı zamanda apareyi diş üzerine tespit eden ligatür telinin dişetine gömülmesine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir (Resim 3, Resim 7, Resim 8, Resim 9)). Bu çalışmanın sonuçlarına göre Alan D ve Alan E de yapılacak histolojik değerlendirmelerde daha dikkatli olunması gerektiği zira 1. ve 2. molar dişler arasında yiyecek birikmesine ve o bölgedeki telin travmatik etkisine bağlı olarak bu bölgelerde gözlenecek değişikliklerin diğer bölgelerden daha farklı ve daha şiddetli olabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle benzer ortodontik apareylerin kullanıldığı deneysel çalışmalarda histolojik incelemelerin A, B ve C ile gösterilen alanlarda yapılmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz:

### Sonuç

Ortodontik diş hareketleri ile ilgili olarak sıçanlar üzerinde yapılmış olan çalışmalarda kuvvet uygulayan aygıtların deneklerin üst keser veya üst 1. molar dişlerine uygulanmış olduğu görülmektedir. Ancak kemirgen deney hayvanlarında üst keser dişlerde sürekli bir uzamanın ve buna bağlı olarak bu dişleri çevreleyen dokularda sürekli bir remodelling aktivasyonunun mevcut olduğu bilinmektedir. Bu noktalar dikkate alındığında konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda üst keser dişler yerine 1. molar dişler üzerine kuvvet uygulamanın şu nedenlerle daha uygun olabileceği düşünülmektedir: a-) özellikle uzun dönemli çalışmalarda apareyin stabilitesinin daha yüksek olması, b-) çevre dokularda meydana gelen değişikliklerin daha doğru değerlendirilebilmesi . Bununla birlikte çalışma sahasının küçüklüğünden dolayı apareyin bu dişler üzerine uygulanmasındaki zorluk ve yonteme bağlı olarak alveol kemiğinde meydana gelen patolojik değişiklikler bu apareyin dezavantajları olarak gözükmemektedir. Özellikle yapılacak histolojik değerlendirmelerin bu çalışmada Alan A, Alan B ve Alan C olarak tanımlanan bölgelerde yapılması uygun olacaktır.

### Kaynaklar

1. İşimer Y., Ortodontik diş hareketlerinde prostasiklin ve tromboksan A2 nin etkilerinin araştırılması Doktora tezi, Ankara 1984.
2. Karadede İ., Düşük doz aspirinin deneysel ortodontik diş hareketleri üzerine olan etkisinin sıçanlarda incelenmesi. Doktora Tezi, Diyarbakır 1992.
3. Reitan K., Kwam E., Comparative behavior of human on animal tissue during experimental tooth movement. Angle Orthod. 41: 1-14, 1971.
4. Storey E., The nature of tooth movement. Am J. Orthod 63: 292-314, 1973,
5. Bridges T., The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. Am J. Orthod. Dentofac. Orthop 93: 245-250, 1988.
6. Collins M.K., Sinclair P.M., The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. Am J.Orthod. Dentofac Orthop. 94: 278-841, 1988;
7. Darendeliler M.A., Sinclair P.M., Komsy R.P., The effect of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. Am J Orthod. Dentofac Orthop. 107: 578-588, 1995.
8. Migget R.J., Shaye R., Fruge J.F., The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. Am J. Orthod. 80: 256-262, 1981.
9. Sandy J.R, Harris M., Prostaglandins and tooth movement. Eur J Orthod 6: 175-182, 1984.
10. Stark T.M., Sinclair P.M., Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. Am J. Orthod. 91: 91-104, 1987.
11. Yamasaki K., Shibata Y., Fukuhara T., The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys (Macaca Fuscata), J.Dent.Res. 61: 1444-1446, 1982.
12. Schour I., The rat in laboratory investigation. Lippincott Ed., Philadelphia (U.S.A), 1942.
13. Kamata M., Effect of parathyroid hormone on orthodontic tooth movement in rats. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.;19: 411-425, 1972.
14. Tuncay O.C., Killiany M.D., The effect of gingival fiberotomy on the rate of orthodontic tooth movement. Am J Orthod. Dentofac. Orthop. 89: 212-215, 1986.
15. Litton S.F.: Orthodontic tooth movement during an ascorbic acid deficiency. Am J.Orthod. 65: 290-302, 1974
16. Baran S.: Sıçanlarda lokal uygulanan 1.25 dihidroksikolekalsiferolün iki farklı dozunun deneysel ortodontik diş hareketine etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Diyarbakır 1992.
17. Heller I.J., Ravindra N.: Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. Am J.Orthod. 75: 239-257, 1979.
18. Goldie R.S., Gregory K.J.: Root resorption and orthodontic tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient and lactating rats. Am J.Orthod. 85: 424-430, 1984.
19. Melcher A.H., Bowen W.H.: Biology of the periodontium. Academic Press Inc. New York, 1969.
20. Gianelly A.A., Goldman H.M.: Biological Basis of Orthodontics. Lea&Febiger, Philadelphia,1971.
21. Markostamou M.K.: Orthodontie experimentale chez le rat. Orthod. Franç. 43: 143-150, 1972.

### Yazışma Adresi:

Dt. M.Cem Caniklioğlu  
İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı 34390  
Çapa-İstanbul  
Tel : 0 212 5346969 /24  
Fax : 0 212 6319136  
E-mail : Mecan@superonline.com