"T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# FARKLI BRAKET VE LİGASYON TİPLERİNİN TÜKÜRÜKTEKİ NİKEL VE KROM İYON SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Mücella TEZCAN**

**DOKTORA TEZİ**

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**Danışman**

**Prof. Dr. Faruk Ayhan BAŞÇİFTÇİ**

**KONYA -2014**

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# FARKLI BRAKET VE LİGASYON TİPLERİNİN TÜKÜRÜKTEKİ NİKEL VE KROM İYON SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Mücella TEZCAN**

**DOKTORA TEZİ**

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**Danışman**

**Prof. Dr. Faruk Ayhan BAŞÇİFTÇİ**

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 13202010 proje numarası ile desteklenmiştir.

**KONYA-2014**

## i. ÖNSÖZ

Ortodonti doktora eğitimimde büyük emekleri olan ve tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Faruk Ayhan Başçiftçi'ye,

İstatistiksel yöntem ve analizlerin belirlenmesinde değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Mustafa Semiz'e,

Doktora eğitimim süresince mesleki anlamda bilgilerini ve tecrübelerini paylaşan Anabilim Dalımızda görev yapmış olan ve görev yapmakta olan değerli tüm öğretim üyelerine,

En zor dönemlerinde yanımda olan asistan arkadaşlarım Hatice Kübra Demirtaş, Rabia Merve Çelik Karataş, Nejla İlhan ve Gizem Öğütçü Yurttadur'a,

Hayatım boyunca her anımda yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen değerli annem Müzeyyen Güzeş, babam Mehmet Güzeş ve kardeşlerime,

Hiçbir zaman desteğini ve sabrını esirgemeyen, hayatı birlikte paylaştığım sevgili eşim Yasin Tezcan'a

***sonsuz teşekkürlerimi sunarım...***

.

## ii. İÇİNDEKİLER

**i. ÖNSÖZ ..... ii**
**iii. SİMGELER VE KISALTMALAR ..... v**
**1. GİRİŞ ..... 1**
1.1. Korozyon ..... 3
1.1.1. Korozyon Türleri ..... 5
1.1.2.Korozyon Ortamı ..... 8
1.1.3. Ortodontik Apareylerde Korozyonu Etkileyen Faktörler ..... 9
1.1.4. Ağız Boşluğunda Korozyon ..... 12
1.2. Ortodontik Apareylerden Salınan Metal İyonları ..... 14
1.2.1. Ortodontik Apareylerden Salınan Metal İyon Miktarlarının Değerlendirilmesi ..... 16
1.2.2. Ağız Ortamına Salınan İyonlarının Genotoksik Etkileri ..... 21
1.2.3. Metal İyon Salınımının Sistemik ve Lokal Etkileri ..... 22
1.2.4. Hastaların Metal İyon Salınımına Bağlı Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi ..... 23
1.3. Ligatürleme Çeşitleri ..... 25
1.3.1. Paslanmaz Çelik Ligatürler ..... 25
1.3.2. Elastomerik Ligatürler ..... 26
1.3.3. Self Ligating Braketler ..... 26
1.4. İndüklenmiş Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) ..... 27
1.4.1. ICP-MS' in İçeriği ..... 28
1.4.2. ICP- MS ile Yapılan Uygulamalar ..... 29
1.4.3. ICP- MS Analizinde Örnek Hazırlama ..... 30
**2. GEREÇ VE YÖNTEM ..... 31**
2.1. Gereç ..... 31
2.2. Yöntem ..... 32
2.2.1. Bonding İşlemi ..... 32
2.2.2. Tükürük Örneklerin Alınması ..... 35
2.2.3. Tükürük Örneklerin Hazırlanması ..... 35

2.2.4. ICP-MS Analizinin Uygulanması....36

2.2.5. İstatistiksel Değerlendirme....37

**3.BULGULAR....38**

3.1. Gruplar Arasında Çalışma Başlangıcında (T0) Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması....38

3.2. Tükürükteki Ni ve Cr Miktarlarının Değerlendirilmesi....38

3.2.1. Grup İçi Değerlendirmeler....38

3.2.2. Gruplar Arası Değerlendirmeler....42

**4. TARTIŞMA....43**

4.1. Hasta Seçim Kriterlerinin Tartışılması....44

4.2. Yöntemin Tartışılması....45

4.3.Bulguların Tartışılması....48

**5. SONUÇLAR....52**
**6.ÖZET....53**
**7.SUMMARY....54**
**8. KAYNAKLAR....55**
**9. EKLER....62**
**10. ÖZGEÇMİŞ....70**

## iii. SİMGELER VE KISALTMALAR

**%:** Yüzde
**< :** ‘ den küçüktür
**>:** ‘ den büyüktür
**µl:** Mikrolitre
**$^0$C:** derece Celsius
**µg:** mikrogram
**Maks:** Maksimum
**Median:** Ortanca
**ng:** nanogram
**Min:** Minimum
**ml:** Mililitre
**µm:** mikrometre
**N:** Birey Sayısı
**ng:** Nanogram
**NS:** İstatistiksel olarak önemsiz
**P:** İstatistiksel anlamlılık
**pH:** Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
**Sd:** Standart sapma
**SPSS:** Statistical Package for the Social Sciences
**X:** Ortalama değer
**ICP:** İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma
**ICP-MS:** İndüklenmiş Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometri
**AAS:** Atomik Absorbsiyon Spektrometri
**ICP-AES:** İndüklenmiş Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometri
**$HNO_3$:**Nitrik asit
**TiAlN:**Titanyum Alimünyum Nitrit
**Ppb:** Milyarda bir
**Ni:** Nikel
**Cr:** Krom
**Fe:** Demir
**µg/l:** Mikrogram/litre
**NaCl:** Sodyum Klorür
**sa:** Saat
**AAS:** Atomik Absorpsiyon Spektrometri
**MN:** Mikronükleus
**CA:** Comet Analiz
**DNA:** Deoksiribo Nükleik Asit
**K:** Kelvın
**dk:** Dakika
**W:** Watt

# 1. GİRİŞ

Ortodonti; düzensiz sıralanmış dişlerin düzgün bir şekilde sıralanmasını, bozulmuş olan alt ve üst çene kemiği ile ilişkilerini ve çene kemiklerinin yüz iskeletindeki konumlarının düzeltilmesini amaçlayan diş hekimliği dallarından biridir. Ortodonti; 'koruyucu, durdurucu ve tedavi edici' olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Koruyucu ortodontik tedavinin amacı; anomalinin oluşmasını önlemektir. Durdurucu ortodontik tedavinin amacı; anomali oluşması engellenememiş vakalarda anomaliyi durdurarak ortaya çıkmasını önlemektir. Tedavi edici ortodonti ise, anomali ortaya çıktıktan sonra anomalinin düzeltilmesini amaçlamaktadır (Ülgen 2010).

Ortodontik tedavi planlamasında hastanın çekimli ya da çekimsiz sabit tedavi, hareketli ya da fonksiyonel tedavi göreceği belirlenmektedir. Tedavinin planlaması belirlenirken tedavi esnasında ne tür materyal kullanılacağına da karar verilmektedir.

Sabit ortodontik tedavide; braketler ve braketlerin istenilen kuvveti uygulaması için ortodontik ark telleri, yaylar ve elastomerik modüller kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan birçok braket türü bulunmaktadır. Braket çeşitleri arasında paslanmaz çelik braketler (self ligating metal braket ya da konvansiyonel metal braket), plastik braketler, seramik braketler, titanyum braketler sayılabilir (Menezes ve Quintao 2010). Her birinin diğerine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar göz önüne alınarak biri tercih edilmektedir. Yaygın olarak kullanılan paslanmaz çelik braketler kapaklı ve kapaksız braketler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kapaklı braketler aktif ve pasif olarak ikiye ayrılmaktadır. Aktif kapak sisteminde kayıcı bir yay klips yardımıyla ark teline aktif bir kuvvet gelirken pasif kapak sisteminde ark teli brakete pasif olarak yerleşmektedir (Rinchause ve Miles 2007). Kapaksız braketler ise ark teline paslanmaz çelik ligatür ya da elastomerik ligatür ile bağlanmaktadır.

Sabit ortodontik tedavide kullanılan materyaller birçok metalin birleşimi sonucu oluşmaktadır, çünkü her bir metal kendine has mekanik ve fiziksel özelliğe

sahiptir. Metallerin birleşimi sonucu oluşan alaşımlar; paslanmaz çelik, kobalt- krom, nikel- titanyum, β- titanyum şeklinde olabilmektedir (von Fraunhofer 1997).

Sabit ortodontik tedavide kullanılan materyallerin birçoğu; paslanmaz çelik alaşımdan oluşmaktadır. Bu alaşımların içinde % 17-% 22 krom ve % 8-% 12 civarında nikel bulunmaktadır (Grimsdottir ve ark 1992, Barrett ve ark 1993). Ni- Ti alaşımların içerisinde ise % 47-50 civarında nikel bulunmaktadır (Brantley 2000).

Korozyon metal kaybı ile sonuçlanan elektrokimyasal bir süreçtir (von Fraunhofer 1997). Korozyon sonucu metal iyon salınımı ancak sıvı bir ortam mevcut olduğunda gerçekleşmektedir. Korozyon sonucu salınan metal iyonları tükürük, kan ve idrar gibi vücut sıvılarında bulunabilmektedir (de Souza ve de Menezes 2008, Menezes ve ark 2007, Bishara ve ark 1993, Petoumenou ve ark 2009, Huang ve ark 2004). Metal iyonlarının bu sıvılardaki miktarlarının analizi için kütle spektrometrileri kullanılmaktadır. Analizler sonucu bulunan değerler çok küçük değerler olduğundan analiz yönteminin hassas ve doğru bir ölçüm elde edilmesi gerekmektedir. ICP-MS (İndüklenmiş eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi) cihazı bu nitelikleri taşıyan kütle spektrometri çeşitlerinden biridir (Mikulewicz ve Chojnacka 2010).

Kullanılan metal alaşımların korozyona uğramasıyla birlikte nikel, krom, demir, titanyum gibi metaller vücut sıvılarında bulunabilmektedir. Nikel ve az da olsa kromun karsinojenik, mutajenik ve genotoksik etkilerinin olabileceği bildirilmiştir (Saoza ve Menezes 2008). Ayrıca nikelin alerjen etkisinin olabileceği söylenmiştir (Kerosou ve ark 1996).

Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı; iki farklı braket tipinin tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyelerine etkilerini ICP- MS analizi ile karşılaştırarak ligatürleme şeklinin tükürükteki iyon salınımına etkisinin olup olmadığının değerlendirmektir.

## 1.1. Korozyon

Korozyonun Türkçe karşılığı kendi kendini kemirme veya çevre etkisi ile ortaya çıkan aşınmadır. Buharlaşma ve mekaniksel sürtünme ile madde kaybı anlamı dışında elementsel oluşumların komşu çevreye geçme olayı, süreci olarak da tanımlanır (Canikliogl u ve Kayadeniz 1982). Genellikle tüm metaller korozyona uğramaktadır. Korozyon ile meydana gelen metal aşınımı; ya direkt olarak sıvıda çözünmesi ve ya oksit ya da sülfit özellikte olan metalin üzerindeki yüzeyel filmin çözünmesi sonucu meydana gelmektedir (von Fraunhofer 1997).

Korozyon; kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyon sonucu iki şekilde meydana gelmektedir:

*1.Kimyasal reaksiyon sonucu oluşan korozyon:*

Alaşımı oluşturan elementlerin birinin veya birkaçının oksijen ya da başka bir metal olmayan elementle reaksiyona girmesiyle stabil olan alaşım yapısının çözünmüş hale gelmesidir.

Kimyasal korozyon; metalin içinde bulunduğu ortamdaki diğer bir elementle doğrudan elektron alışverişinin söz konusu olduğu bir reaksiyondur. Bu korozyonda dıştan içe doğru bir aşınma söz konusudur. Bu aşınma ve bozunma gazların, nemin, asit veya alkali solüsyonların, belirli kimyasal maddelerin hareketi ile oluşur (Canay ve Atasever 1990, Dalkız ve ark 1992).

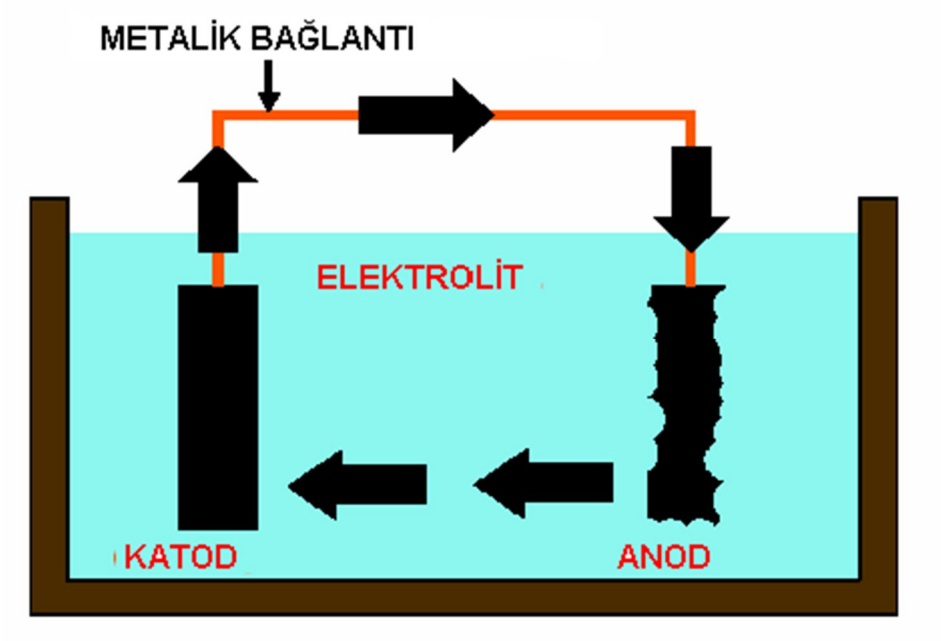
*2. Elektrokimyasal reaksiyon sonucu oluşan korozyon:*

İletken bir elektrolit içerisinde farklı element yapısındaki materyallerin birinden diğerine elektron akışı ile meydana gelen korozyon türüdür. Bu tür korozyonda materyallerin biri çözünürken diğerine çözünen madde ilave olmaktadır.

Elektrokimyasal korozyon ister mikro ölçekte ister makro ölçekte oluşsun korozyon hücresi ile modellenir. Korozyon hücresi; anot, katot, iletken ortam (elektrolit) ve elektronik iletkenden oluşmaktadır (şekil 1.1). Bu dört bileşenden biri dahi olmasa korozyon oluşmaz. Korozyon oluşumu anot rolünü üstlenen maddede meydana gelmektedir. Anot; korozyona uğrayan (oksitlenen) metal, katot ise anotta

ortaya çıkan elektronu harcayan, reaksiyonun (redüksiyon) meydana geldiği metal yüzeyidir. Elektronik iletken; anotta açığa çıkan elektronları katoda taşıyan metalik iletkendir. Elektrolit ise anot ile katot arasında iyonik bağ sağlayan sulu ortamdır. Korozyon birbirini takip eden iki reaksiyon sonucu meydana gelmektedir. Anodik reaksiyon; metal atomlarının pozitif yük kaybederek negatif yüklü hale dönüşmesidir. Bu olay sonucu elektron üretilir. Katodik reaksiyon ise; anodik reaksiyondaki elektronların harcanmasıdır (von Fraunhofer 1997).

Elektrokimyasal korozyon reaksiyonunun oluşabilmesi için potansiyel fark, yük transferi ve sürekli bir akım iletim yolu bulunmalıdır. Çeşitli metalleri içeren sulu ortamlar en korozif ortam olarak bilinir. Metalin bulunduğu ortamda su, yoğunlaşmış kalın ya da ince nem tabakası bulunuyorsa bu korozyona sulu ortam korozyonu denir. Bu ortamda oksijen, karbondioksit, hidrojen sülfür, oksitleyici maddeler, amonyak, asitler, bazlar ve asit tuzları bulunduğu zaman koroziv etki artar (von Fraunhofer 1997).




**Şekil 1.1**. Korozyonu Oluşturan Temel Bileşenler

### 1.1.1. Korozyon Türleri

*Homojen Dağılımlı Korozyon*

Korozyonun en çok görülen şeklidir; bütün metalleri etkilemektedir. Metal yüzeyinin her noktasında aynı hızla yürüyen korozyon türüdür. Homojen dağılımlı korozyon sonucu metal kalınlığı her noktada aynı derecede incelir. Metal bulunduğu ortamda redüksiyon reaksiyonuna girmektedir. Mekanik açıdan en az zararlı olan korozyon çeşitlerinden biridir (Caniklioglu ve Kayadeniz 1982).

*Çukurcuk Korozyonu*

Metal yüzeyinin bazı bölgelerinde çukur oluşturarak meydana gelen korozyon türüdür. Ortamda klorür varlığında metal yüzeyindeki film ayrılır ve hızlı bir şekilde çukurcuk korozyonu gerçekleşir. Bu korozyonun meydana gelmesinde paslanmaz çelik tel ve Ni-Ti tel üzerindeki çatlaklar ve gözenekler rol oynayabilmektedir. Yapay tükürükte tel yüzeyinde çukurcuk korozyonuna, Potansiyodinamik polarizasyon deneylerinde ve taramalı elektron mikroskop çalışmalarında rastlanmıştır (Barret ve ark 1993). Souni ve ark (2002) yaptıkları çalışmada Cr-Co alaşımlarda; Ni-Ti alaşımlara göre daha çok çukurcuk korozyonu görüldüğünü rapor etmişlerdir. Liu ve ark (2005) özellikle Ni ve Cr içeren titanyum alüminyum nitrit (TiAlN) kaplı dental alaşımların mekanik ve korozyon özelliklerini incelemiştir. % 0,9' luk NaCl'lü solüsyona TiAlN kaplı dental alaşımlar ile TiAlN içermeyen dental alaşımlar batırılmıştır. TiAlN kaplı dental alaşımlarda TiAlN içermeyen dental alaşımlara göre çukurcuk korozyonu daha az görülmüştür. Çukurcuk korozyonu; braket ve tellerin yüzeyleri istenilen pürüzlülükte olmadığında gerçekleşebilmektedir. Mikroskobik düzeyde de braket ve tellerin yüzeylerinde birçok çukur ve çatlaklar görülebilmektedir. Bu özelliklerin mikroorganizmaların tutulması için uygun zemin oluşturmaları nedeniyle korozyonu azalttığı düşünülmektedir (Hunt ve ark 1999). Kim ve ark (1999) Ni-Ti tel ve paslanmaz çelik tellerin lokalize ve çukurcuk korozyonuna yatkın olduklarını rapor etmişlerdir.

*Galvanik Korozyon*

Temas halindeki iki metal veya alaşım aynı koroziv ortamda bulunduklarında (elektrolite); metallerden daha reaktif olan korozyona maruz kalmaktadır. Metallerden daha elektronegatif olan anot, daha elektropozitif olan katot olmaktadır. Dolayısıyla daha elektropozitif olan metal daha öncelikli korozyona uğramaktadır. Ortodontide bu korozyona örnek olarak ark teli braket kombinasyonu gösterilebilir. Paslanmaz çelikten üretilen braketler çeliğin daha elektropozitif olmasından dolayı korozyona daha önce uğramaktadır. Aynı alaşımda iki farklı yüzeyin varlığı da galvanik korozyonu tetikleyebilir. Homojen olmayan alan oranları anodik alaşımda korozyonun oluşmasına neden olabilmektedir (Masahiro ve ark 2005, Tufekci ve Mitchell 2002).

*Taneler Arası Korozyon*

Genellikle paslanmaz çelik telde 350˚C gibi düşük ısılarda kaynak veya lehim yapıldığı zaman ortaya çıkmaktadır. Isınma sonucu çelikteki kromun karbonla reaksiyonu; kromyum karbidin oluşmasına neden olmaktadır. Bu karbidin birikmesi ile 2 etki meydana gelmektedir. Alaşım daha kırılgan ve daha az dirençli hale dönüşmektedir. Çünkü krom iyonları karbid oluşumunda harcanmıştır ve pasif oksit tabakası için yetersiz miktarda krom kalmıştır (Charng ve Lansing 1982). Berge ve ark (1982) östenitik paslanmaz çelik tellerin Co- Cr tellere göre Ni ve Cr iyon salınım miktarının daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

*Aşınma Korozyonu*

Birbiri ile sürtünen veya yük altında titreşim hareketlerine maruz kalan metal veya alaşımlarda görülmektedir. Yağlanmamış yüzeylerin sürtünmesinde veya vibrasyonunda görülmektedir. Bu yüzeylerde oksitlenme hızı artar. Bu korozyonun oluşum mekanizması için iki teori bulunmaktadır. Birincisi; metal yüzeylerin sürtünmesi sırasında, çok küçük parçacıklar yüzeyden koparak hızlı bir şekilde oksitlenmekte ve korozyon meydana gelmektedir. İkincisi ise metal yüzeyinde oksijen varlığında ince bir oksit film oluşmaktadır. Sürtünme ile bu oksit film taşınmaktadır ve metalin parlak yüzeyi ortaya çıkarak korozyon olayı ortaya

çıkmaktadır. Örneğin; braket içindeki bir tele kuvvet uygulandığında telin brakete temas ettiği bölgede soğuk lehimleşme gerçekleşir, yükleme devam ettiğinde lehimlenmiş bağlantı sıyrılarak telin üzerindeki oksit tabakasını bozar ve altındaki alaşım daha kolay korozyona uğrar (Caniklioglu ve Kayadeniz 1982).

*Stres Korozyonu*

Korozif ortamda bulunan bir metal aynı zamanda statik bir gerilime maruz ise metal çatlayarak kırılabilmektedir. Normalde korozyon ürünleri metal yüzeyinde koruyucu bir film oluştuğu halde stres korozyonunda bu film oluşmaz. Tehlikeli bir korozyon türüdür. Çukur tipi korozyon ve taneler arası korozyon gerilmenin etkisini artırır. Ark teli brakete ligatürlendiği zaman yüklenmeye bağlı olarak stres bölgeleri meydana gelmekte ve bu bölgelerde korozyon gerçekleşebilmektedir. Ni- Ti ark telleri ağız ortamında uzun süreli kaldığında çiğneme esnasında çok sayıda küçük yüklere maruz kalmaktadır. Ni- Ti ark telleri korozyon direncinin iyi olmasına rağmen klinikte kopmalarla karşılaşılmıştır (Wang ve ark 2007).

*Yorulmalı Korozyon*

Yorulmuş halde bulunan metal, küçük gerilmelerin etkisi ile çatlayabilir. Oluşan çatlamalar korozyonun oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Yorulmalı korozyon, korozif bir ortamda çekme veya basınç gerilmelerinin periyodik olarak değişmesi sonucu oluşmaktadır. Bu süreç alaşım korozif bir ortamda ise hızlanmaktadır; buna korozyon yorulması denir. Örneğin teller ağızda uzun süre yüklemeye maruz kalırsa korozyon yorulması ortaya çıkabilir (Charng ve Lansing 1982).

*Mikrobiyolojik Olarak Etkilenen Korozyon*

Mikrobiyolojik korozyon; bazı mikrobiyolojik reaksiyonlar sonucu oluşan iyonların, korozyon hızını artırması sonucu oluşmaktadır. Mikroorganizmalar ve onların yan ürünleri alaşımları iki şekilde etkileyebilmektedir. Birincisi; belirli mikrobiyolojik türler alaşımdaki metalleri emebilir ve metabolize edebilir. İkincisi

ise bazı mikroorganizmaların yan ürünleri asidik ortam oluşturarak alaşımların korozyona daha kolay maruz kalmalarına sebep olabilir (Charng ve Lansing 1982).

### 1.1.2.Korozyon Ortamı

Altın, platin ve rodyum gibi metaller soy metallerdir ve kimyasal reaksiyona girmezler; ancak paslanmaz çelik, krom içerikli alaşımlar ve titanyum korozyona uğrayabilirler. Bu metallerin üzerindeki oksit film varsa korozyona karşı direnç gösterirler. Eğer koruyucu film kimyasal ya da mekanik yolla bozulursa ya da filmi çözecek bir ortamla karşılaşırsa korozyon gerçekleşir (von Fraunhofer 1997).

Metal yüzeyinde koruyucu film yoksa metal tamamen tükenene kadar ya da katot tükenene kadar anodik reaksiyon devam edecektir. Eğer solüsyon içerisine metal ile reaksiyona giren inhibitör eklenirse metal yüzeyinde koruyucu bir film oluşacak, bu sayede korozyon önlenecektir; ancak ağız ortamına korozyon inhibitörü eklemek mümkün değildir. Tükürük içerisinde bazı proteinlerin doğal inhibitör görevi gördüğü söylenmektedir (Brown ve Merritt 1980, Brown ve Merritt 1981, von Fraunhofer 1992). Tükürük içeriğinde bulunan musin korozyona hemen hemen etki etmez iken; amilaz ve ϒ- globulinin inhibitör etkisi gösterdiği bulunmuştur (von Fraunhofer 1992).

Altın-kobalt-krom alaşımı; sadece tuzlu su solüsyonuna, ayrı ayrı musin, amilaz ve ϒ- globulin ve lizozim içeren tuzlu su solüsyonlarına konulduğunda sadece amilaz içeren tuzlu su solüsyonunda diğer solüsyonlara göre belirgin olarak korozyon akımında azalma görülmüştür. Diğer solüsyon ortamlarında benzer korozyon değişim oranı saptanmıştır. Altın-titanyum alaşımı üzerinde yapılan çalışmada amilaz ve ϒ- globulinin yüksek inhibitör etkisi gösterdiği görülmüştür (von Fraunhofer 1992). Yapılan bu in- vitro çalışmalar doğal tükürük ortamının açıklanmasında yardımcı olmaktadır.

Bütün reaksiyonların termodinamik ve kinetiklerine bağlı olarak yaygın ya da lokalize; yavaş ya da hızlı gerçekleşen korozyon türleri mevcuttur. Örneğin saf bir metal belirli bir reaktife karşı direnç gösterebilir. Ancak içerisine saflığı bozan bir madde konulduğunda korozyon daha hızlı gerçekleşir. Bu tür korozyon, farklı

potansiyel farka sahip iki metalin korozif bir ortamda temas etmeleri durumunda oluşur. Farklı malzeme kullanımından kaynakla0nan galvanik korozyonda; farklı potansiyelde iki metal birbiriyle temas halinde iken aralarında bir galvanik pil oluştururlar ve aktif olan metal anot, soy metal ise katot görevi görür. Aktif metal korozyona sebep olur. Örneğin bakır ile çeliğin temas etmesi durumunda bakırdan dolayı çelik korozyona uğrayacaktır. Buna benzer olarak amalgam dolgunun yüzeyinin veya daha alt tabakalarının kimyasal ve elektriksel reaksiyonlar sonucunda bozulmasıyla galvanik korozyon meydana gelmektedir. Amalgamda $\Upsilon_2$ fazı korozyona daha yatkındır (von Fraunhofer 1972).

Galvanik hücre ya da çift; farklı durumlarda meydana gelebilir. Farklı metallerin bir arada bulunması, ortamın ph'ındaki farklılıklar, yüzey doku farklılıkları, içeriğindeki varyasyonlar, elektrolit varyasyonları, internal stres farklılıkları, çalışma sertleşmesi farklılıkları bunlar arasında sayılabilir. Özellikle besin plak ya da diş taşı varlığında bölgesel pH'ın depolanması ve oksijenin giriş imkânı sayesinde korozyon daha kolay gerçekleşir. Tükürüğün iletkenlik değişiklikleri ya da içeriğindeki farklılık aynı metalin farklı yüzeylerinde mevcut ise galvanik çiftin oluşmasına neden olabilir. Galvanik çift; metalin işlenmesi ile ilgili olarak yüzey pürüzlülüğü, internal stres ve çalışma sertleşmesindeki değişiklikler sonucu da oluşabilir. Ayrıca farklı metallerin bir arada bulunması sonucu da galvanik hücre oluşabilir. Örneğin amalgam restorasyonun altın kron ile komşuluğu var ise amalgamda renk değişikliği ve matlaşma ile birlikte korozyon gözlenebilir (von Fraunhofer 1997).

### 1.1.3. Ortodontik Apareylerde Korozyonu Etkileyen Faktörler

Hareketli apareyler; genellikle paslanmaz çelik, kobalt-krom ve bunların birleşimleri sonucu elde edilmektedir. İki farklı metalin birlikte bulunması sonucu da galvanik korozyon meydana gelmektedir. Eğer lehimli birleşme yerleri mevcutsa bu durum şiddetlenebilmektedir (von Fraunhofer 1997).

Sabit ortodontik tedavide kullanılan çeşitli tel ve yaylar için kullanılan metaller; paslanmaz çelik, nikel-titanyum, kobalt-krom, β-titanyumdan

yapılabilmektedir. Braketler için ise metalik, seramik, polimerik yapıda ya da bu materyallerin metalle birleştirilmiş şekilleri mevcuttur. Seramik ve polimerik braketler kimyasal ve mekanik yıkımlara hassastır; fakat ne korozyona uğrarlar ne de metalleri korozyona zorlar, çünkü bu materyaller inerttir (von Fraunhofer 1997).

Günümüzde kullanılan birçok braket, metalik yapıdadır ve tükürükle temas halinde olduğu için bu apareyler korozyona dirençli olmalıdır. Birçok ortodontik braketler; östenitik paslanmaz çelikten (Fe, % 18-20 Cr, % 8-12 Ni) ya da sinterleme tekniği ile yapılmaktadır. Paslanmaz çelikte lehimleme ve kaynak esnasında yanlış ısı tedavisi uygulandığında taneler arası ve stres korozyonu oluşabilir. Krom ve nikel içeren lehimler korozyona direnç gösterirken; molibden, karbon gibi metaller taneler arası ve stres korozyonunu arttırıcı etki gösterirler. Paslanmaz çeliğin korozyona karşı direncini arttırmak için korozyona dirençli ve biyolojik uyumluluğu iyi olan metaller kullanılmalıdır (Deguchi ve ark 1996).

Braketlerin yapımında dört temel teknik kullanılmaktadır. Bunlar; döküm, çekme ya da frezleme tekniği, metal enjeksiyonda kalıplama tekniği ve sinterleme tekniğidir. Dökümle ve kalıplaştırarak yapılan braketler bitime yakındır, fakat makine ile yapılan braketlerin önce kanat ve slot şekillendirilir, daha sonra braket boyutunda kesilir. Braket yapımındaki çeşitlilik, parlatma ve son şeklinin verilmesindeki faklılıklar braketlerin korozyona karşı yatkınlılıklarını değiştirebilir (Maijer ve Smith 1986).

Metalin mikro yapısı hem mekanik özellikleri hem de korozyon özelliklerini etkiler. Metalin lehimlenmesi sonucu mikro yapı etkilenir ve metalin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişir. Sinterlenerek ve metal enjeksiyonla kalıplama tekniği ile elde edilen metal braketler içyapı ve homojeniteden etkilenirler. Braketin içyapısı lehim bileşimini nitelendiren özelliklerdir (örneğin granül boyutu, internal moleküller). Makine ve kesim işlemleri esnasında uygulanan soğutma işlemi braketin slot yüzeyini etkilemektedir. Bu işlem esnasında braket slotu ile komşu bölgede galvanik çift oluşabilir. Ayrıca bazı üreticiler farklı bileşimde çelik kullanarak; tel örgü (mesh) ve braket materyali arasında galvanik çift oluşturabilmektedir. Soğuk işlenen slot ve kanat kısımlarında ve braketin adeziv tabanının lehimlenmesi esnasında korozyon çifti oluşabilir.

Yüzeyin son şekillendirilmesi korozyon özelliğini etkileyecektir (Certosimo 1996). Bazı üreticiler yüzeyin düzeltilmesinde elektroliz yöntemi ile parlatma işlemi uygulayarak braketin korozyona karşı hassasiyetini azaltmaktadırlar, fakat parlatma yapılan ve yapılmayan bölge arasında galvanik hücre oluşabilir. Bazı ticari braketlerde altın elektrolizi ya da titanyum nitritle plazma ark depozisyonu yapılarak estetik özellik kazandırılmaktadır. Aynı zamanda titanyum nitrit kaplama ile korozyona karşı direnç arttırılmaktadır (von Fraunhofer 1997).

Krom iyonları elektrokimyasal olarak koruyucu filmlerin oluşmasını sağlar ve korozyona karşı direnci arttırır. Bunun sonucu paslanmaz çelik ve krom içerikli alaşımlarda korozyon kolaylıkla gerçekleşmez. Bu mekanizma ince oksit filmlerin oluşması sonucu meydana gelir ve bu film tabaka korozyonun gecikmesini sağlar. Metal yüzeyindeki krom oksitin içeriği çok önemlidir ve bu tabaka materyalin tüm yüzeyini sabit bir şekilde sarmalıdır (Amini ve ark 2008).

Paslanmaz çelik teller ısı ile tedavi edilirse ya da tele büküm ya da lehim yapılırsa, yüzey oksidasyonu gerçekleşebilir ve o bölgede lokalize korozyon meydana gelebilir. Tele yapılan her ısı tedavisi ve soğutma işlemi kalınlığı ve şekli düzgün olmayan oksit film oluşumuna neden olur. Bu da çeşitli derecelerde korozyonun meydana gelmesiyle sonuçlanır (de Menezes ve Quintão 2010).

Makroskobik değerlendirmelerde, yüzey pürüzlülüğü korozyonu etkilemektedir. Ortodontik aygıtların korozyon süreci ciddileştikçe, korozyon ürünlerinin kireçlenmesi sonucu oluşan renk değişimi (braketlerin etrafındaki minedeki renk değişimi) çıplak gözle bile görülebilir. Korozyon sürekli olan bir süreçtir, bu nedenle zaman geçtikçe braket slotlarında pürüzlülük veya korozyon ürünlerinin birikmesi görülebilir. Bu durum kayma mekaniklerinde sürtünme direncini arttıracak bu da tedaviyi olumsuz etkileyecektir (Eliades ve Athanasiou 2002).

Yapılan bazı çalışmalarda kullanılmış braketlerin özellikle temizleme ve sterilizasyon süreçleri nedeniyle tekrar kullanımında materyalin mikro yapısının

değişimi ile birlikte korozyonda artış gözlenmiştir (Mayhew ve Kusy 1988, Matasa 1989, Smith ve ark 1992).

Ortodontide kullanılan apareylerden ortamda salınan metal iyon seviyesini; ortamın pH'ı ve ortamda bulunma süresi de etkileyebilir. Kuhta ve ark (2009) sabit ortodontik apareyleri farklı pH' daki solüsyonlara 28 gün boyunca batırmışlardır. Isıtılabilir Ni-Ti, Ni-Ti ve paslanmaz çelik teller kullanılmış ve metal iyon seviyeleri kütle spektrofotometri ile ölçülmüştür. Titanyum, krom, nikel, demir, bakır, çinko olmak üzere 6 farklı metal iyon seviyesine bakılmıştır. Apareylerden ölçülebilir derecede iyon salındığı ve pH daki değişimin metal iyon salınımını güçlü bir şekilde etkilediği görülmüştür. En fazla iyon salınımı ilk haftada bulmuşlar ve daha sonra azaldığını tespit etmişlerdir. pH'ın 6,75 ten 3,52'e düşmesiyle en fazla salınan iyonun krom (1:106) ve en az salınan iyonun titanyum (1:7) olduğu belirtmişlerdir.

### 1.1.4. Ağız Boşluğunda Korozyon

Korozyon metal iyonlarının sıvı içerisinde direkt olarak ya da yüzey oksitlerinin ve filmin yıkımı sonucu meydana gelir. Ağızda metalik korozyonda; hiçbir şekilde arabaların, köprülerin ya da kimyasal tesislerin paslanması gibi ağır bir yıkım söz konusu değildir. Ağızda korozyonun etkisi göze çarpmayan bir etkide oluşabilir ya da ağır bir etkiye de neden olabilir. Örneğin bazı liken planus, lökoplaki ve oral kanser gibi ciddi durumların oluşumunda galvanik hücrenin neden olduğu gösterilmiştir (von Fraunhofer 1994, Jones ve ark 1991, Banoczy ve ark 1979). Galvanik hücrelerin ağız içi ölçümlerinde geniş aralıkta potansiyel farklılıklar gözlenmiş ve bu hücreler ortadan kaldırıldığında lezyonun da kaybolduğu görülmüştür (Banoczy ve ark 1979). Bu durumda ağız içinde korozyondan dolayı oluşan patolojik durum; korozyon ürünleri ve metalik iyonların salınımından çok, galvanik hücreyi oluşturan anot ve katodun farklı potansiyele (voltaj) sahip olması nedeniyle meydana gelmektedir (von Fraunhofer 1997).

Korozyon ürünleri ve kullanılan dental materyaller sonucu hastanın aşırı duyarlılığına bağlı olarak alerjik reaksiyonlar gelişebilir. Literatürde hastaları %0,5' inde bu konuda alerjik reaksiyon gerçekleştiği bildirilmiştir (von Fraunhofer 1997).

Ortodontik hastalarda ters reaksiyonların oluşma insidansı yaklaşık olarak %1 ve bunların % 85'i kontak dermatittir (Hensten-Petersen 1992). Bu hastaların birçoğu da ağız dışı headgear kullanmışlardır (Greig 1983). Ortodontik tellerden salınan metal iyonları sonucu oluşan alerjik ve doku reaksiyonları birçok çalışmada rapor edilmiştir (Hensten-Petersen 1992, Dunlap 1989, Gjerdet ve ark 1987). Ortodontik tedavide kullanılan teller braketlere bağlandığında ikisi arasında galvanik bir akım meydana gelir. Buna karşılık protez hastalarında aynı metalden yapılmış köprü ya da kron arasında galvanik hücre oluşumu insidansı çok düşüktür (Smith ve ark 1992, Jones ve ark 1991, Hensten-Petersen 1992).

Ortodontik teller ve braketler yüksek oranda nikel içermektedir ve özellikle uzun süreli kullanımlarında nikele karşı hassasiyetin artabileceği rapor edilmiştir (Leinfelder 1997, Hensten-Petersen 1992 Dunlap 1989, Bass 1993). Günlük besin ile alınan nikel ve kromun alerjik reaksiyon yapma insidansı Ni için bayanlarda %10 erkeklerde %1 olarak tespit edilmiştir. Kromun alerjik reaksiyon yapma insidansı bayanlarda %3; erkeklerde %10 olarak rapor edilmiştir. (Merritt ve Brown 1981, Bishara ve ark 1993). Ayrıca nikelin günlük diyet ile alımı % 10 iken, kromun % 0,25 olarak bulunmuştur. Barrett ve ark (1993) paslanmaz çelik ve Ni-Ti ark tellerinin paslanmaz çelik ile ligatüre edildiğinde yapay tükürükteki iyon salınımını değerlendirmişlerdir. Paslanmaz çelik tel ve Nİ- Ti ark tellerinde yapay tükürükte Ni ve Cr iyon seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Greppi ve ark (1991), nikele duyarlılığı olan hastalarda ağız içinde yüksek nikel ile karşılaştıklarında şiddetli lokal reaksiyon görmüşler ve tek bir hastada ise ağız dışında parmak ve ellerinde ürtiker şeklinde kızarıklıklar gözlemlemişlerdir. Diğer çalışmalarda Ni içerikli ortodontik apareylerin; Ni'e duyarlı olan hastalarda gingival ve ağız sağlığıyla ilgili ya çok az etki olduğunu görmüşler ya da hiçbir şekilde etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir (Bass 1993, Magnusson ve ark 1982). Bu çalışmalarda görülüyor ki Ni'e karşı aşırı duyarlılığın gerçekleşmesi için ağız ortamında yüksek oranda alerjene ihtiyaç vardır (Merritt ve Brown 1981, Bishara ve ark 1993, Barrett ve ark 1993, Park ve Shearer 1993, Greppi ve ark 1991).

## 1.2. Ortodontik Apareylerden Salınan Metal İyonları

Dental alaşımı oluşturan elementlerin ağız ortamına salınıp ağızda lokal ya da sistemik etkilere neden olmasına iyon salınım denir. İyon salınımı; alaşımın farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olması ya da alaşım yapısının stabil olmaması nedeniyle meydana gelmektedir. Salınan elementlerin sistemik ya da lokal etkileri salınan doz ile ilişkilidir. Tüm dental alaşımların yapılarının stabil ve korozyona dirençli olması istenir (Canay ve Atasever 1990, Staffolani ve ark 1999).

Paslanmaz çelik braketler için Ni, Cr ve Fe; Ni-Ti tel alaşımlar için Ni ve Ti başlıca korozyon ürünleridir (Amini ve ark 2008).

*Nikel:* Alaşımların sertliğini arttıran, sudan etkilenmeyen, parlak, beyaz renkte bir elementtir. Ni içeren alaşımların korozyona karşı direnci düşüktür. Ni'e karşı duyarlılık derecesini; mekanik irritasyonlar, temas etme şiddeti, sürekliliği, nem gibi faktörler etkileyebilmektedir. Salınan Ni iyonları dokuda taşıyıcı moleküllerle birleşir ve deride alerjik reaksiyonlara yol açabilir (Gerstorfer ve ark 1991, Kawashima ve ark 1998, Kedici ve ark 1995).

Nikel vücuda en çok yemeklerle ve içme suyuyla alınır. Solunumla alınan nikelin %30'u akciğerlere ulaşır, %20'si kan dolaşımına katılır. Nikelin yaklaşık %90'ı böbreklerden idrarla atılır (Jones ve ark 1986). Nikel biriken bir toksin değildir; gastrointestinal sistemde absorbe edilir ve metabolik olarak elimine edilir (Magnusson ve ark 1992). Mesleki olarak nikele maruz kalmayanlarda ortalama nikel seviyesi yaklaşık 4,5 µg/l (1,9-9,6 µg/l) olarak belirlenmiştir. Nikel; ayrıca tükürük ve terle de elimine edilebilmektedir (Menezes ve ark 2007).

Ağız ortamı konak ve potansiyel olarak koroziv olarak değerlendirilmektedir (House ve ark 2008). Yapılan çalışmalarda nikel ve kromun korozyonla ilgili yan etkilerinden dolayı paslanmaz çelik ve Ni-Ti alaşımlarda nikel ve krom daha büyük bir önem taşımaktadır (Amini ve ark 2008). Nikel daha çok kontak alerjiye neden olabilmektedir ve diğer metallerle birleştiğinde alerjik reaksiyonu tetikleyebilmektedir (Kerosuo ve ark 1996). Bunlara ek olarak Ni'in sitotoksik,

mutajenik ve karsinojenik etkileri kroma nazaran daha fazladır (Matos de Souza ve Macedo de Menezes 2008).

Nikelin toksik özelliği; çeşitli bileşiklerden ortamla temasa girdiğinde nikel açığa çıkması ile meydana gelir. Nikelin toksik dozu 1 ppm'dir. Baş ağrısı, baş dönmesi, sersemlik hali, mide bulantısı ve kusma akut nikel zehirlenmesinin ilk belirtileridir. Daha ciddi durumlarda nefes darlığı, bilinç bulanıklığı ve titreme görülebilir. Ciddi zehirlenmelerde yaygın pnömoni ve beyin ödemi hastayı ölüme götürebilir. Plasentayı aşabildiği için embriyotoksik ve teratojenik özellik gösterebilir. Fazla nikel alınması durumunda nefrotoksik etkiler görülebilir (Barceloux 1999).

Nikel, kadınlardaki alerjik dermatitin birinci nedenidir. Toplumda kadınlarda %10, erkeklerde %1 oranında nikel alerjisi görüldüğü bildirilmiştir (Barceloux 1999). Gözlük, saat ve mücevher gibi nikel içeren nesneler, direkt temas yoluyla kontak dermatit meydana getirebilir (Kerosuo ve ark 1996). Genetik faktörlerin de immünolojik cevapta rol oynadığı düşünülmektedir (Greig 1983).

*Krom:* Alaşımların korozyona ve lekelenmelere karşı direncini arttırır. Alaşıma %20'nin altında katıldığında dayanıklılığı azaltır ve lekelenmeyi arttırır. Kroma sürekli maruz kalan kişilerde akciğer kanseri riski insidansı fazladır, fakat tıp ve diş hekimliğinde kullanıldığı durumlarda karsinojen olmadığı bildirilmiştir (Howie ve ark 1996, Kedici ve ark 2000).

*Demir:* Alaşımı sertleştiren, toksik olmayan bir elementtir (Avcı 1990).

*Titanyum:* Biyolojik uyumluluğu iyi olan, alaşımların sertleşmesini sağlayan bir elementtir. Titanyum ve alaşımlarından yapılmış dental materyallerin toksik reaksiyona neden olduğu bilinmemektedir. Diğer materyallere göre daha yüksek kırılma direnci gösterir. Oksijenle karşılaştırıldığında metal yüzeyinde oksit bir tabaka oluşur, fakat bu tabaka biyolojik olarak komşu dokulara zarar vermez (Zaimoğlu ve ark 1993).

Titanyumun bilinen toksik ve alerjik etkisi yoktur. Biyolojik uyumlu bir element olması nedeniyle sabit protezlerde, iskelet protezlerde, metal porselen restorasyonlarda ve implant uygulamalarında özellikle tercih edilmektedir (Müller ve Valentine-Thon 2006).

Yapılan çalışmalarda gümüş alaşımları içinde bulunan kadmiyum, çinko, bakır, gümüş gibi metallerin ağız boşluğunda salınabildiği ve bu metallerin akut ya da kronik toksik davranışta bulunabileceği gösterilmiştir (Freitas 2008). Bu metal iyonları potansiyel olarak akciğer, böbrek gibi organlara karsinojenik etkide de bulunabilirler ( Menezes ve Quintão 2010).

### 1.2.1. Ortodontik Apareylerden Salınan Metal İyon Miktarlarının Değerlendirilmesi

Metal iyonların araştırılmasında 3 yöntem bulunmaktadır. Bunlar; in- vivo, in-vitro ya da geçmişte yapılan çalışmaların değerlendirilmesidir (Eliades ve Athanasiou 2002). İn-vitro çalışmalar farklı metodların kullanılabilmesi ve çeşitli solüsyonlardaki değişimin değerlendirilebilmesi nedeniyle önemli bir çalışma şeklidir. Bu çalışmalarda daha çok NaCl içerikli su ( % 0,05 ya da % 0,9 oranlarında) ya da farklı bileşimlerde yapay tükürük kullanılmaktadır (Dolci ve ark 2008).

#### İn- Vitro Çalışmalar ve Bunların Yararları

In-vitro çalışmalar hasta üzerinde yapılmadığı için; hiçbir etkiye maruz kalmadan metal iyon salınımını değerlendirmek mümkündür (Kuhta ve ark 2009). Park ve Shearer (1983) yapmış oldukları çalışma; metal iyon salınım ile ilgili ilk in-vitro çalışmalardandır. Bu çalışmada ortodontik apareylerden günde ortalama 40 µg Ni salındığını bulmuşlardır. Bir insanın günlük diyet ile aldığı Ni miktarı 300 ila 500 µg arasında değişmektedir (Kolokitha ve Chatzistavrou 2008). Günlük Ni miktarı diyetle alınan miktardan hayli düşük olduğundan bu miktar klinik olarak önem taşımamaktadır (Park ve Shearer 1983).

Dolci ve ark (2008), braketlerin yapımında kullanılan değişik tipteki alaşımların; salınan Ni ve Cr iyon miktarına etkisini değerlendirmişlerdir. Bu

çalışmada 1. grupta American Iron and Steel Institute [AISI] 303 paslanmaz çelik braket, 2. grupta ise AISI 316 L tip paslanmaz çelik braket kullanmışlardır. % 0,05 lik NaCl' lü solüsyon içerisinde örnekler konulmuş ve 36°C' de 60 gün boyunca inkübatörde bekletilmiştir. İyon salınım miktarı; atomik absorbsiyon spektrometresinde (AAS) ölçülmüştür. Ayrıca braketin ağırlığı çalışmadan önce ve sonra kaydedilmiştir. Sonuçlarda Ni ve Cr iyon miktarı 1. grupta daha fazla bulunmuştur. Ayrıca 1. grupta braket ağırlığında daha fazla bir azalış gözlenmiştir. Bu çalışmada braketlerin yapım ve komposizyonlarındaki değişikliklerin salınan iyon miktarını etkilediği sonuca varılmıştır.

Yeni ve kullanılmış tip braketlerden salınan iyon miktarının değerlendirilmesi ve farklı pH değerlerinde metal iyon salınım miktarının değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar; in vitro çalışmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Sfondrini ve ark (2009), yeni ve kullanılmış braketlerin farklı ph değerlerinde Cr iyon salınım miktarlarını değerlendirmişlerdir. 5 farklı zaman diliminde ($t_1$= 15 dk, $t_2$= 1 sa, $t_3$= 24 sa, $t_4$=48 sa, $t_5$= 120 sa) farklı ph değerlerindeki solüsyonlarda (pH 4,2, 6,5, 7,6) Cr iyon salınım miktarları incelenmiştir. Sonuçlar ışığında yeni braketlerde Cr iyon miktarı kullanılmış braketlere göre daha fazla bulunmuştur. Bu sonucun elde edilmesinde yeni braketlerde Cr ile kaplı koruyucu tabakanın olmasından kaynaklanabileceği açıklanmıştır. pH değeri düşük solüsyonda her iki braket tipinde de iyon salınımı yüksek bulunmuştur.

Sfondrini ve ark (2010), farklı pH değerlerinde Ni iyon miktarını ölmüşlerdir. Kullanılmış braketlerde Ni iyon salınım miktarı yeni braketlere göre daha fazla bulunmuştur. Ortamın pH'ının düşmesiyle de salınan Ni iyon miktarında artış elde edilmiştir.

Huang ve ark (2004), yeni ve kullanılmış braketlerdeki iyon salınım miktarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada 48 hafta boyunca farklı pH değerlerindeki solüsyonlarda metal iyonların salınım miktarlarını ölçmüşlerdir. Sonuç olarak kullanılmış braketlerde yeni braketlere göre daha fazla iyon salınımı gözlemişlerdir. Ayrıca pH'ı 4 olan solüsyonda pH'ı 7 olan solüsyona göre daha fazla iyona rastlanmıştır.

*İn-vivo Çalışmalar ve Bunların Yararları*

İn- vivo çalışmalar insan, hayvan ya da bitkinin organizma parçasını kullanarak kullanılan varlığın tümünü temsil etmeyi sağlayan çalışmalardır. İn- vitro çalışmalara göre daha zor olmasına karşın asıl canlı üzerinde çalışma yapıldığı için gerçek ve güvenilir sonuca daha yakındır. Metal salınımını ile ilgili in- vivo çalışmalar insan vücudunun birçok bölümünde değerlendirilir (Menezes ve ark 2007). Tükürük, kan, idrar ve saç bunlar arasında sayılabilir. Ancak ortodontik apareylerden salınan iyon miktarının ölçümünde tükürük önemli bir yere sahiptir. Bunun nedeni olarak insan vücudunun ilk çözücü yeri olması ve uzun zaman diliminde analiz imkânı sağlaması sayılabilir (Eliades ve Athanasiou 2002). Ağız ortamının nemi ve sıcaklığı metallerin bozunması için ideal bir ortam oluşturmaktadır ve bunun sonucu metal iyon salınımı gerçekleşebilmektedir (Amini ve ark 2008).

*Tükürükte Metal İyon Salınımı*

Tükürükteki metal iyon salınımına bakıldığında salınan iyon miktarında geniş bir değişkenlik söz konusudur (Kerosuo ve ark 1997, Kocadereli ve ark 2000, Gjerdet ve ark 1991, Ramadan 2004). Bu değişkenlikte birçok faktör etkili olabilir. Çünkü tükürükteki içerik; zaman içerisinde değişmektedir ve kişiye göre de faklılık gösterebilmektedir. Tükürüğün fizyolojik yapısını, içeriğini ve miktarını birçok faktör etkilemektedir. Bunlar arasında diyet, günün faklı periyotları, tıbbi durum sayılabilir (Gjerdet ve ark 1991).

Tükürükteki sabit ortodontik apareylerden salınan metal iyon salınım miktarını ve etkilerini değerlendiren birçok in vivo çalışma bulunmaktadır. Gjerdet ve ark (1991) Ni ve Fe miktarının ölçmek için 31 hastadan sabit aparey takıldıktan hemen sonra ve 3 hafta sonra tükürük örnekleri almışlar ve sonuç olarak aparey takıldıktan hemen sonra alınan tükürükteki iyon salınımındaki artışı istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır. Bu da gösteriyor ki zaman geçtikçe iyon salınım miktarı azalmaktadır.

Kerosuo ve ark (1997), yaptıkları bir çalışmada farklı tipteki apareylerin tükürükteki Ni ve Cr iyon miktarına etkileri araştırmışlardır. Dört farklı zaman diliminde (Aparey takılmadan önce, aparey takıldıktan 2 gün , 1 hafta ve 1 ay sonra) tükürük örnekleri almışlardır. Apareyler arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Ortalama olarak Ni konsantrasyonu 55 ng/µl ve Cr konsantrasyonu 61 ng/µl olarak bulmuşlardır.

Fors ve Persson (2006), tükürükteki ve dental plaktaki Ni konsantrasyonunu araştırdıkları bir çalışmada; sabit ortodontik tedavi gören hastalar ile tedavi görmeyen hastalar arasındaki Ni miktarı karşılaştırmış ve tedavi gören hastalarda tedavi görmeyen gruba göre tükürükte ve dental plakta Ni miktarını önemli derecede fazla bulmuşlardır.

Kocadereli ve ark (2000), her iki çenede de sabit ortodontik tedavi gören, sadece üst çenede ortodontik tedavi gören ve tedavi görmemiş hastaların dört farklı zaman diliminde tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyeleri değerlendirmişler ve herhangi bir zaman diliminde gruplar arasında fark bulamamışlardır.

Amini ve ark (2012), yapmış oldukları retrospektif bir çalışmada sabit ortodontik tedavi görmüş hastalar ile tedavi görmemiş kardeşleri arasında tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyelerini karşılaştırmışlar. Tükürükteki Ni seviyesini tedavi gören ve görmeyenlerde sırasıyla 18,5 ± 13,1 ve 11,9 ± 11,4 ng/ml bulmuşlardır ve istatistiksel olarak gruplar arasında fark gözlememişlerdir. Cr seviyelerini ise çalışma grubunda 2,6 ± 1,6 ng/ml iken kontrol grubunda 2,2 ± 1,6 ng/ml olarak ölçmüşlerdir. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.

Eliades ve ark (2003), yapmış oldukları çalışmada sabit ortodontik tedavi görmüş ve ortodontik tedavi görmemiş hastalardan aldıkları tükürük örneklerini başlangıçta ve apareyler çıkartıldıktan sonra karşılaştırdıklarında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlar ve ayrıca besin ve hava ile günlük alınan miktarın tükürükteki metal iyon seviyesini arttırmadığı sonucuna varmışlardır.

Ağaoğlu ve ark (2001), sabit ortodontik tedavi gören bireylerde serum ve tükürükteki Ni ve Cr seviyelerine bakmışlardır. Bireyler 5 gruba ayrılmıştır. Kan ve tükürük örnekleri; 1. gruptan tedaviye başlamadan önce, 2. gruptan tedaviye başladıktan 1 hafta sonra, 3. gruptan tedaviye başladıktan 1 ay sonra, 4. gruptan 1 yıl sonra ve 5. gruptan 2 yıl sonra almışlardır. Birinci ayda tükürük alınan grupta Ni ve Cr seviyesinde; başlangıçta ve 1. haftada alınan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. İkinci yılda tükürük alınan grupta Ni ve Cr seviyesindeki azalış; 1.ayda tükürük alınan grupla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Farklı dönemlerde alınan tükürük ve serumdaki Ni seviyelerinde anlamlı bir korelasyon görülmemiştir.

Sahoo ve ark (2011), konvansiyonel metal braketler ile self-ligating braketlerin tükürükteki Ni ve Cr seviyesini karşılaştırdıkları çalışmada ise tedaviye başlamadan önce, tedaviye başladıktan 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra tükürük örnekleri almışlardır. Her iki grupta da 1 günlük ve 1 haftalık zaman diliminde başlangıca göre Ni ve Cr seviyesinde artış gözlenirken 1 aylık periotta ise başlangıca göre düşüş gözlenmiştir. Konvansiyonel metal braketlerde Ni seviyesi self-ligating braketlere göre daha az Cr seviyesi ise daha fazla bulunmuştur.

*Kan ve İdrarda Metal İyon Salınımının Değerlendirilmesi*

Bishara ve ark (1993), ortodontik tedavi başlamadan önce, ortodontik tedavi başladıktan 2 ay sonra, ortodontik tedavi başladıktan 5 ay sonra olmak üzere 3 farklı zaman diliminde kan örnekleri almışlardır. Her bir bireye edge wise braket ve tüpler yerleştirilmiştir. 93 tane kan örneği AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometri) ile analiz edilmiştir. 5 ay boyunca ağız ortamına korozyon nedeniyle salınan metal iyon miktarının günlük diyetle alınan miktardan düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 5 ay boyunca ortodontik apareylerin biyolojik bozunması; Ni' in kandaki miktarını önemli derecede arttırmamaktadır.

Menezes ve ark (2007), sabit ortodontik tedavi gören 21 bireyden tedavi öncesi ve tedavi başlangıcından 2 ay sonra idrar örnekleri almışlardır. Ni iyon analizinde AAS kullanmışlardır. Ortodontik apareyler yerleştirildikten 2 ay sonra her iki cinsiyette de idrarda Ni seviyesinde önemli derecede artış gözlemişlerdir.

Ağaoğlu ve ark (2001), sabit ortodontik tedavi gören bireylerde serum ve tükürükteki Ni ve Cr seviyelerine bakmışlardır. Çalışmaya 100 birey katılmıştır. Bireyler 5 gruba ayrılmıştır. Kan ve tükürük örnekleri; 1. gruptan tedaviye başlamadan önce, 2. gruptan tedaviye başladıktan 1 hafta sonra, 3. gruptan tedaviye başladıktan 1 ay sonra, 4. gruptan 1 yıl sonra ve 5. Gruptan 2 yıl sonra alınmıştır. 5. grup; diğer gruplarla karşılaştırıldığında serumdaki Cr miktarında istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir.

### 1.2.2. Ağız Ortamına Salınan İyonlarının Genotoksik Etkileri

Ortodontik apareylerden salınan metal iyon miktarının; ortalama günlük diyet ile alınan metal iyon miktarından daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca salınan metal iyon seviyesinin toksik etki gösterecek kadar yüksek olmadığı bildirilmiştir (Kocadereli ve ark 2000, Ağaoglu ve ark 2001). Ancak oral mukoza hücrelerine biyolojik etkileri göz ardı edilemez (Faccioni ve ark 2003).

Westphalen ve ark (2008), ortodontik apareylerin genotoksik etkilerinini değerlendirmek için mikronükleus (MN) tayini ve comet analiz (CA) tayini kullanmışlardır. Tek hücreli jel elektroforez tekniği (CA); özellikle ökaryotik hücrelerde hasara uğramış DNA miktarını belirlemektedir. Mikronükleus tayini; potansiyel genotoksik bileşikler için toksikolojik taramada kullanılmaktadır. İki tekniğinde birlikte kullanılması gerekmektedir. Çünkü CA tayini; kısa süredeki DNA hasarlarını belirlerken; MN tayini uzun dönemdeki kromozomal hasarın belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ortodontik tedavi gören 20 hastadan aparey yerleştirildikten 10 gün sonra mukozal örnekten CA tayini yapılmıştır. Aparey takıldıktan 1 ay sonra da MN tayini yapılmıştır. CA sonuçlarına göre; ortodontik apareylerin hiçbir genetik zararı bulunmamaktadır. MN sonuçlarında ise; ortodontik apareyler yerleştirildikten 1 ay sonra MN hücre sayısında artış gözlenmiştir.

Faccioni ve ark (2003), ortodontik apareylerin biyouyumluluğu ile ilgili yapmış oldukları çalışmada; ortodontik tedavi gören hastaların hücresel canlılığında

kontrol grubuna göre anlamlı bir azalış gözlenmiştir. Ayrıca metal seviyesi ile hücresel canlılık arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Natarajan ve ark (2011), ortodontik apareylerden salınan Ni ve Cr konsantrasyonlarının oral mukoza hücreleri üzerindeki genotoksik etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada ortodontik tedavi görmüş hastalardan bitim zamanında ve bitimden 1 ay sonra oral mukoza simir örneği almışlardır. Bitimde tedavi gören bireylerden alınan mukozal hücredeki micronükleus sayısında kontrol grubuna göre anlamlı bir fark bulunmuştur. Fakat 30 gün sonra alınan örneklerde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca Ni ve Cr iyon seviyeleri ile mikronükleeus sıklığı arasında korelasyon görülmemiştir.

Hafez ve ark (2011), sabit ortodontik tedavi gören hastalardan tedavi öncesi, ortodontik tedaviden 3 ay ve 6 ay sonra bukkal mukoza hücre örnekleri almışlardır. Bu çalışmada hücre canlılığının değerlendirilmesinde tripan mavisi dışlama boya testi uygulanmıştır. Bulgular ışığında tedavi gören bireyler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında tedavi gören bireylerde sadece 3. ayda DNA hasarında ve Cr miktarında anlamlı bir fark görülmüştür. Sabit ortodontik tedavi gören bireylerde Ni ve Cr miktarında artış gözlenirken hücresel canlılık yüzdesinde azalış gözlenmiştir.

### 1.2.3. Metal İyon Salınımının Sistemik ve Lokal Etkileri

Metallere karşı oluşan alerjik reaksiyonlar alaşımlardan metal iyonlarının açığa çıkması ile izah edilmektedir. Korozyon nedeniyle dokulara geçen iyonlar sitotoksiteye, doku lezyonlarına, metalik tada, hipersensitiviteye, karsinogeneze neden olabilirler.

Yapılan materyalin elektrokimyasal özellikleri hem yumuşak dokuda hem de kemik yapıda bazı değişikliklere neden olabilir. Galvanik akım sonucu ağızda ödem, eritem, vezikül, purpura, ülserasyonlar ve karsinojenik irritasyonlar görülebilir (Geurtsen 2002).

Metal iyonlarının salınımı birçok sistemik ve lokal riskleri beraberinde getirebilir (Bishara ve ark 1993). Aşırı duyarlılık bunlar arasında en çok görülenidir. Aşırı duyarlılık 3 mekanizmanın birleşimi sonucu meydana gelir. Bunlar alerji, intolerans ve hiperreaktivitedir (Matos de Souza ve Macedo de Menezes 2008) Epidemiyolojik araştırmalara göre Ni' e karşı oluşan aşırı duyarlılık yaklaşık olarak toplumun % 20'sini oluşturmaktadır (Kerosuo ve ark 1996, Bass ve ark 1993).

Ni'e karşı alerjik reaksiyonlar ağız içi ve ağız dışı reaksiyonlardan oluşmaktadır. Ağız dışı alerjik reaksiyonlar ağız içi reaksiyonlara göre daha sık gözlenmektedir. Ni alerjilerinde ağız içinden ağız çevresine kadar uzanan şişlik, eritem ve ülserler meydana gelebilir. Bu oluşumlar alerjik kontakt deri iltihabı ya da mukoza iltihabı olarak adlandırılmaktadır. Ağız içi alerjik reaksiyonlarda kırmızılık, kaşıntı, ödem, dudak ve ağız mukozasında kuruluk, yanma hissi ve gingival inflamasyon görülebilir. Bütün bu reaksiyonlar sadece temas eden bölge ile sınırlı değildir. Yüzde egzematik ve ürtiker reaksiyonlar ya da temas bölgesinden çok uzak bir cilt bölgesinde kırmızılık, irritasyon, kaşıntı, egzema, ağrı, döküntü ve fissür oluşumu söz konusu olabilir (Kolokitha ve Chatzistavrou 2008). Nadiren de sistemik reaksiyonlar gözlenebilir (Schriver ve ark 1976, Dunlap ve ark 1989).

### 1.2.4. Hastaların Metal İyon Salınımına Bağlı Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi

Alerjik reaksiyon şüphesi olan vakalarda mutlaka alerjenin tespit edilmesi gerekir. Allerjen tespiti genellikle hasta hikâyesi, klinik bulgular ve biyouyumluluk testleri (patch testi) ile teşhis edilir (Blanco-Dalmau ve ark 1984, Goncalves ve ark 2006).

Ni'e karşı aşırı duyarlılığın tespitinde patch testinin kullanıldığı bazı çalışmalar mevcuttur (Blanco-Dalmau ve ark 1984, Goncalves ve ark 2006).
Prystowsky ve ark (1979), 1158 yetişkin gönüllüyü aşırı duyarlılık yönünden değerlendirmişlerdir. % 5,8'inde % 2,5' luk nikel sülfata karşı pozitif reaksiyon gözlenmiştir. Delinmiş kulak, kulak lezyonları ve gümüşle temas halindeki alanlar arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Hastalar arasında kontak dermatitin klinik değerlendirilmesinde % 11' inde nikele karşı pozitif reaksiyon gözlenmiştir.

Blanco- Dalmau ve ark (1984), patch testiyle yapmış oldukları çalışmada 403 hastanın %5 lik nikel sülfata karşı pozitif reaksiyon insidansını % 28,5 olarak bulmuşlardır. Cinsiyetler arasında önemli bir fark gözlenmiştir ( kadınlarda % 31,9, erkeklerde % 20,7).

Jones ve ark (1986), 100 hastaya Ni'e karşı aşırı duyarlılık insidansını belirlemek için patch testi uygulamışlardır. Cinsiyet, yaş ve daha önce takıya karşı oluşan alerji hikâyelerinin birbirleriyle ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Ni'e karşı hassasiyeti olan hastalarda kan basıncında, nabızda ve vücut sıcaklığında değişim olduğunu gözlemişlerdir. Araştırmacılar Ni'e karşı aşırı duyarlılık insidansını bayanlarda % 20 ve erkeklerde % 2 olarak tespit etmişlerdir.

Stenman ve Bergman (1989), 151 hastanın dental materyal ve takıya karşı aşırı duyarlılığın tespiti için Patch testi uygulamışlardır. Metallere karşı pozitif reaksiyon gösteren kişi sayısını 42 ( % 28), organik içeriklere karşı pozitif reaksiyon gösteren kişi sayısını ise 7 hasta ( % 4,6 ) olarak belirlemişlerdir. Ni'e karşı pozitif reaksiyon gösteren kişi sayısı ise 21 hasta olarak bulunmuştur (20 bayan ve 1 erkek).

Menezes ve ark (2004), ortodontik bant ve braketlerde bulunan 8 antijene kaşı aşırı duyarlılığı araştırmışlardır. Bu antijenler; kobalt klorit, bakır sülfat, potasyum dikromat, demir sülfat, manganez klorit, molibden tuzu, nikel sülfat ve titanyum oksittir. 48 saat sonra antijenler uzaklaştırılmış ve dermatolog tarafından antijen uygulamasından 48 ve 72 saat sonra değerlendirilmiştir. Sabit ortodontik apareyler yerleştirilmeden önce yerleştirildikten 2 ay sonra patch testi uygulanmıştır. Nikel sülfat (%21,1), potasyum dikromat(% 21,1) ve manganez klorite( %7,9) karşı aşırı duyarlılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ortodontik apareyler yerleştirilmeden önce ve yerleştirildikten sonraki değerlendirmelerde fark bulunamamıştır. Çalışma periodu boyunca hastaların metallerden etkilenmediği kanısına varılmıştır. Herhangi bir antijenle cinsiyet arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunamamıştır. Buna rağmen bayanlar arasında nikel sülfata, erkekler arasında ise potasyum dikromata karşı yüksek bir hassasiyetin olduğu görülmüştür.

*Nikele Karşı Alerjisi Olan Hastalarda Yapılması Gerekenler*

Öncelikle iyi kalitede materyaller kullanmak korozyonu azaltacaktır. Daha önce kullanılmış braketler tercihen tekrar kullanılmamalıdır. Nikel içeren apareylere alternatif olarak seramik, polikarbonat, titanyum ya da altın kaplamalı apareyler tercih edilmelidir. Sabit ortodontik apareyler yerleştirildikten kısa bir süre sonra reaksiyon gerçekleşmiş ise tedaviye devam edilmemelidir ve Ni içeren aparey hemen çıkartılmalıdır (Eliades ve ark 2002, Menezes ve ark 1997, Menezes ve ark 2009). İyileştikten sonra tedavi için alternatif alaşımlar kullanılmalıdır (Kusy 2004).

## 1.3. Ligatürleme Çeşitleri

Sabit ortodontik tedavide gerekli diş hareketinin elde edilebilmesi için kuvvetin ark telinden brakete aktarılması gerekmektedir. Bu kuvvet aktarımını farklı ligatür teknikleriyle sağlayabiliriz. Ortodontide yaygın olarak kullanılan ligasyon yöntemleri şunlardır: Paslanmaz çelik ligatürler, elastomerik ligatürler ve klips veya kayarak açılıp kapanan kapakçık ihtiva eden braketler (Self-ligating braketler).

### 1.3.1. Paslanmaz Çelik Ligatürler

Günümüzde hâlâ kullanılan eski ligasyon çeşitlerinden biridir. Paslanmaz çelik ligatürler kendine özgü birçok özelliğe sahiptir. Sağlam, ucuz, deformasyona dayanıklı olması, ark teline sıkı ya da gevşek bağlanıyor olması başlıca özelliklerindendir. Paslanmaz çelik ligatürler; braketin ark teline tam ve uzaktan bağlanabilmesine izin verir (Vaughan 1995). Ayrıca tedavi esnasında kuvvet kaybına karşı dayanıklıdırlar (Taloumis ve ark 1997).

Metal ligatürlerin dezavantajı hızlı ve rahat uygulanamamasıdır. Kullanımı elastomerik ligatürlere göre daha yavaştır (Shivapuja ve Berger 1994). İki ark telini çıkartıp tekrar yenisini takmak için fazladan 12 dk gerekmektedir. Metal ligatürlerde elastomerik ligatürlere göre daha az sürtünme meydana gelmektedir ( Saunders ve Kusy 1994).

### 1.3.2. Elastomerik Ligatürler

Elastomerik ligatürler 1970'li yıllarda icat edilmiş ve hızlı bir şekilde kullanımı yayılmaya başlamıştır. Bu elastomerik ligatürlerin ark teline bağlanması ve çıkartılması için geçen zaman çelik ligatürlere göre daha hızlıdır. Ayrıca öğrenilmesi en kolay ligatürleme şekillerindendir. Elastomerik ligatürlerda ark telinin brakete istenildiği zaman tam olarak bağlamaması dezavavntajları arasındadır (Hain ve ark 2006). Elastomerik ligatürler esneme özelliklerinden dolayı ark telini slota tam olarak yerleştirmek için yeterli kuvvet uygulamayabilirler. Bu sonucu ortadan kaldırmak için 8 şeklinde ligatürleme tercih edilebilir. Ancak 8 şeklinde ligatürlemenin O şeklinde ligatürlemeye göre daha fazla sürtünme direnci oluşmaktadır (Vaughan ve ark 1995). Elastomerik ligatürler uzun süre değiştirilmeden ağızda bırakılırsa kuvvet kaybına uğrarlar (Taloumis ve ark 1997).

### 1.3.3. Self Ligating Braketler

Konvansiyonel ligatürleme metodları bazı sınırlandırmaları beraberinde getirmektedir. Ortodontistler bu eksiklikleri tolere edebilmek ve tedavi mekaniklerini daha etkinleştirebilmek için self ligating braketleri icat etmişlerdir.

Kolay ve hızlı ligatürleme özelliği ve azaltılmış sürtünmeye sahip olması self ligating braket fikrini doğurmuştur (Harradine 2003). İlk kez 1935 yılında Stolzenberg'in geliştirdiği Russell Lock apareyi ile ligatürsüz Edgewise braket kavramı ortaya çıkmıştır (Stolzenberg 1935). 1972'de Wildman tarafından Edgelock apareyinin tanıtımıyla daha da pekişmiştir. Daha sonraki yıllardan günümüze kadar birçok self- ligating braket sistemi geliştirilmiştir. Bunlar; Forestadent Mobil-Lock (1980), Forestadent Begg (1980), Orec SPEED (1980), 'A' Company Activa (1986), Adenta Time (1996), 'A' Company DamonSL (1996), Ormco TwinLock (1998), Ormco / 'A' Co Damon 2 (2000), GAC In-ovation (2000), Gestenco Oyster (2001), GAC In-Ovation R (2002), Adenta Evolution LT (2002), Ultradent Opal (2004), Ormco Damon 3 (2004), 3M Unitek SmartClip (2004), Ormco Damon 3 MX (2005), Ultradent OPAL metal (2006), Forestadent Quick (2006), Lancer Praxis Glide

(2006), Class 1 / Ortho Organisers Carriere LX (2006), Vision LP American Ortho (2007), T3 American Ortho (2008), Ormco Damon Q (2009)'dur.

Kapaklı braketlerin konvansiyonel ligatürleme sistemlerinden avantajlı kılan birtakım üstünlükleri bulunmaktadır. İlk kapaklı braketlerin geliştirilmesindeki asıl neden ligatürleme işlemini hızlandırmaktı. Yapılan çalışmalarda kapaklı braketlerle ark teli değiştirme ve bağlama işleminin çok daha hızlı gerçekleştiği gösterilmektedir (Harradine ve Birnie 1996, Tosun 1999, Turnbull ve Birnie 2007). Kapaklı braketler ile ark telinin braket slotuna kesin olarak bağlanması sağlanır. Kapak kapandığı zaman ark teli slota tam olarak yerleşmektedir. Braket ve tel arasında daha az sürtünme oluşmaktadır (Berger 1990, Kapur ve ark 1998, Saunders ve Kusy 1994, Schumacher ve ark 1990).

Kapaklı braketlerde aktif veya pasif kapak sistemleri bulunmaktadır. Speed ve Inovation braketlerde, slotun labial iç yüzeyinde kapatıldığında ark teline aktif kuvvet uygulayacak şekilde kayıcı bir yay klips vardır. Time braketlerde benzer bir aktif klips vardır, ancak kayma yerine rotasyonla yerine yerleşmektedir. Edgelock, Twinlock, Activa, Damon, Smart Clip braketler vertikal yönde açılıp kapanan ve diğer metal klipsler gibi slotun içine girmeyen, slota pasif labial bir duvar yaratan sürgüye sahiptirler (Rinchause ve Miles 2007 ).

Farklı ligasyon ve braket çeşidinin tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyelerine etkisini değerlendiren tek bir çalışma mevcuttur. Bu çalışmada her iki brakette de 1. ve 7. Günlerde Ni ve Cr seviyelerinde artış gözlenirken, 30. günde bu miktarlarda azalış gözlenmiştir. Self ligating braket sistemi ile konvansiyonel braket sistemi karşılaştırıldığında; konvansiyonel brakette tükürükteki nikel salınımı daha az iken krom salınımı daha fazla bulunmuştur (Sahoo ve ark 2011).

## 1.4. İndüklenmiş Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS)

İndüklenmiş eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi, metal ya da metal olmayan elementlerin ölçümünde kullanılan bir cihazdır. Analiz gerçekleştirilirken ilk önce

indüklenmiş eşleşmiş spektrometri ile örnekler iyonize edilir, daha sonra kütle spektrometrisi ile iyonlar ayrıştırılır ve sonrasında iyon konsantrasyonu hesap edilir.

Atomik absorbsiyon teknikleri ile karşılaştırıldığında daha hızlı ve duyarlıdır. Ancak cam eşya ve reaktiflerden geçen küçük cisimlere karşı daha hassastır. Ayrıca bazı iyonların varlığı başka iyonların tespitini engelleyebilir (Wolf 2005).

### 1.4.1. ICP-MS' in İçeriği

Analitik bir cihaz olarak ICP-MS iki üniteden oluşmaktadır:

**1)** İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma (ICP)
**2)** Kütle spektrometresi (MS).

Elementler ICP' de iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektrometresine gönderilirler ve burada kütle/yük oranlarına göre ayrışarak ölçülürler.

*İndüklenmiş Eşleşmiş Plazma*

İndüklenmiş eşleşmiş plazma; elektriksel sargılardan elde edilen indüklenmiş ısıtılmış gaz ile iyonize olur. Bu plazma; iletken görevi gören gazların elde edilmesi için yeterli konsantrasyonda iyon ve elektronlar içerir. Hatta % 1 kadardan az bir kısmı; iyonize olmuş gaz plazmanın karakteristiklerini taşır (manyetik dalgalara cevap, yüksek elektriksel iletkenliği gibi). Elektrokimyasal analizlerde kullanılan bu plazmalar aslında elektriksel olarak nötrdür ve iyon üzerindeki her pozitif yüklenmede serbest elektronlar dengeyi sağlar. Plazmalarda pozitif ve negatif iyonların miktarı yaklaşık olarak aynıdır.

ICP, eş merkezli üç tüpten oluşan torç içerisinde muhafaza edilir. Bu tüpler genellikle kuartzdan yapılmıştır. Radyo-frekans elektrik akımının geçtiği indüksiyon sarmalının içerisine torçun son kısmı yerleştirilir. Argon gazı, torçun en dış iki tüpü içerisine konulur ve elektrik kıvılcımı, gaz akımı içerisinde serbest elektronların elde edilmesi için, kısa süreliğine uygulanır. Elektronlar indüksiyon sarmalının radyo-

frekans manyetik alanı ile etkileşime girer ve kuartz tüp içinde dairesel orbitallerde hareket etmeleri için manyetik alan vasıtası ile hızlandırılırlar. Hızlanmış elektronlar argon atomu ile çarpışır ve çarpışma esnasında argon gazının elektronları ayrışır. Salınan elektronlar manyetik alanın hızlı değişimi ile hız kazanırlar. Bu işlem yeni elektronların salınımına kadar devam eder. Çarpışma argon iyonunun elektron ile tekrar birleşmesi ile dengelenir. Bu durumda çoğunlukla argon atomu ve serbest elektron ve argon iyonundan oluşan bir alev topu meydana gelir. Bu sırada plazmanın sıcaklığı 10,000 K seviyesine kadar ısınır (Wolf 2005).

*ICP' nin Temel Özellikleri*

1. Yüksek sıcaklıkta (6000 -10000 K) oluşur.
2. Yüksek elektron yoğunluğu (birkaç iyonlaşma girişimi) vardır.
3. Kimyasal olarak inert bir ortamda serbest atomlar oluşur.
4. Alt seviyelerde moleküler türler yok veya çok azdır.
5. Optik olarak incedir.
6. Elektrotsuzdur.
7. Patlayıcı gaz yoktur (Wolf 2005).

*Kütle spektrometresi*

Plazma tarafından elde edilen iyonlar; kütle spektrometresindeki bir dizi kütle filtresinden (quadropul) geçirilerek ayrıştırılır. Bu ayrıştırma işlemi uygun olarak ayarlanmış voltaj ve radyo dalgaları frekansına göre yapılır. Kütle filtresinden geçen iyonlar dedektörün aktif yüzeyine çarpar ve ölçülebilir bir sinyal oluştururlar (Wolf 2005).

### 1.4.2. ICP- MS ile Yapılan Uygulamalar

ICP-MS direkt olarak çözeltide iz element derişimlerinin belirlenmesinde uygundur. Birçok element için gözlenebilme sınırı ng/L'nin (ppb ve daha düşük derişimler) altındadır. Çok sayıda elementi aynı anda analiz edebilme özelliği sayesinde nicel analizlerde ve izotop oranlarının belirlenmesinde olduğu gibi, başta

metalik elementler olmak üzere periyodik tablodaki elementlerin büyük çoğunluğunun nicel ve yarı-nitel tayinlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

ICP-MS' in çalışma aralığı diğer yöntemlere oranla oldukça geniştir. Birçok element için pg-mg/l arasında kalibrasyon grafikleri çizilebilmektedir ve bu farklı derişime sahip birçok elementin aynı anda analizine olanak sağlamaktadır. Değişik örnek göndericilerle eşleştirildiğinde ICP-MS, sıvı örnekler dışında katı örneklerin analizinde de sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Wolf 2005).

ICP-MS analizi tıp ve adli alanlarda daha çok kullanılmaktadır. Klinisyen ağır metal zehirlenmelerinde metal sayım tayini isteyebilir. Böyle bir durumda kan, idrar, plazma, serum ve metal taşıyan kan hücrelerinden örnekler alınarak analiz gerçekleşmektedir. Diğer bir çalışma alanı çevresel incelemelerde kullanılmasıdır. Özetle bu analiz metal, protein ve biyomoleküllerin sayımı ve element analizinde kullanılmaktadır (Wolf 2005).

### 1.4.3. ICP- MS Analizinde Örnek Hazırlama

ICP-MS analiz tekniğinin en önemli aşamalarından biri örnek hazırlama aşamasıdır. Analize tabii tutulacak sıvı örnekteki bazı maddeler cihaza zarar vermemesi açısından belirli sınır değerlerin altında olması tercih edilir. Sıvı örneklerdeki toplam çözünmüş katı madde miktarı (TDS) % 0,1 in, organik madde içeriği de %2'nin altında olmalıdır. Örnekler ayrıca askıda katı partiküller içermemelidir. Analiz edilecek bu tür örneklerin bir kısmı mutlaka 0,45 mikronluk filtreden geçirilmelidir. Matris etkisini ortadan kaldırmak için örnekler ile standartların aynı asit çözeltisi (tipik olarak %2 $HNO_3$) içerisinde hazırlanması önemlidir. Nitrik asit çözeltisi, % 65'lık nitrik asitten ultra saf su içerisinde günlük olarak hazırlanmaktadır. ICP-MS ölçüm aralığı ppb-ppt aralığında olduğundan, daha konsantre analitlerin bu ölçüm aralığına getirilmesi için seyreltme yapmak gerekmektedir (Wolf 2005).

# 2. GEREÇ VE YÖNTEM

## 2.1. Gereç

Çalışmaya Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi için başvurmuş ve yaşları 12 ve 15,7 arasında değişen 14 kız ve 14 erkek olmak üzere 28 birey dahil edilmiştir. Çalışmanın materyalini bu bireylerden çalışma süresince farklı dönemlerde alınan tükürük örnekleri oluşturmaktadır.

Çalışmanın yürütülebilmesi için 2013/8 sayılı ve 24.01.2013 tarihli Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul kararı alınmıştır (Bkz. EK-A). Ayrıca hasta ve hasta velileri çalışma hakkında bilgilendirilerek, onayları alınmıştır (Bkz. EK-B).

Çalışmaya dahil edilecek bireylerin seçiminde aşağıdaki kriterler göz önüne alınmıştır:

1. Ağız hijyeninin iyi olması,
2. Az veya orta şiddette yer darlığına sahip olup çekimsiz sabit tedavi endikasyonu konulmuş olması
3. Hastalarda konjenital ya da kazanılmış diş eksikliği olmaması (molar dişler haricinde)
4. Gömülü dişlerinin olmaması (molar dişler haricinde)
5. Hastada herhangi bir amalgam dolgu ya da metal restorasyonun olmaması,
6. Herhangi bir oral veya sistemik hastalığının olmaması,
7. Herhangi bir ilaç veya sigara kullanmaması,
8. Tedavi öncesi 6 ay içerisinde hareketli ya da sabit bir aparey kullanmaması,
9. Daimi dentisyonda olması,
10. Braket ve kullanılacak tel dışında herhangi bir ortodontik apareyin kullanılmaması.

Hastalardan tedavi öncesi ve sonrasında alçı model, fotoğraf ve röntgen kayıtları alınıp değerlendirmeleri yapılmıştır.

Çalışma her biri 14 bireyden oluşan 2 gruptan oluşmaktadır. Birinci gruba tüm dentisyona (santralden 1.molara kadar) 0,022 inç slotlu klasik metal pretork braket (Equilibrium® , Dentaurum, MBT Prescription), ikinci gruba ise 0,022 inç slotlu kapaklı metal braket (Damon Q, Ormco) uygulanmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması 13,9 ± 1,8 yıldır. Çalışmaya dahil edilen bireylere uygulanacak braketler rastgele belirlenerek iki gruba ayrılmıştır. Birinci grubun üst çenede ortalama 3,14 ± 2,15 mm, alt çenede ise ortalama 2,45 ± 1,7 mm yer darlığı bulunmaktadır. İkinci grupta ise üst çenede 3,08 ± 1,87 mm, alt çenede 2,15 ± 1,55 mm yer darlığı bulunmaktadır.

## 2.2. Yöntem

Tüm bireylerden T0 ve T1 ve T2 ve T3'de tükürük örneği alınmıştır.
Tükürük örnekleri;

-Bonding işleminden önce (T0),

-Bonding işleminden 2 hafta sonra (ark telleri yerleştirilmeden önce) (T1),

-Bonding işleminden 4 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 2 hafta sonra (T2),

-Bonding işleminden 6 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 4 hafta sonra (T3) toplanmıştır.

### 2.2.1. Bonding İşlemi

Ağız hijyen eğitimi verildikten 2 hafta sonra hastalardan ilk kayıtlar alınarak bonding işlemine geçilmiştir. Alt ve üst dişlere bonding aynı anda yapılmıştır. Birinci gruba üst ve alt dişlerine 0,022 inç slotlu klasik metal pretork braket (Equilibrium® , Dentaurum MBT Prescription, Pforzheim, Almanya) kullanılmıştır (Resim 2.1), ikinci gruba ise 0,022 inç slotlu kapaklı metal braket (Damon Q, Ormco, Orange, Kaliforniya, ABD) kullanılmıştır (Resim 2.2). 1. molar dişlere ise hangi tür braket kullanılmış ise o braket ile aynı markayı taşıyan 0,022 inç slotlu tüp kullanılmıştır.



**Resim 2.1.** 0,022 inç Slotlu klasik Metal Pretork Braketin (Equilibrium®, Dentaurum MBT Prescription) Ağız İçindeki Görünümü (1.grup)



**Resim 2.2.** Kapaklı Metal Braketin (Damon Q, Ormco, Orange, Kaliforniya, ABD) Ağız İçindeki Görünümü (2.grup)

Dişler %37'lik ortofosforik asit (Pulpdent® Etch Royale™ Pulpdent Corporation Watertown, Massachusetts, ABD) ile 30 saniye asitlendikten sonra suyla yıkanmıştır (Resim 2.3). Tebeşirimsi görünüm elde edilene kadar kurutulmuştur. Transbond™ XT Primer (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia, Kaliforniya, ABD) ve Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD) yapıştırıcı kullanılarak braketler yapıştırılmıştır. Primer; ışıkla sertleşen, %45-55 Bis EMA ve %45-55 Trietilen-GMA içeren bir üründür. Yapıştırıcı ise ışıkla sertleşen ve flor salınımı olmayan pasta-likit (no-miks) yapıda bir kompozit yapıştırıcıdır. %14 Bis

GMA, %9 Bis EMA'dan oluşup içinde %77 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri vardır (Resim 2.4).

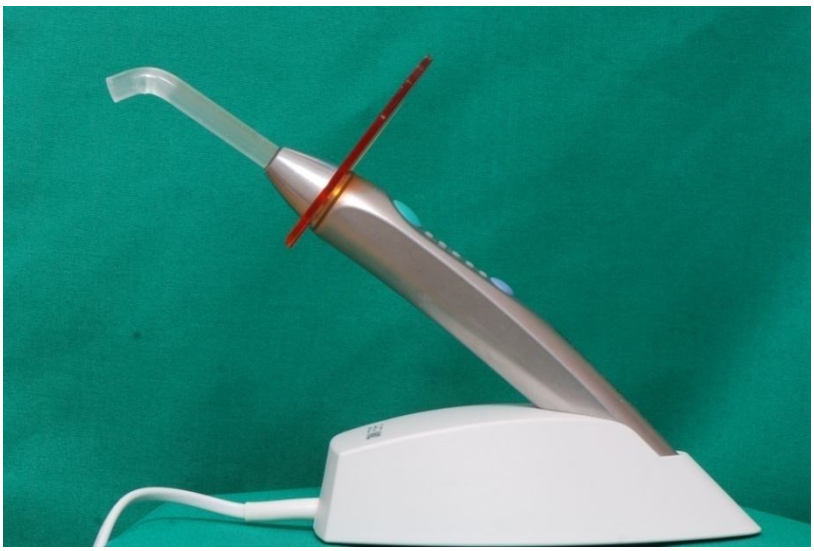



**Resim 2.3.** Pulpdent® Etch Royale™ %37'lik fosforik asit




**Resim 2.4.** Transbond™ XT Primer ve Yapıştırıcı

Yapıştırıcının polimerizasyonu için de 1200 mW/cm$^2$ yoğunluğunda 430-480 nm dalga boyunda mavi ışık üreten LED ışık kaynağı (The Elipar™ S10 LED Curing Light, 3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD) kullanılmıştır (Resim 2.5).

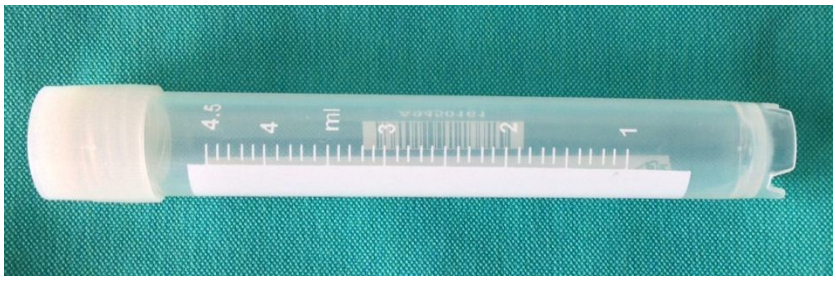


**Resim 2.5.** Elipar™ S10 LED ışık kaynağı

Bonding işleminden iki hafta sonra bütün hastalara aynı olacak şekilde 0,016 inç Nikel-Titanyum (Ni-Ti) ark teli yerleştirilmiştir. Roth metal braketlere ark telleri elastomerik ligatür (Versa-Tie$^{TM}$ Ligature Tie, G&H, Franklin, USA) ile bağlanmıştır. Çalışma süresince braket, tel, elastomerik ligatür ve bonding malzemeleri dışında hiçbir malzeme kullanılmamıştır.

### 2.2.2. Tükürük Örneklerin Alınması

Gerçek Ni ve Cr iyon seviyelerinin ölçümü için uyarılmamış tükürük kullanılmıştır. Bunun anlamı; dil ve yanak hareketlerinin yardımıyla ya da sakız çiğneyerek elde edilen tükürük kullanılmamıştır. Tükürük örnekleri anlık alınmış ve yaklaşık olarak 5 dk sürmüştür. Tükürük örnekleri alınırken diş fırçalamadan en az 30 dk geçmiş olmasına dikkat edilmiştir. Tükürük örnekleri; 5 ml'lik diskcryo tüplerine 5 ml kadar toplanmıştır (Resim 2.6). Analiz yapılana dek tükürük örneği içeren tüpler -80 °C de bekletilmiştir.




**Resim 2.6.** Diskcryo Tüp

### 2.2.3. Tükürük Örneklerin Hazırlanması

Hazırlık aşaması tükürük örneklerinin oda sıcaklığına getirilmesi ile başlamıştır. 2 ml'lik tükürük 2 küçük cam şişelere her birine 1'er ml olacak şekilde boşaltılmıştır. Bunun amacı; ölçümlerin tekrarlanabilirliğini ve doğruluğunu ölçebilmektedir. 1 ml'lik tükürük örnekleri laboratuar fırınlarında 150 W lık kırmızı ışık altında kurutulmuştur. Kurutma işlemi 6 ila 24 saat arasında sonlandırılmıştır.

Daha sonra kurutulmuş tükürüğün tamamen çözülebilmesi için tükürük örnekleri 0,2 ml'lik aqua regia (%65'i hidroklorik asit,%35'i nitrik asit)'da 24 saat bekletilmiştir. Son olarak tükürük örnekleri 3 ml'lik su ile dilüe edilmiştir. Kalan artıklar; ICP-MS (Perkin Elmer Elan DRC-e ) cihazı ile analiz yaparken engel oluşturmaması için filtreden geçirilmiştir. Kullanılan filtre; 1,2 µm çapın altındaki artıkların tutulmasını sağlamaktadır.

### 2.2.4. ICP-MS Analizinin Uygulanması

ICP-MS, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon, gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir ( Resim 2.7). Örnek, genel olarak bir solüsyon halinde örnek giriş sistemi aracılığıyla nebulizöre ve sprey odacığına sunulur. Burada yüksek hızlı argon akışı sayesinde örnek solüsyonu sisleştirilir. Sadece çok küçük damlacıklar argon plazmasına taşınır, diğerleri doğrudan atığa gider. 6000 $^{\circ}$K sıcaklıklardaki plazma örneği buharlaştırır ve iyonize eder. İyon akışı atmosferik basınçtan örnekleyici ve süzücü konlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. Sonra iyon akımı iyon lensleri aracılığıyla quadrupola odaklanarak kütle filtresine yönlendirilir. İyonlar kütle spektrometrede kütle yük oranına göre ayrılırlar ve detektör tarafından ölçülürler.

Aynı örnek için ard arda ölçülen üç değer alınır ve kontrol programı bu değerlerin ortalamasını ve standart sapmasını hesaplar. Yapılan hesaplamalar kalibrasyon standartlarına göre dönüştürülür ve örneklerin başlangıç konsantrasyonuna göre hesap edilir. İki hesaplanmış ortalamaların ağırlıklı ortalamaları ve bu ağırlıklı ortalamaların hataları hesap edilir.




**Resim 2.7.** ICP-MS cihazı (Perkin Elmer Elan DRC-e )

2.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi, Windows ortamında SPSS istatistik paket programı (SPSS Inc. version 17.0) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tükürükteki Ni ve Cr değerlerinin normal dağılım gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilks ve Levene's varyans homojenite testi ile tespit edilmiştir. Verilerin normal dağılmaması ve istenen yeterli sayıda olmaması sebebiyle parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Self-ligating, konvansiyonel gruplarına ait tükürükteki Ni ve Cr konsantrasyonların değerlendirilmesinde, grup içi parametrelerin zaman içindeki değişiminin istatistiksel önemi Friedman non-parametrik testi ile belirlenmiş ve anlamlılığa neden olan ölçümün tespitinde Wilcoxon sign non-parametrik testi kullanılmıştır. Gruplar arası parametrelerin zaman içindeki değişiminin istatistiksel önemi ise Mann-Whitney U non-parametrik testi kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistik sonuçları için oluşturulan tablolarda verilere ait ortalama değerler (X), standart sapma değerleri (Sd), minimum (min) ve maksimum değerler (maks) ve istatistiksel önemi belirten p değerleri verilmiştir. $P< 0,05$ değerler istatistiksel olarak anlamli kabul edilmiştir.

## 3.BULGULAR

Çalışmamız Self-ligating ve konvansiyonel olmak üzere iki braket grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her hastadan bonding işleminden önce, bonding işleminden 2 hafta sonra ark teli yerleştirilmeden önce, ark teli yerleştirildikten 2 hafta sonra, ark teli yerleştirildikten 4 hafta sonra olmak üzere dört tükürük örneği alınmıştır.

### 3.1. Gruplar Arasında Çalışma Başlangıcında (T0) Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması

Çizelge 3.1'de iki grubun çalışma başlangıcındaki ortalama değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.1 incelendiğinde; iki grupta başlangıçta (T0) tükürükteki Ni ve Cr miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p> 0,05).

**Çizelge 3.1.** Çalışma başlangıcında (T0) ortalama değerlerin gruplar arasında karşılaştırılması

| **TO** | **Self-ligating Grup** | | **Konvansiyonel Grup** | | **P** | **Test** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **X** | **SD** | **X** | **SD** | | |
| **Ni** | 5,81 | 2,85 | 5,79 | 2,8 | 1 NS | Mann-Whitney U testi |
| **Cr** | 8,38 | 2,43 | 8,02 | 2,78 | 0,769 NS | |

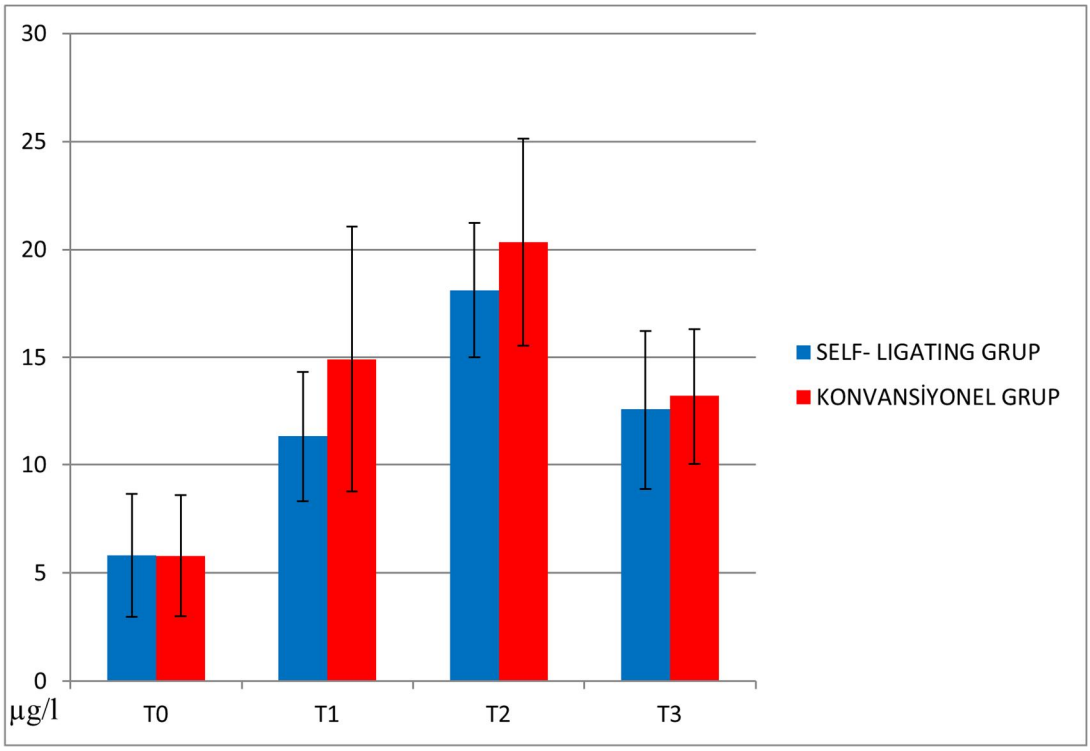
p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### 3.2. Tükürükteki Ni ve Cr Miktarlarının Değerlendirilmesi

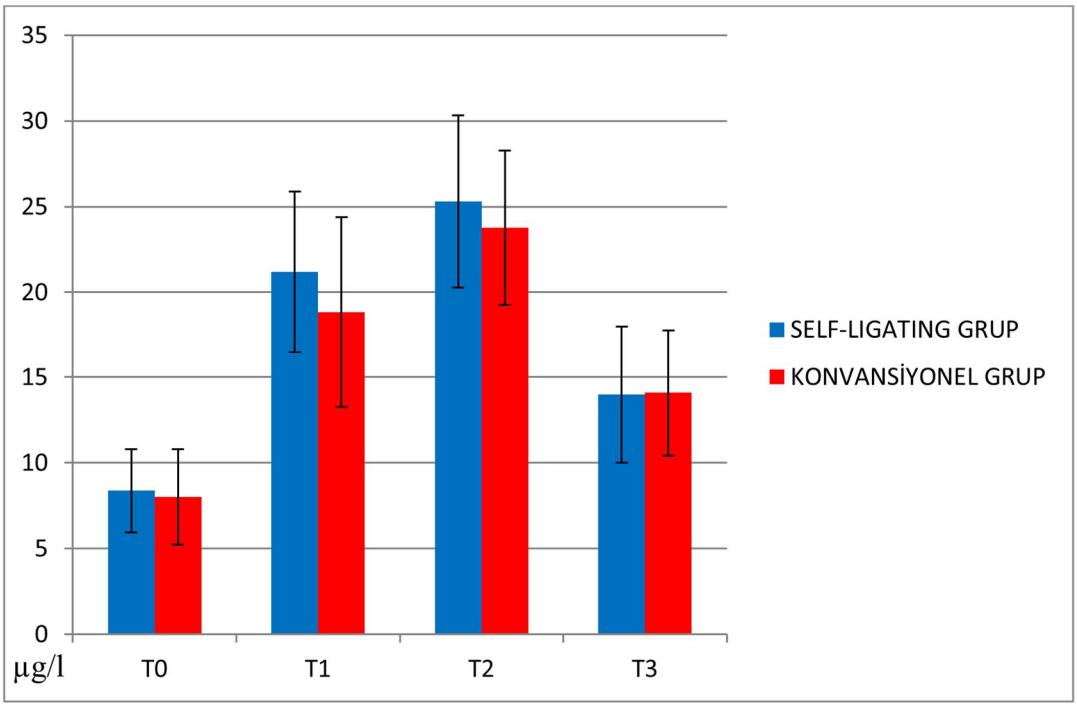
#### 3.2.1. Grup İçi Değerlendirmeler

Self-ligating ve Konvansiyonel gruplarında bonding işleminden önce (T0), Bonding işleminden 2 hafta sonra (ark telleri yerleştirilmeden önce) (T1), Bonding işleminden 4 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 2 hafta sonra (T2) Bonding işleminden 6 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 4 hafta sonra (T3) Ni miktarı ortalama değerleri ve standart sapmaları Şekil 3.1'de, Cr miktarı ortalama değerleri

ve standart sapmaları Şekil 3.2'de görülmektedir Çizelge 3.2' de dört faklı zaman dilimindeki grup içi Ni ve Cr değerleri görülmektedir.




**Şekil 3.1.** Self-ligating ve Konvansiyonel gruplarının T0, T1, T2 ve T3 dönemine ait tükürükteki Ni değerleri (µg/l)




**Şekil 3.2.** Self-ligating ve Konvansiyonel gruplarının T0,T1,T2 ve T3 dönemine ait tükürükteki Cr değerleri (µg/l)

Çizelge 3.2 incelendiğinde; ortodontik braketlerin yerleştirilmesinden sonra her iki grupta da başlangıç Ni ve Cr değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür ($p<0,05$).

**Çizelge 3.2.** Tükürükteki Ni ve Cr değerlerinin (µg/l) ölçüm zamanlarında grup içi değişimleri (Wilcoxon sign testi)

| | | Gruplar | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Zaman** | **Değerler** | **Ni** | | **Cr** | |
| | | **Konvansiyonel Grup** | **Self-ligating Grup** | **Konvansiyonel Grup** | **Self-ligating Grup** |
| **T0** | **N** | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | **X** | 5,79 | 5,81 | 8,02 | 8,38 |
| | **SD** | 2,8 | 2,85 | 2,78 | 2,43 |
| | **Min** | 1,26 | 1,45 | 3,23 | 5,53 |
| | **Maks** | 12,32 | 12,86 | 12,56 | 12,71 |
| **T1** | **X** | 14,91 | 11,33 | 18,83 | 21,19 |
| | **SD** | 6,15 | 3,01 | 5,56 | 4,7 |
| | **Min** | 8,77 | 6,44 | 10,49 | 13,46 |
| | **Maks** | 25,86 | 15,93 | 29,8 | 29,21 |
| **T2** | **X** | 20,35 | 18,12 | 23,77 | 25,3 |
| | **SD** | 4,73 | 3,11 | 4,51 | 5,02 |
| | **Min** | 11,98 | 13,36 | 17,83 | 15,29 |
| | **Maks** | 28,76 | 24,93 | 32,64 | 32,33 |
| **T3** | **X** | 13,18 | 12,56 | 14,08 | 14 |
| | **SD** | 3,14 | 3,68 | 3,68 | 3,99 |
| | **Min** | 9,8 | 6,27 | 9,54 | 8,36 |
| | **Maks** | 19,92 | 22,13 | 21,71 | 21,41 |
| **Grup içi test P değerleri** | **T0-T1** | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | **T0-T2** | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | **T0-T3** | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| | **T1-T2** | 0,006 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | **T1-T3** | 0,397 | 0,3 | 0,005 | 0,001 |
| | **T2-T3** | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |

$p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3.2.2. Gruplar Arası Değerlendirmeler

Self-ligating ve Konvansiyonel gruplarına ait Ni ve Cr değerlerinin farklarına ait ortalamalar ve standart sapmalar Çizelge 3.3'de görülmektedir.

Gruplar arası karşılaştırmada zaman aralıklarında oluşan farklar değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$)

**Çizelge 3.3.** Gruplar arası tükürükteki Ni ve Cr değer farklarının (µg/l) karşılaştırılması (Mann-Whitney U testi)

| Madde | Zaman aralığı | N | SELF-LIGATING GRUP | | | | KONVANSİYONEL GRUP | | | | Gruplar arası test | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | SD | Min | Maks | X | SD | Min | Maks | P | |
| Ni | (T0-T1) | 14 | -5,51 | 2,4 | -9,45 | -1,6 | -9,11 | 5,48 | -21,83 | -3,11 | 0,06 | NS |
| | (T0-T2) | 14 | -12,3 | 3,29 | -18,81 | -6,74 | -14,56 | 5,08 | -21,99 | -4,12 | 0,194 | NS |
| | (T0-T3) | 14 | -6,74 | 4,73 | -16,00 | 1,92 | -7,39 | 4,23 | -14,34 | -0,05 | 0,804 | NS |
| | (T1-T2) | 14 | -6,79 | 3,38 | -14,42 | -2,08 | -5,44 | 4,86 | -11,29 | 7,03 | 0,804 | NS |
| | (T1-T3) | 14 | -1,23 | 5,28 | -11,61 | 5,28 | 1,72 | 6,32 | -8,15 | 14,97 | 0,401 | NS |
| | (T2-T3) | 14 | 5,55 | 3,63 | 0,58 | 13,68 | 7,16 | 4,5 | 7,16 | 4,5 | 0,285 | NS |
| Cr | (T0-T1) | 14 | -12,81 | 5,12 | -22,25 | -4,49 | -10,8 | 3,57 | -18,48 | -6,29 | 0,194 | NS |
| | (T0-T2) | 14 | -16,92 | 5,45 | -26,59 | -6,32 | -15,74 | 3,28 | -21,32 | -10,58 | 0,401 | NS |
| | (T0-T3) | 14 | -5,62 | 4,65 | -14,73 | -0,16 | -6,05 | 3,53 | -13,08 | -0,75 | 0,511 | NS |
| | (T1-T2) | 14 | -4,1 | 2,85 | -9,34 | -0,41 | -4,93 | 2,74 | -10,17 | -0,42 | 0,352 | NS |
| | (T1-T3) | 14 | 7,19 | 3,94 | -0,52 | 13,26 | 4,74 | 5,25 | -4,66 | 15,87 | 0,137 | NS |
| | (T2-T3) | 14 | 11,3 | 3,49 | 4,38 | 15,76 | 9,68 | 4,2 | 2,68 | 16,41 | 0,329 | NS |

$p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. TARTIŞMA

Ortodontik tedavi esnasında kullanılan metal alaşımların tükürük ile temasa geçtiğinde elektro- galvanik korozyonun meydana gelmesiyle alaşımda oluşan yıkım süreci, biyouyumluluk konusunu gündeme getirmektedir. Tedavi esnasında kullanılan alaşımların uzun süre ağızda bulunması nedeniyle dokuyla uyumlu materyallerin tercihi önemlidir. Oral boşluk termal, mikrobiyolojik ve enzimatik özellikleri nedeniyle metal alaşımların yıkımı için ideal bir ortam oluşturmaktadır (Harris ve ark 1988, Vandekerckhove ve ark 1998).

Ortodontik tedavi esnasında ağız içerisinde çeşitli oral klinik görünümlerle karşılaşılabilir. Glosit, gingivitis, dudaklarda soyulma, eritema multiforme, gingival hipertrofi bunlar arasında sayılabilir (Mockers ve ark 2002, Lindsten ve Kurol 1997, Genelhu ve ark 2005, Starkjaer ve 1990). Ağızda oluşan bu tip klinik bulgular tedavi süresince kullanılan materyallerin korozyon ürünleri ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle materyallerin biyouyumlu oluşunda korozyon direnci ve iyon salınımı dikkate alınması gereken konular arasındadır. Ortodontik tedavi esnasında kullanılan dental alaşımlar ağız ortamı ile temas halinde bulundukları için korozyona karşı dirençli olmalarına dikkat edilmelidir ( Darbara ve ark 2007).

Tükürük korozyonun gerçekleşmesinde elektrolit görevi görmektedir (Eliades ve Baurauel 2005). Literatürde sabit ortodontik tedavide kullanılan braket ve ark tellerinden tükürük ortamına Ni ve Cr salındığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (Gjerdet ve ark 1991, Kerosuo ve ark 1997, Fors ve Persson 2006, Kocadereli ve ark 2000, Amini ve ark 2012, Souza ve Menezes 2008, Eliades ve ark 2003, Ağaoğlu ve ark 2001, Sahoo ve ark 2011).

Ortodontik tedavi sonrasında ideal bir sonuç elde edilmeye çalışılırken; kullanılan materyallerin de insan sağlığı açısından zararlı olmamasına, korozyona dirençli olmasına, biyouyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Tedavi esnasında materyal seçiminde bu özellikler göz ardı edilmemelidir.

## 4.1. Hasta Seçim Kriterlerinin Tartışılması

Çalışma Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi için başvurmuş daimi dişlenme döneminde olan 28 birey (14 bayan, 14 erkek) üzerinde yürütülmüştür.

Bireyler seçilirken minimal veya orta şiddette yer darlığına sahip olmasına ve çekimsiz sabit tedavi endikasyonu konulmuş olmasına ve daimi dentisyonda olmasına dikkat edilmiştir. Molar dişler haricinde konjenital ya da kazanılmış diş eksikliği olan, gömülü dişleri olan, oral hijyeni kötü olan, sistemik bir rahatsızlığı bulunan, tedavi öncesi 6 ay içerisinde hareketli ya da sabit bir aparey kullanan, ağız içerisinde herhangi bir metalik restorasyon bulunan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Ortodontik materyallerden salınan tükürükteki Ni ve Cr seviyesine cinsiyetin etkili olup olmadığına dair bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Çalışmamıza, eşit şartları sağlayabilmek amacıyla, her iki grup için 7 kız 7 erkek birey dahil edilmiştir.

Sahoo ve ark (2011)' nın iki farklı braket tipinin tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyelerine etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında üst 1. premolar çekim endikasyonu konulmuş hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise çekimsiz sabit hastalar tercih edilmiştir. Braket ve ark teli dışında herhangi bir metal içerikli malzeme kullanmak istemediğimiz için çekimli hastalar tercih edilmemiştir.

Galvanik korozyon, iki farklı metalin aynı solüsyon içerisinde elektriksel bir çift oluşturması sonucu meydana gelen elektrokimyasal bir olaydır. Metallerden daha elektronegatif olan anot, daha elektropozitif olan katot olmaktadır. Dolayısıyla daha elektropozitif olan metal daha öncelikli korozyona uğramaktadır (Revie 2000). Çalışmamıza dahil olan hastalarda metal içeren teller ve braketler dışında galvanik korozyona neden olabilecek herhangi bir metal içerikli dental restorasyon

bulunmamaktadır. Bu sayede tel ve braketler dışında meydana gelebilecek korozyonun önlenmesi amaçlanmıştır.

Tükürükteki Ni ve Cr iyon miktarlarında gerçek bir sonuç elde edebilmek için herhangi bir ilaç ya da sigara kullanan hasta çalışmaya dahil edilmemiştir.

## 4.2. Yöntemin Tartışılması

Kolay uygulanabilme ve hekime zaman kazandırma nedeniyle self-ligating braketlerin kullanımı yaygınlaşmıştır (Harradine 2003). Self-ligating braketlerin klasik metal braketlere göre tükürükte korozyon direncini karşılaştıran literatürde tek bir çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmaların azlığı ile birlikte hangi braket tipinin korozyona dayanıklı olduğunu belirlemek mümkün değildir. Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda self-ligating braketlerin tükürükteki Ni ve Cr iyon salınımı üzerine etkilerini konvansiyonel braketlerle karşılaştırılarak değerlendirilmesi ve ligatürleme şeklinin korozyon direncine etkisi olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda 1. grup için metal 0,022 inç slotlu Damon Q (Ormco, Orange, Kaliforniya, ABD) braketleri kullanılmıştır. Diğer grup için ise klinik kullanımı oldukça yaygın olan metal 0,022 inç slotlu braket (Dentaurum, MBT Description, Pforzheim, Almanya) kullanılmıştır. İkinci grupta braketler ark tellerine paslanmaz çelik ligatürlerin içeriğinde metal bulunması nedeniyle elastomerik ligatür ile ligatürleme işlemi uygulanmıştır.

Literatürde ortodontik tedavi esnasında kullanılan metal içerikli apareylerden salınan iyon miktarını değerlendirmede idrar (Menezes ve ark 2007), serum (Ağaoğlu ve ark 2001), kan (Bishara ve ark 1993) ve tükürük ( Kocadereli ve ark 2000, Petoumenou ve ark 2009, Gjerdet ve ark 1991, Kerosuo ve ark 1997, Fors ve Persson 2006, Amini ve ark 2012, Eliades ve ark 2003, Ağaoğlu ve ark 2001, Sahoo ve ark 2011) gibi birçok sıvı kullanılmıştır. Tükürük vücudun ilk çözücü sıvısı olması ve analizlerin uzun süreli takibine izin vermesi (Sauza ve Menezes 2008) nedeniyle çalışmamızda tükürük örneklerini kullandık.

Yapılan çalışmalarda, tükürük örneklerinin alınma şekli çeşitlilik göstermektedir (Eliades ve ark 2003, Ağaoğlu ve ark 2001, Bishara ve ark 1993, Gjerdet ve ark 1991, Kerous ve ark 1997, Kocadereli ve ark 2000). Sakız ya da parafin çiğneyerek elde edilen tükürük örnekleri uyarılmamış tükürükle karşılaştırıldığında farklı organik bileşikler içermektedir. Dinlenme esnasında tükürüğün üçte ikisi submandibular bez tarafından üretilmektedir (Bardow ve ark 2004). Ancak tükürük bezleri uyarıldığında parotis bezi tükürük hacminin yarıdan fazlasını oluşturmaktadır. Bu yüzden uyarılma tükürüğün protein kompozisyonunu değiştirebilir. Nikel hızlıca proteinle birleşir. Sonuç olarak tükürükteki proteinin kompozisyonundaki değişiklik nikel konsantrasyonunu etkiler. Bununla birlikte uyarılmış tükürük toplandığında dişleri içeren oral boşluğun tükürükle ıslatılmasının yokluğu ortodontik apareylerin tükürükle tamamen temas etmesini sınırlar ve yanlış negatif bir sonuç elde etme olasılığını artırır ( Pteumenou ve ark 2009).

Tükürük sekresyonu otonomik sinir sistemine ait refleks sayesinde düzenlenmektedir. Tükürük akış oranı sadece uyarılmayla değişmez. Ayrıca süreklilik ve yoğunluğa bağlı olarak da değişir. Parasempatik dallar tükürük salınımı için temel uyarılmayı sağlar ve sempatik uyarılmayla karşılaştırıldığında tükürük akış oranı daha yüksektir. Sempatik uyarılma yüksek vizköz tükürükle birlikte yavaş bir tükürük akışına neden olur. Ayrıca tükürük akış oranını duygusal durum da etkiler. Örneğin anksiyete ve depresyon kuru ağıza neden olur ( Bardow ve ark 2004). Bu yüzden bizim çalışmamızda uyarılmamış tükürükle birlikte anlık nikel konsantrasyonu ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda, hastalar iyonize olmamış ve distile su ile ağızlarını çalkaladıktan sonra tükürük örnekleri toplanmıştır (Eliades ve ark 2003, Ağaoğlu ve ark 2001, Bishara ve ark 1993, Gjerdet ve ark 1991, Kerous ve ark 1997, Kocadereli ve ark 2000). Bu durum oral boşluktaki Ni konsantrasyon dengesini değiştirebilir.

Kocadereli ve ark (2000) çekimsiz sabit tedavi gören hastalarda yapmış oldukları çalışmada tükürük örneklerini braketler yerleştirmeden önce, braketler yerleştirdikten 1 hafta , 1 ay ve 2 ay sonra almışlardır. Eliades ve ark (2003) sabit tedavi görmüş ve tedavisi bitmiş hastalardan tedavi bittikten sonra tükürük örneği

almışlarken kontrol hastalarından da herhangi bir zaman diliminde tükürük örneği almışlardır. Petoumenou ve ark ( 2009) sabit ortodontik tedavi gören hastalardan braketler yerleştirilmeden önce, braketler yapıştırıldıktan hemen sonra, braketler yapıştırıldıktan 2 hafta sonra ark teli bağlanmadan önce, ark teli bağlanmasından hemen sonra, ark teli bağlanmasından 4 hafta sonra, ark teli bağlanmasından 8 hafta sonra tükürük örnekleri alınmıştır. Ağaoğlu ve ark ( 2001) 1. Gruptan tedaviye başlamadan önce, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci gruplardan sırasıyla sabit tedavi başladıktan 1 hafta, 1 ay, 1 yıl ve 2 yıl sonra tükürük örnekleri almışardır. Amini ve ark ( 2012) sabit tedavi görmüş hastalardan tedavi sonrasında ve ortodontik tedavi görmemiş hastalardan tükürük örnekleri almışlardır. Sahoo ve ark (2011) tükürük örneklerini tedavi öncesi, tedaviden 1gün sonra, 1 hafta sonra ve 1 ay sonra toplamışlardır. B izim çalışmamızda ise bonding işleminden önce (T0), bonding işleminden 2 hafta sonra (teller yerleştirilmeden önce) (T1), bonding işleminden 4 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 2 hafta sonra (T2), bonding işleminden 6 hafta sonra ark telleri yerleştirildikten 4 hafta sonra (T3) tükürük örnekleri alınmıştır. Ark telleri tatbik edilmeden önce örnek alma sebebimiz saf braketten elde edeceğimiz değeri görebilmekti. Diğer yandan kısa süreli tükürük örnekleri alma sebebimiz; uzun süreli hasta takibinin zor olması, zaman geçtikçe hastada belirli bir mekaniği uygulamak için illaki metalik apareylerden yararlanmak zorunda kalınması ve seviyeleme aşamasında kullandığımız Ni-Ti tellerin en fazla 2 ay kullanabiliyor olmamızdı.

Yapılan çalışmalarda metal iyon seviyelerinin ölçümünde birçok analitik teknik kullanılmıştır. Bunlardan Faccioni ve ark (2003) mukoza hücre örneklerini ve Petoumeno ve ark (2008 ) ise tükürük örneklerini analiz etmek için ICP- MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) cihazını kullanmışlardır. Eliades ve ark (2003) tükürük örneklerinde ICP- AES (Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy ) cihazını kullanarak analiz yapmışlardır. Amini ve ark (2008) ve Souza ve Menezes (2008) tükürük örneklerinde Grafit fırın ile AAS (Atomic absorption spectroscopy) cihazını kullanarak analiz yapmışlardır. Kerosuo ve ark (1997) ve Ağaoğlu ve ark (2001) ise tükürük örneklerinin incelenmesinde elektrotermal AAS cihazını kullanmışlardır. Selby ve Hieftje (1987) ICP-MS'in AAS'ye göre daha düşük eşik değerine ve daha yüksek çözünürlüğe sahip olduğunu

rapor etmişlerdir. Bunlar arasında ICP-MS' in; çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde ölçülmesine olanak sağlayan bir cihaz olması (Mikulewicz ve Chojnacka 2010) nedeniyle çalışmamızda ICP-MS cihazı kullanılmıştır.

## 4.3.Bulguların Tartışılması

Kingsley ile başlayan günümüze kadar devam eden ortodonti tarihinde ortodontik tedavi esnasında çeşitli metalik alaşımlar ortodontik apareylerin yapımında kullanılmıştır (Eliades ve ark 2001). Bu alaşımların içeriğinde yaklaşık olarak %8 nikel ve % 18 krom bulunmaktadır (Kusy ve Greenberg 1981). Ni–Ti alaşımlarda ise % 47-50 Ni içermektedir (Brantley 2000). Ni ve Cr' un dermatolojik, toksikolojik ve mutajenik etkileri mevcuttur. Ayrıca Ni alerjik kontakt dermatit yapma olasılığı yüksektir (Platt ve ark 1997, Kerouso ve ark 1997, Barceloux 1999, Leonard ve ark 1981, Savolainen 1996, Kerouso ve ark 1996).

Literatürde ortodontik apareylerin kullanımından sonra tükürükteki Ni ve Cr seviyelerinin değerlendirildiği birçok çalışma mevcuttur (Gjerdet ve ark 1991, Kerosuo ve ark 1997, Kocadereli ve ark 2000, Ağaoğlu ve ark 2001, Eliades ve ark 2003, Petoumenou ve ark 2008, Sahoo ve ark 2011, Amini ve ark 2012, Ousehal ve Lazrak 2012, Talic ve ark 2013).

Gjerdet ve ark (1991), sabit ortodontik tedavi gören hastalardan tedavi öncesi, sabit aparey yerleştirildikten hemen sonra ve 3 hafta sonra tükürük örnekleri almışlardır. Aparey yerleştirildikten hemen sonra tükürükteki Ni ve Fe değerlerini öncesinde alınan değerlerle karşılaştırdıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş olduğunu bulmuşlardır. Her iki iyon için de 3 hafta sonraki değerlerin başlangıç değerlerinden istatistiksel fark olmadığını bildirmişlerdir.

Kerosuo ve ark (1997), farklı tip sabit ortodontik aparey kullanan 47 hastanın tükürüklerindeki Ni ve Cr konsantrasyonlarını değerlendirmişlerdir. Tükürük örneklerini aparey yerleştirilmeden önce, aparey yerleştirildikten 1-2 gün sonra, 1 hafta sonra ve 1 ay sonra olmak üzere 4 zaman diliminde toplamışlardır. Aparey

kullanmayan hastalar ile kullanan hastalar arasında tükürükteki Ni ve Cr değerleri açısından istatistiksel olarak fark olmadığını belirtmişlerdir.

Kocadereli ve ark (2000), 45 hastadan sabit aparey takılmadan önce, aparey takıldıktan 1 hafta sonra, 1 ay sonra ve 2 ay sonra tükürük örneklerini toplamışlar ve gruplar arasında Ni ve Cr seviyeleri karşılaştırmışlardır. İlk gruba alt ve üst dentisyona birlikte sabit aparey yerleştirmişler, 2. gruba sadece üst dentisyona sabit aparey yerleştirmişler ve son gruba herhangi bir aparey uygulamamışlardır. Aparey kullanan ve kullanmayan gruplar arasında anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.

Ağaoğlu ve ark (2001), sabit ortodontik tedavi gören hastaların tükürük ve serum örneklerindeki Ni ve Cr konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Birinci gruptan sabit tedavi başlamadan önce, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci gruplardan sırasıyla aparey yerleştirildikten 1 hafta, 1 ay, 1 yıl ve 2 yıl sonra olmak üzere tükürük ve serum örnekleri elde etmişlerdir. Tükürük örneklerinde, 3. grupta Ni ve Cr değerleri, ilk ve 2. grup ile karşılaştırıldığında anlamlı bir artış ve 5. gruptaki değerler 3. grup ile karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalış olduğunu söylemişlerdir.

Eliades ve ark (2003), 17 ortodontik tedavi görmüş hastalardan oluşan çalışma grubu ile 7 tedavi görmemiş hastalardan oluşan kontrol grubunu tükürükteki Ni, Cr ve Fe seviyeleri açısından değerlendirmişlerdir. Metal iyonu analitik ölçümlerini ICP- AES (Atomik Emisyon Spektrometri) cihazı kullanarak elde etmişlerdir. Kontrol ve hasta grubu arasında tükürükteki metal iyonları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermişlerdir.

Petoumeno ve ark (2008), çalışmanın ilk safhasında farklı tipteki Ni-Ti tellerin koroziv etkilerini tarama elektron mikroskobu ile in-vitro olarak incelemişlerdir. Çalışmanın ikinci safhasında ise 18 ortodontik tedavi gören hastalardan tedavi öncesi (T1), braket ve bantlar yapıştırıldıktan sonra (T2), bonding işleminden 2 hafta sonra ark teli yerleştirilmeden önce (T3), ark teli yerleştirildikten hemen sonra (T4), ark teli yerleştirildikten 4 hafta sonra (T5), ark teli yerleştirildikten 8 hafta sonra (T6) tükürük örnekleri almışlar ve tükürük analizi için ICP- MS cihazı kullanmışlardır. Tükürük analiz sonuçlarına göre Ni seviyeleri

açısından T2 zaman diliminde T1 zaman dilimine göre anlamlı bir artış olduğunu bulmuşlar ve T2 de elde edilen Ni değerleri diğer dönemlerle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer karşılaştırmalarda istatistiksel olarak fark gözlememişlerdir.

Sahoo ve ark (2011), iki farklı tip braketin tükürükteki Ni ve Cr seviyelerini karşılaştırmışlardır. Tükürük örneklerini tedavi öncesi, tedaviden 1gün sonra, 1 hafta sonra ve 1 ay sonra toplamışlardır. Grup içi değerlendirmelerde her iki grup için de başlangıç Ni ve Cr seviyelerine göre 1 gün ve 1 hafta sonra değerler anlamlı bir şekilde artarken 1 ay sonra azalışa geçmiştir.

Amini ve ark (2012) 28 sabit ortodontik tedavi görmüş hastalardan ve bu hastaların ortodontik tedavi görmemiş aynı cinsiyetteki kız ya erkek kardeşlerinden tükürük örnekleri alarak tükürükteki Ni ve Cr değerlerini karşılaştırmışlardır. Ni değerlerinde iki grup arasında anlamlı bir fark olduğunu belirtmişlerdir. Fakat Cr değerleri arasındaki farkı istatistiksel olarak önemsiz bulmuşlardır.

Ousehal ve Lazrak (2012), 16 ortodontik hastadan tedavi öncesi, ark teli yerleştirilme işleminden hemen sonra ve ark teli yerleştirilme işleminden 8 hafta sonra tükürük örnekleri toplamışlar ve bulgulara göre ark teli yerleştirilme işleminden hemen sonraki Ni değerleri tedavi öncesi alınan değerlerden istatistiksel olarak yüksek bulunurken, ark teli yerleştirilme işleminden 8 hafta sonraki Ni değerlerinde başlangıca göre istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Talic ve ark (2013), 40 ortodontik tedavi gören hastalardan (çalışma grubu) ve 50 ortodontik tedavi görmemiş hastalardan (kontrol grubu) faklı zaman dilimlerinde 1 aydan 32 aya kadar değişiklik gösteren dönemlerde) birer adet tükürük örneği almışlardır. Çalışma grubunun Ni ve Cr seviyelerini kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kısa zaman dilimlerinde tükürük örneklerinin incelendiği çalışmaların (Kerosuo ve ark 1997, Kocadereli ve ark 2000) aksine bizim çalışmamızda dört farklı zaman diliminde almış olduğumuz tükürük örneklerine göre her grup için de Ni ve Cr değerleri bonding yapıldıktan 2 hafta sonra (ark teli tatbik edilmeden önce), ark

tellerini yerleştirildikten 2 hafta sonra artış görülürken ark telleri yerleştirildikten 4 hafta sonra azalış olduğunu gözlemledik. Başlangıç değerlerine göre üç zaman dilimi karşılaştırıldığında ise her iki braket tipi için de tükürükteki Ni ve Cr değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözledik.

Sahoo ve ark (2011) konvansiyonel metal braketler ve self ligating braketleri tükürükteki Ni ve Cr değerleri açısından karşılaştırmışlardır. Tükürük örneklerini tedavi öncesi, tedaviden 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra toplamışlardır. Self-ligating braketleri konvansiyonel metal braketlerle karşılaştırdıklarında tükürükteki Ni iyon konsantrasyonunu daha fazla bulurken, Cr seviyesini ise daha az bulmuşlardır. Sahoo ve ark (2011)'nın bulgularının aksine bizim çalışmamızda self-ligating ve konvansiyonel metal braketler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir. Farklı sonuçlar bulmamızın nedeni, braket tipindeki farklılıklar, çalışma düzenimizdeki farklılıklar, kullanılan teknikteki farklılıklar ve hasta kriterlerindeki faklılıklar olabilir.

Tükürükteki Ni ve Cr konsantrasyon değerleri literatürde geniş varyasyon göstermektedir. Farklı çalışma sonuçlarına göre ortalama Cr konsantrasyonu 1 ve 61 ppb arasında değişmektedir (Kerosuo ve ark 1997, Berge ve ark 1982, DeMelo ve ark 1983, Kocadereli ve ark 2000, Ağaoğlu ve ark 2001). Ortalama Ni konsantrasyonu ise 1 ila 55 ppb arasındadır (Kerosuo ve ark 1997, Berge ve ark 1982, Gjerdet ve ark 1991, Kocadereli ve ark 2000, Ağaoğlu ve ark 2001). Ortalama diyetle günlük Ni alımı; yiyeceklerden 200-300 µg, içeceklerden ise 20 µg/lt' dir. Ortalama diyetle günlük Cr alımı; yiyeceklerden 5-100 µg, içeceklerden 0,43 µg/ lt'dir ( Underwood 1977). Bununla birlikte Ni için öldürücü doz kilogram başına 50 ila 500 mg arasındadır. Bizim çalışmamızda Ni değerleri 6,27 ila 28,76 µg/ lt arasındayken Cr değerleri ise 8,36 ila 32,64 µg/ lt arasındadır. Çalışmamızda 1,5 ay içerisindeki tükürükteki bulduğumuz değerler günlük diyet ile alınımından çok daha düşük değerlerdir ve bu nedenle insan sağlığını tehdit edecek düzeyde değildir.

## 5. SONUÇLAR

Çalışmamızda self-ligating braketler ve konvansiyonel braketler ile sabit ortodontik tedavi gören hastalardan alınan tükürük örneklerinden ICP- MS kullanılarak yapılan metal iyon analizi sonucu elde edilen değişiklikler şu şekildedir:

Sabit ortodontik apareylerin yerleştirilmesi başlangıçtaki değerlere göre ilk 6 hafta içerisinde tükürükteki Ni ve Cr değerlerini arttırmıştır.

Self-ligating braketler ile konvansiyonel braketler tükürükteki Ni ve Cr değerleri açısından benzer değişiklikler sergilemiştir. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Her iki braket türünde de tükürükteki Ni ve Cr değerleri normal diyetle alınan miktarlardan düşük bulunmuştur.

Ortodontik tedavi esnasında metal içerikli apareyler kullanımı kaçınılmazdır. Bu nedenle kullanacağımız apareylerin de korozyona dirençli olmasına dokuyla biyouyumlu olmasına dikkat etmemiz gerekmektedir. Ligasyon şekli farklı olan iki braket çeşidinin de korozyona dayanıklılığı açısından fark olmadığı görüşündeyiz. Ayrıca her iki braket çeşidi için de 1,5 ay içerisinde alınan tükürük örneklerindeki Ni ve Cr değerlerinin günlük diyette alınan miktarlardan daha düşük olması nedeniyle her iki iyonunda toksikolojik etkilerini bu değerlerde göstermeyeceği kanısındayız. Ancak, bu konu ile ilgili daha çok sayıda örneklerle uzun dönemde araştırılan çalışmaların da yapılmasının faydalı olacağı kanaatindeyiz.

# 6.ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## Farklı Braket ve Ligasyon Tiplerinin Tükürükteki Nikel ve Krom İyon seviyeleri Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

**Mücella TEZCAN**

**Ortodonti Anabilim Dalı**

**DOKTORA TEZİ / KONYA-2014**

Bu çalışmanın amacı self-ligating braketler ve elastomerik ligatürle bağlanan konvansiyonel braketlerin tükürükteki nikel ve krom iyon sevilerine etkilerini değerlendirmektir.

28 ortodontik tedavi gören hasta çalışmaya katılmıştır. Birinci grup 14 hastadan oluşup tüm dişlerine konvansiyonel braketler bondlanmıştır. İkinci grup 14 hastadan oluşup tüm dişleri self-ligating braketlerle bondlanmıştır. Uyarılmamış tükürük örnekleri her hastadan bonding işleminden önce, bonding işleminden 2 hafta sonra ark teli yerleştirilmeden önce, ark teli yerleştirildikten 2 hafta sonra, ark teli yerleştirildikten 4 hafta sonra elde edilmiştir. Tükürük örnekleri ICP- MS (Perkin Elmer Elan 5000) kullanılarak analiz edilmiştir. Mann-Whitney U test gruplar arası istatistiksel karşılaştırmalar ve Wilcoxon signed rank testi grup içi istatistiksel karşılaştırmalar için kullanılmıştır.

Tükürükteki Ni ve Cr seviyeleri konvansiyonel braketler ve self ligating braketler arasında istatistiksel olarak farklı değildi ($P>0.05$). T1,T2 ve T3 dönemlerindeki Ni ve Cr iyon değerleri T0 zamanıyla karşılaştırıldığında her iki grup içinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ($P <0.05$).

Self-ligating braketler ve konvansiyonel braketler tükürükteki Ni ve Cr iyon seviyeleri açısından birbirinden farklı bulunmamıştır.

Anahtar Sözcükler: Konvansiyonel braketler, krom, nikel, self-ligating braketler, tükürük.

# 7.SUMMARY

## Assesment of the Effects of Different Bracket and Ligation Types on Salivary Nickel and Chromium Ion Levels

The purpose of this study was to evaluate the effects of self-ligating brackets and conventional brackets ligated with elastomeric ligatures on salivary nickel and chromium levels.

Twenty eight orthodontic patients (mean age,  years) were included in this study. The first group consisted of 14 patients with conventional brackets bonded to their teeth. The second group consisted of 14 patients with self-ligating brackets bonded to their teeth. Four unstimulated salivary samples were obtained from each  patient before bonding , 2 weeks after bonding and before placing the Ni-Ti archwires, 2 weeks after placing the wires, 4 weeks after placing the wires. The salivary samples were analyzed using an ICP-MS (Perkin Elmer Elan 5000).  The Mann-Whitney U test  were used for statistical comparison of intergroup comparisons  and the Wilcoxon signed rank test was used for intra- group comparisons.

Salivary Ni and Cr ion  levels were not statistically different between self-ligating brackets and conventional brackets  ($P>0.05$). Ni and Cr levels in T1, T2,T3 showed statistically significant increases compared with T0 in both groups ($P< 0.05$).

There are not different from self-ligating brackets and conventional brackets with regard to salivary Ni and Cr ion  levels.

**Key Words:** Chromium, conventional brackets, , nickel, salivary, self-ligating brackets.

## 8. KAYNAKLAR


**1.**Ağaoğlu G, Arun T, Izgi B, Yarat A . Nickel and chromium levels in the saliva and serum of patients with fixed orthodontic appliances. Angle Orthod. 2001;71(5):375–9.

**2.**Amini F, Borzabadi Farahani A, Jafari A, Rabbani M. In vivo study of metal content of oral mucosa cells in patients with and without fixed orthodontic appliances. Orthod Craniofac Res. 2008;11:51-6.

**3.**Amini F, Jafari A, Amini P,Sepasi S. Metal ion release from fixed orthodontic appliances—an in vivo study. European Journal of Orthodontics. 2012;34:126–30.

**4.**Avcı M. Metal Destekli Porselen Restorasyonlarda Kullanılan Kıymetsiz Metal Alaşımları. AÜ Dişhek Fak Derg. 1990;17:145-50.

**5.**Banoczy J, Roed-Petersen B, Pindborg JJ, Inovay J. Clinical and histologic studies on electrogalvanically induced oral white lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48:319-23.

**6.**Barceloux DG. Nickel. J Toxicol Clin Toxicol 1999;37:239-58.

**7.**Bardow A, Lynge Petersen AM, Nauntofte B. Saliva. In: Miles TS, Nauntofte B, Svensson P, editors. Clinical oral physiology. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH. 2004;18-35.

**8.**Barrett RD, Bishara SE, Quinn JK. Biodegradation of orthodontic appliances: part I. Biodegradation of nickel and chromium in vitro. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;103:8–14.

**9.**Bass JK. Nickel hypersensitivity in the orthodontic patient. Am J Orthod. 1993;103:280-5.

**10.**Benzins DW, Kawashima I, Graves R, Sarkar NK. Electrochemical Characteristics of High- Pd Alloys in Relation to Pd-Allergy Dent Mater. 2000;16:266-73.

**11.**Berge M, Gjerdet NR, Erichsen ES. Corrosion of silver soldered orthodontic wires. Acta Odont Scand. 1982;40(2):75-9.

**12.**Berger JL. The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990 Mar;97(3):219-28.

**13.**Bishara SE, Barrett RD, Selim MI. Biodegradation of orthodontic appliances. Part II. Changes in the blood level of nickel. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993;103:115-9.

**14.**Blanco-Dalmau L, Carrasquillo-Alberty H, Silva-Parra J: A study of nickel allergy. J Prosthet Dent. 1984;52:116-9.

**15.**Block GT, Yeung M. Asthma induced by nickel. JAMA. 1982;247:1600-2.

**16.**Brantley WA. Orthodontic wires. In: Brantley WA, Eliades T, eds. Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects. Stuttgart, Germany: Thieme; 2000:78–100.

**17.**Brown S, Merritt K. Electrochemical corrosion in saline & serum. J Biomed Mater Res. 1980;14:173-5.

**18.**Buehler WJ, Wang FE. A summary of recent research in the Nitinol alloys and their potential applications in ocean engineering. Ocean Eng. 1968;1:105-20.

**19.**Canay Ş, Atasever N: Altın ve Amalgamın Ağız içinde Lehimleme Davranışları HÜ Dişhek Fak Derg. Ankara 1990;14:136-9.

**20.**Caniklioğlu B. Dişhekimliğinde Korozyon. İÜ Dişhek Fak Yayınları. 1982,14-20.

**21.**Certosimo AJ, O'Connor RP. Oral electricity. General Dentistry. 1996;July/August:324-6.

**22.**Charng T, Lansing F. Rewiev of Causes and Corrosion Control In a Technical FacilityTDA Progress Report. 1982;42-69.

**23.**Costa M, Mollenhauer HH. Carcinogenic activity of particulatenickel compounds is proportional to their cellular uptake. Science. 1980;209:515-7.

**24.**Dalkız M, Eser K, Beydemir B, Akbay T. Farklı Sayıdaki Fırınlamaların Metal Porselen Bağlantsı Üzerindeki Rolü. GÜ Dişhek Fak Derg. 1992;9:101-52.

**25.**Darabara MS, Bourithis LI, Zinelis S, Papadimitriou GD. Metallurgical characterization, galvanic corrosion, and ionic release of orthodontic brackets coupled with Ni–Ti archwires. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007; 81:126–34.

**26.**de Menezes LM, Abdo Quintão CC. The Release of Ions from Metallic Orthodontic Appliances Semin Orthod. 2010;16:282-92.

**27.**Deguchi T, Ito M, Obata A, Koh Y, Yamagishi T, Oshida Y. Trial production oftitanium orthodontic brackets fabricated by metal injection molding (MIM) with sintering. J Dent Res. 1996;75:1491-6.

**28.**deMelo JF, Gjerdet NR, Erichsen ES. Metal release from cobaltchromium partial dentures in the mouth. Acta Odontol Scand. 1983;41:71–4.

**29.**Dolci GS, Menezes LMd, Souza RMd. Biodegradationof orthodontic brackets: in vitro ion release. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. 2008;13:77-84.

**30.**Dunlap CL, Vincent M, Barker F. Allergic reaction to orthodontic wire: Report of case. J Am Dent Assoc 1989;118:449-50.

**31.**Eliades T, Athanasiou A. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. Angle Orthod. 2001;72:222-37.

**32.**Eliades T, Bourauel C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;127:403-12.

**33.**Eliades T, Trapalis C, Eliades G, Katsavrias E. Salivary metal levels of orthodontic patients: a novel methodological and analytical approach. Eur J Orthod. 2003;25:103-6.

**34.**Es-Souni M, Fisher-Brandies H. On theproperties of two binary NiTi shape memory alloys. Effect of surface finish on the corrosion behavior and in vitro biocompatibility. Biomaterials. 2002; 23:2887-94.

**35.**Faccioni F, Franceschetti P, Cerpelloni M, Fracasso ME. In vivo study on metal release from fixed orthodontic appliancesand DNA damage in oral mucosa cells. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2003;124:687-93,discussion:693-84.

**36.**Fisher JR, Rosenblum GA, Thomson BD. Asthma induced by nickel. JAMA 1982;248:1065-6.

**37.**Fors R, Persson M. Nickel in dental plaque and saliva in patients with and without orthodontic appliances. Eur J Orthod. 2006; 28:292–7.

**38.**Francesca S, Cacciafesta V, Maffia E, Massironi S, Scribante A, Alberti G et al. Chromium Release from New Stainless Steel, Recycled and Nickel-free Orthodontic Brackets Angle Orthod. 2009;79: 2.

**39.**Freitas MPM: Toxicity of Silver Solder Used in Orthodontics: “In Vitro” and “In Situ” Study. Porto Alegre, Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul; 2008.

**40.**Genelhu MCLS, Marigo M, Alves-Olivera LF, Malaquias LCC, Go´mez RS. Characterization of nickel induced allergic contact stomatitis associated with fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2005;128:378–81.

**41.**Gerstorfer JG, Sauer KH, Passler K. Ion Release from Ni-Cr-Mo and Co-Cr-Mo Casting Alloys. Int J Prosthodont. 1991;4:152-8.

**42.**Geurtsen W. Biocompatibility of Dental Casting Alloys. Crit Rev Oral Biol Med. 2002;13;71-84.

**43.**Gjerdet NR, Erichsen ES, Remlo HE, Evjen G. Nickel and iron in saliva of patients with fixed orthodontic appliances. Acta Odontol Scand. 1991;49:73-8.

**44.**Gjerdet NR, Kallus T, Hensten-Petersen A. Tissue reaction to implanted orthodontic wires in rabbits. Acta Odont Scand. 1987;45:163-9.

**45.**Goncalves TS, Morganti MA, Campos LC, Rizzatto SM, Menezes LM. Allergy to auto-polymerized acrylic resin in an orthodontic patient. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2006;129:431-5.

**46.**Greig DGM. Contact dermatitis reaction to a metal buckle on a cervical headgear. J Br Dent. 1983;155:61-62.

**47.**Grimsdottir MR, Gjerdet NR, Hensten-Pettersen A. Composition and in vitro corrosion of orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;101:525–32.

**48.**Hafez HS, Selim EMN, Eid FHK, Tawfik WA, Al-Ashkar EA, Mostafae YA. Cytotoxicity, genotoxicity, and metal release in patients with fixed orthodontic appliances: A longitudinal in-vivo study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140:298-08.

**49.**Hain M, Dhopatkar A, Rock P. A comparision of different ligation methods on friction. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130:666-70.

**50.**Harradine NW, Birnie DJ. The clinical use of Activa self-ligating brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996;109(3):319-28.

**51.**Harradine NWT. Self-ligating brackets: Where are we now. J of Orthod. 2003;30:262-273.

**52.**Harradine NWT. The history and development of self-ligating brackets. Semin Orthod. 2008;14:5-18.

**53.**Harris EF, Newman SM, Nicholson JA. Nitinol arch wire in a stimulated oral environment: changes in mechanical properties.Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988;93:508-13.

**54.**Hensten-Petersen A. Casting alloys: Side-effects. Adv Dent Res. 1992;6:38-43.

**55.**House K, Sernetz F, Dymock D, Sandy JR, Ireland AJ. Corrosion of orthodontic appliance should we care? Am J Orthod Dentofac Orthop. 2008;133:584-92.

**56.**Howie D, Rogers SD, McGee MA. Biologic Effects of Cobalt, Chrome in Cell And Animal Models: Clin Orthop and Releated Res. 1996;17:217-32.

**57.**Huang TH, Ding SJ, Min Y, Kao CT. Metal ion release from new and recycled stainless steel brackets. Eur J Orthod. 2004;26:171-7.

**58.**Huang TH, Yen CC, Kao CT: Comparison of ion release from new and recycled orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2001;120:68-75.

**59.**Hunt NP, Cunningham SJ, Golden CG, Sheriff M. An investigation into the effects of polishing on surface hardness and corrosion of orthodontic archwires. Angle Orthod. 1999;69(5):433-40.

**60.**Jianqiu Wang, Nianxing Li, Guangbin Rao, Enhou Han Wei ke. Stress corrosion cracking of NiTi in artificial Saliva. Dent Mater. 2007;23;133-7.

**61.**Johannson BE, Stenman E, Bergman M. Clinical registration of charge transfer between dental metallic nlaterials in patients with disorders and/or discomfort allegedly caused by corrosion. Swedish J Dent Res. 1986;94:357-63.

**62.**Jones TK, Hansen CA, Singer MT, Kessler HP. Dental implications of nickel hypersensitivity. J Prosthet Dent. 1986;56:507-9.

**63.**Jones TK, Pinnell DC, Netti CA. Erosive lichen planus exacerbated by full-metal restorations. Gen Dent. 1991;39:28-30.

**64.**Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance of the Damon SL bracket. J Clin Orthod. 1998;32(8):485-9.

**65.**Kawashima I, Berzins DW, Sarkar NK, Ohno H. Corrosion of Three Experimental AgMn- Based Casting Alloys. Dent Mater. 1998;14:448-52.

**66.**Kedici S, Memikoğlu MM, Kansu G, Işımer A, Günkan J. Case Report: Ionisation Tendency of a Base Metal Alloy in the Oral Environment. Eur J Prosthodont Rest Dent. 1995;3:231-4.

**67.**Kerosuo H, Moe G, Hensten-Pettersen A. Salivary nickel and chromium in subjects with different types of fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;111:595-8.

**68.**Kerousuo H, Kullaa A, Kerousuo E, Kanerva L, Hensten-Pettersen A. Nickel allergy in adolescents in relation to orthodontic treatment and piercing of ears. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1996;109:148–54.

**69.**Kim H, Johnson JW. Corrosion of stainless steel, nickel-titanium, coated nickel-titanium, and titanium orthodontic wires. Angle Orthod. 1999;69:39–44.

**70.**Kocadereli L, Atac PA, Kale PS, Kale PS, Ozer D. Salivary nickel and chromium in patients with fixed orthodontic appliances. Angle Orthod. 2000;70:431-4.

**71.**Kolokitha OE, Chatzistavrou E: Allergic reactions to nickel-containing orthodontic appliances: clinical signs and treatment alternatives. World J Orthod. 2008; 9:399-406.

**72.**Kuhta M, Pavlin D, Slaj M, Varga S, Lapter-Varga M, Slaj M. Type of archwire andlevel of acidity: effects on the release of metal ions from orthodontic appliances. Angle Orthod. 2009; 79:102-10.

**73.**Kusy RP, Greenberg AR. Effects of composition and cross section on the elastic properties of orthodontic wires. Angle Orthod. 1981;51:325-41.

**74.**Kusy RP: Clinical response to allergies in patients. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2004;125:544-7.

**75.**Leinfelder KF. An evaluation of casting alloys used for restorative procedures. J Am Dent Assoc. 1997;128:37-45.

**76.**Leonard A, Gerber GB, Jacquet P. Carcinogenicity, mutagenicity and teratogenicity of nickel. Mutat Res. 1981;87:1–15.

**77.**Lidums U. Determination of Cobalt in Blood and Urine by Electrothermal Atomic Absorbsition spectrometry. Atomic Absorption spectrometry. Atomic Absorption Newsletter. 1979;18: 289-90.

**78.**Lindsten R, Kurol J. Orthodontic appliances in relation to nickel hypersensitivity: a review. J Orofac Orthop. 1997;58:100–8.

**79.**Liu GT, Duh JG, Chung KH, Wang JH. Mechanical characteristics and corrosion behavior of (Ti,Al) N coatings on dental alloys. Surface & Coating Technology. 2005;2100-5.

**80.**Magnusson B, Bergman M, Bergman B. Nickel allergy and nickel-containing dental alloys. Scand J Dent Res. 1982;90:163-7.

**81.**Maijer R, Smith DC. Biodegradation of the orthodontic bracket system. Am J Orthod. 1986;90:195-8.

**82.**Masahiro I, Kazuhiko E, Toshihiro Y, Hiroki O,Kazuo H, Mitsugi K, Itaru M. Galvanic Corrosion Behavior of Orthodontic Archwire Alloys Coupled to Bracket Alloyse Angle Orthod. 2005;76,4:705–11.

**83.**Matasa CG. Microbial attack of orthodontic adhesives. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1995;108:132–41.

**84.**Matasa CG. Pros and cons of the reuse of direct-bonded appliances. Am J Orthod Orthop. 1989;96:72-6.

**85.**Matos de Souza R, Macedo de Menezes L. Nickel, chromium and iron levels in the saliva of patients with simulated fixed orthodontic appliances. Angle Orthod. 2008;78(2):345–50.

**86.**Mayhew MJ, Kusy R. Effects of sterilization on themechanical properties and surface topography of nickel titanium arch wires. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1988;93:232-6.

**87.**McKay GC, Macnair R, MacDonald C, Grant MH. Interaction of orthopaedic metals with an immortalized rat osteoblast cell line. Biomater. 1996;17:1339-44.

**88.**Menezes LM, Quintao CA, Bolognese AM. Urinary excretion levels of nickel in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2007;131:635-8.

**89.**Menezes LM, Souza FL, Bolognese AM. An allergic reaction to orthodontic appliances: a case report. Southern Brazilian J Orthodontics Facial Orthop. 1997;1:51-6.

**90.**Menezes LMd, Freitas MPM, Gonçalves TS. Biocompatibility of orthodontic materials: myth or reality? Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. 2009;14:144- 57.

**91.**Merritt K, Brown SA. Metal sensitivity reactions to orthopedic implants. Int J Dermatol. 1981;20:89-94.

**92.**Messer RLW, Lucas LC. Cytotoxicity of Nickel- Chromium Alloys. Bulk Alloys Compared to Multiple Ion Salt Solutions. Dent Mater. 2000;16:207-12.

**93.**Mikulewicz M, Chojnacka K. Trace Metal Release from Orthodontic Appliances by In Vivo Studies: A Systematic Literature Review. Biol Trace Elem Res. 2010;137:127–38.

**94.**Mockers O, Deroze D, Camps J. Cytotoxicity of orthodontic band, brackets and archwires in vitro. Dent Mater. 2002;18:311–7.

**95.**Müller K, Valentine-Thon E. Hypersensitivity to titanium: clinical and laboratory evidence. Neuro Endocrinol Lett. 2006;27:31-5.

**96.**Natarajan M, Padmanabhan S, Chitharanjan A, Narasimhan M. Evaluation of the genotoxic effects of fixed appliances on oral mucosal cells and the relationship to nickel and chromium concentrations: An in-vivo study Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140:383-8.

**97.**Ousehal L, Lazrak L. Change in nickel levels in the saliva of patients with fixed orthodontic appliances. Int Orthod. 2012;10:190-7.

**98.**Park HY, Shearer TR. In vitro release of nickel andchromium from simulated orthodontic appliances. Am J Orthod. 1993;84:156-9.

**99.**Petoumenou E, Arndt M, Keilig L, Reimann S, Hoederath H, Eliades T et al. Nickel concentration in the saliva of patients with nickel-titanium orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135:59-65.

**100.**Platt J, Guzman A, Zuccari A, Thornburg DW, Rhodes BF, Oshida Y et al. Corrosion behavior of 2205 duplex stainless steel. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1997;112:69–79.

**101.**Pryor M, Astley DJ. 1.7 Bimetallic Corrosion. In: ShreirLL, Jarman RA, Burstein GT, editors. Corrosion, vol 1. Stoneham, MA: Butterworth-Heineman. 1994:213-43.

**102.**Prystowsky SD, Allen AM, Smith RW, Nonomura JH, Odom RB, Akers WA. Allergic contacthypersensitivity to nickel, neomycin, ethylenediamine, and benzocaine. Relationships between age, sex, history of exposure, and reactivity to standard patch tests and use tests in a general population. Arch Dermatol. 1979;115:959-62.

**103.**Ramadan AA: Effect of nickel and chromium on gingival tissues during orthodontic treatment: a longitudinal Revie RW. Uhlig's corrosion handbook. 2nd ed. New York: Wiley;2000.

**104.**Romaguera C, Grimalt F, Vilaplana J. Contact dermatitis from nickel: an investigation of its sources. Contact Dermatitis. 1988;19:52-7.

**105.**Sahoo N, Kailasam V, Padmanabhan S, Chitharanjan AB. In-vivo evaluation of salivary nickel and chromium levels in conventional and self-ligating brackets Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140:340-5.

**106.**Saunders CR, Kusy RP. Surface topography and frictional characteristics of ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994;106(1):76-87.

**107.**Savolainen H. Biochemical and clinical aspects of nickel toxicity. Rev Environ Health. 1996;11(4):167–73.

**108.**Schriver WR, Shereff RH, Domnitz JM, Swintak EF, Jiwjan S. Allergic response to stainless steel wire. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1976;42:578-81.

**109.**Schumacher HA, Bourauel C, Drescher D. The effect of the ligature on the friction between bracket and arch. Fortschr Kieferorthop. 1990;51(2):106-16.

**110.**Selby M, Hieftje GM. Inductively coupled plasma-mass spectrometry: a status report. Am Lab. 1987;19:18-28.

**111.**Sfondrini MF, Cacciafesta V, Elena M, Scribante A, Alberti G, Biesuz R, Klersy C. Nickel release from new conventional stainless steel, recycled, and nickel-free orthodontic brackets:An in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;137:809-15.

**112.**Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self ligation bracket systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994;106(5):472-80.

**113.**Smith CA, yon Fraunhofer JA, Casey GR. The effect of clinical use and sterilization on selected orthodontic arch wires. Am J Orthod. 1992;102:153-9.

**114.**Starkjaer L, Menne T. Nickel allergy and orthodontic treatment. Eur J Orthod. 1990;12:284–9.

**115.**Stenman E, Bergman M: Hypersensitivity reactions to dental materials in a referred group of patients. Scand J Dent Res. 1989;97:76-83.

**116.**Stolzenberg J. The Russell attachment and its improved advantages. Int J Orthod Dent Children. 1935;21;837-40.

**117.**Sunderman FW Jr. Biological monitoring of nickel in humans. ScandJ Work Environ Health. 1993;19:34-8.

**118.**Talic NF, Alnahwi HH, Al-Faraj AS. Nickel and chromium levels in the saliva of a Saudi sample treated with fixed orthodontic appliances. The Saudi Dental J. 2013;25:129–33.

**119.**Taloumis LJ, Smith TM, Hondrum SO, Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;111(1):1- 11.

**120.**Tufekci E, Mitchell JC, Olesik JW, Brantley WA, Papazoglou E, Monaghan P. Inductively coupled plasma mass spectroscopy measurements of elemental release from 2 high palladium dental casting alloys into a corrosion testing medium. J Prosthetic Dent. 2002;87;80-5.

**121.**Turnbull NR, Birnie DJ. Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: Effects of archwire size and material. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;131(3):395-9.

**122.**Underwood EJ. Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed. New York: Academic Press. 1977;165, 267.

**123.**Ülgen M. Ortodonti, Anomaliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. 7. Baskı. Ankara Ünv Yayınları. Ankara,2006.

**124.**Vandekerckhove R, Temmerman E, Verbeeck R. Electrochemical research on the corrosion of orthodontic nickel-titanium wires. Material Science Forum. 1998;289:1289-98.

**125.**Vaughan JL, Duncanson MG Jr, Nanda RS, Currier GF. Relative kinetic frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995; 107(1):20-7.

**126.**von Fraunhofer JA, Staheli PJ. Corrosion of dental amalgam. Nature. 1972;240:304-6.

**127.**von Fraunhofer JA. Concise Corrosion Science. Redhill, England, Portcullis Press Ltd. 1974.

**128.**von Fraunhofer JA. Corrosion inhibition by salivary proteins and enzymes. J Dent Res. 1992;71:526.

**129.**von Fraunhofer JA: Corrosion of orthodontic devices. Semin Orthod. 1997 3:198-205.

**130.**von Fraunhofer JA. 2.12 Corrosion in the oral cavity. In: Shreir LL, Jarman RA, Burstein GT, editors. Corrosion, vol 1. Stoneham, MA: Butterworth-Heineman, 1994:155-63.

**131.**Wataha, J. Principles of Biocompatibility for Dental Practitioners. J. Prosthet. Dent. 2001; 86: 203-9.

**132.**Westphalen GH, Menezes LM, Pra D, Garcia GG, Schmitt VM, Henriques JA et al. In vivo determination of genotoxicity induced by metals from orthodontic appliances using micronucleus and comet assays. Genet Mol Res. 2008; 7:1259-66.

**133.**Wolf Ruth E., Ph.D., Research Chemist, USGS/Central Region/Crustal Imaging & Characterization Team. What is ICP-MS March 2005.

**134.**Zalimoğlı A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Dişhekimliği Maddeler Bilgisi.17.baskı. Ankara, AÜ Dişhek Fak Yayınları. 1993;54-60.

## 9. EKLER

EK-A. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı.

EK-B. Etik Kurul Onaylı Bilgilendirilmiş Gönüllü Onayı Formu.

**EK-B. Etik Kurul Onaylı Bilgilendirilmiş Gönüllü Onayı Formu**

## KLİNİK VEYA DENEYSEL ÇALIŞMAYA KATILMAK İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAYI FORMU

Siz veya çocuğunuzun Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından yürütülen bu çalışmaya katılmasını arzu ediyoruz. Aşağıda bu çalışmayla ile ilgili bazı bilgiler bulacaksınız. Bu bilgiler size veya çocuğunuza çalışmaya katılımda kolaylık sağlanması ve konunun öneminin açıkça anlaşılabilmesi için düzenlenmiştir.

Az ya da orta dereceli çapraşıklığı olup çenelerinde herhangi bir problemi olmayan hastalarda çekimsiz tel tedavisi uygulanmaktadır. Bu hastaların dişlerine braket dediğimiz parçalar yapıştırılır ve bu parçaların boşluklarından tel geçirilir. Bu rutin bir tedavi şeklidir. Bu kullandığımız apareyler tükürükle temasa geçtiklerinde metal salınımına uğramaktadır. Biz de çalışmamızda 2 farklı braketteki tükürükte salınan metal seviyelerini karşılaştıracağız.

Çalışmamız, diş çekimi gerekmeksizin tel tedavisine ihtiyacı olan hastalar üzerinde yürütülecektir. Çalışmaya uygunluğunuza karar verildikten sonra tel tedavinize başlamadan önce rutinde yaptığımız diş taşı temizliği ve polisaj işlemiyle beraber standart ağız hijyeni eğitimi verilecektir.

Hastaya kullanılacak braket çeşidi kura ile belirlenecektir ve bu braket çeşitlerinden birisi sizde kullanılacaktır. Araştırmada kullanılan braketler kliniğimizde rutin olarak kullanılan braketlerdir. Araştırmaya katılan hastaların diğer hastalardan tek farkı belirli dönemlerde tükürük örnekleri alınmasıdır. Tükürük örnekleri; rutin tedaviye başlamadan önce, braketlerden yerleştirildikten 2 hafta sonra, teller takılmadan önce; teller takıldıktan 2 hafta ve 4 hafta sonra alınacaktır.

Çalışmanın yürütücüsü Prof. Dr. Faruk Ayhan BAŞÇİFTÇİ ve yardımcı yürütücüsü Dt. Mücella TEZCAN'dır. İlgili kişilere 0 332 223 11 74 numaralı telefonla ulaşabilirsiniz. Çalışmaya katılacak bireylerin çalışma kapsamında kalacağı süre 1,5 aydır. Hastalar çalışma süresince ve çalışma bittikten sonra ortodontik

tedavilerine rutin bir şekilde devam edecektir. Araştırmamızda kan örneği alınmayacak ve herhangi bir ilaç kullandırılmayacaktır.

Araştırma kapsamındaki bireylerin özel hayatını korumak amacıyla kod, güvenlik numarası vb. yöntemler uygulanacaktır. Hastalardan alınan bütün kayıtlar araştırma yürütücüsü tarafından toplu halde tutulacak ve saklanacaktır. Bütün işlemler bittikten sonra vaka uygun şekilde arşivlenecektir. Tüm hastaların kişisel bilgileri gizli tutulacaktır. Hastanın doktoru ve vakayı takip ettiği danışmanı tarafından bilgilere ulaşılabilecektir.

Başlangıç kayıtlarının elde edilmesi yaklaşık 3 saat, diğer seanslar ise yaklaşık 30-60 dk'dır. Hastamızın bu tedavi sonrasında devam edecek olan aktif tel tedavi süreci buna dahil değildir.

Bütün kayıtların saklanma süresi en az beş yıldır. Değerlendirme yapılan bireylerin kendi isteği doğrultusunda çalışma kapsamı dışında kalabilme hakkı vardır. Böyle bir karar Diş hekimliği Fakültesinin tedavi hizmetlerinden yararlanmanızı etkilemeyecektir.

Verilen randevu tarihlerinde kontrole gelmeyen, tüm uyarılara rağmen ağız temizliğine dikkat etmeyen ve uyum göstermeyen bireyler araştırma kapsamı dışına çıkarılacaktır. Ağız hijyeni yetersiz olan, dişeti problemleri ve çürükleri bulunan hastalarda tel tedavisine başlanmamaktadır. Çünkü kötü ağız hijyeni hem tedavinin seyrini etkileyerek tedavi süresini uzatmakta hem de diş çürüklerine hatta diş kayıplarına neden olmaktadır. Tel tedavisine ancak yeterli ağız hijyeni sağlandıktan, dişetleri sağlığına kavuştuktan ve tüm çürüklerin tedavisi yapıldıktan sonra başlanmaktadır.

Çalışmaya dahil olan bireylerin çalışma ile ilgili soruları en kısa sürede yanıtlanacaktır. Sorular doğrudan araştırma yürütücüsüne ve/veya yardımcı araştırıcılara sorulabilir. Bu konuda gerekirse 0 332 223 11 74 numaralı telefonu kullanabilirsiniz.

Yukarıdaki " 2" sayfadan oluşan metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullar altında "Farklı Braket Ve Ligasyon Tiplerinin Tükürükteki Nikel ve Krom İyon Seviyeleri Üzerine Etkilerinin

Değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Katılımcının velisi

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı: Dt. Mücella TEZCAN

Adres: SÜ Diş Hek. Fak. Ortodonti ABD

Tel. 0 332 223 1174

İmza:

## 10. ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Konya' da dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Konya'da tamamladıktan sonra, 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde lisans eğitimine başladı. 2009 yılında Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde diş hekimi unvanı aldı. 2010 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Halen aynı bölümde doktora öğrencisi olarak çalışmaktadır. Evlidir. Bir çocukludur. Yabancı dili İngilizcedir.