

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**İKİ FARKLI ORTODONTİK ARK TELİNİN BAKTERİ
ADEZYONU VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Emel BİCAN GEÇGEL

UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Zeliha Müge BAKA

KONYA-2021

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**İKİ FARKLI ORTODONTİK ARK TELİNİN BAKTERİ
ADEZYONU VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Emel BİCAN GEÇGEL

UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Zeliha Müge BAKA

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü
tarafından 20132009 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2021

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında kıymetli bilgilerini, tecrübelerini, zamanını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. Zeliha Müge Baka'ya,

Uzmanlık eğitimim süresince yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana destek olan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Zehra İleri'ye ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Hatice Kök'e ve daha önce Anabilim Dalımızda görev yapmış bütün hocalarıma,

Tezimin hazırlanmasında mikrobiyoloji ve real-time PCR konusunda değerli bilgilerini paylaşan Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Uğur Arslan'a,

Çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen kıdemdaşım Merve Öztürk başta olmak üzere bütün asistan arkadaşlarım ve ortodonti bölüm personeline,

Tezimin hazırlanmasında ve uzmanlık eğitimim süresince yardımını hiç esirgemeyip, en zor dönemlerimde yanımda olan, yol arkadaşım ve dostum Selda Akar'a,

Bu günlere gelmemde en büyük emeğe sahip kıymetlim, annem Meliha Bican'a ve her zaman yanımda olan sevgili ablam Elif Bican'a,

Ve her anımda özverisi ve desteğiyle yanımda olan, uzmanlık eğitimim sürecinde de bana en büyük desteği gösteren sevgili eşim Barış Geçgel'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mikrobiyal Dental Plak	4
1.2. Mikrobiyal Dental Plak Kontrolü.....	5
1.3. Diş Çürüğü Oluşumuna Etki Eden Faktörler	6
1.4. Diş Çürüğü Mikrobiyolojisi	7
1.5. Ortodontik Tedavinin Diş Çürüğüne Etkisi	12
1.6. Sabit Ortodontik Tedavide Kullanılan Ark Telleri	15
1.7. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ve Real-Time PCR	26
1.8. Atomik Kuvvet Mikroskobu	30
2. GEREÇ VE YÖNTEM	34
2.1. Bireyler.....	34
2.2. Yöntem	36
2.2.1. Oral Hijyen Eğitimi Verilmesi	37
2.2.2. Arınma Süreci	39
2.2.3. Ark Telinin Uygulanması.....	41
2.2.4. Ark Telinin Çıkarılması	43
2.2.5. Mikrobiyolojik Değerlendirme	45
2.2.6. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlendirmesi	52
2.2.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	53
3. BULGULAR	55
3.1. Mikrobiyolojik Değerlendirme	57
3.1.1. Mikroorganizmaların Sayısal Değerleri	57
3.1.2. Grup İçi Değerlendirmeler	57
3.1.3. Gruplar Arası Değerlendirme	59
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Değerlendirilmesi	61
3.2.1. Grup İçi Değerlendirmeler	61
3.2.2. Gruplar Arası Değerlendirme	66
3.3. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri ile Mikrobiyolojik Parametreler Arasındaki İlişki	68

4. TARTIŞMA	71
4.1. Hasta Seçim Kriterlerinin Tartışılması	72
4.2. Yöntemin Tartışılması.....	76
4.3. Bulguların Tartışılması.....	84
4.3.1. Mikrobiyolojik Bulguların Tartışılması	84
4.3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Bulgularının Tartışılması.....	89
5. SONUÇ.....	94
6. KAYNAKLAR	95
7. EKLER.....	113
7.1. EK-A. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı	115
7.2. EK-B. Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Onay Belgesi	116
7.3. EK-C. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	118
8. ÖZGEÇMİŞ.....	121

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
>	: ‘den büyüktür
<	: ‘den küçüktür
M	: Mikro
°C	: derece Celsius
A	: Adenine (Adenin)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AE	: Absorbsiyon- Elüsyon
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
ATP	: Adenosine triphosphate
Bkz	: Bakınız
Bp	: Base pairs (Baz çifti)
C	: Cytosine (Sitozin)
Ca/P	: Kalsiyum Fosfat oranı
CNA	: Beta III Titanium
Co-Cr	: Krom-kobalt
Cu-NiTi	: Copper nikel titanyum
ddH ₂ O	: Distile su
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
dNTP	: Deoksiribonükleotid trifosfat
E. coli	: Escherichia coli
FAM	: 6-carboxyfluorescein; reporter (6-karboksifloresan; haberci)
Gr	: Gram
G	: Guanine (Guanin)
Kb	: Kilobaz
LC	: L.casei
Log	: Logaritma
M	: Molar
Maks	: Maksimum
Mg	: Miligram
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
Min	: Minimum
ml	: Mililitre
Mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
mm ²	: Milimetrekare
mm ³	: Milimetreküp
MO	: Mikroorganizmalar
MS	: Mutans streptokoklar
mW/cm ²	: Yüzey güç yoğunluğu
n	: Birey Sayısı
ng	: Nanogram
nm	: Nanometre

Ort	: Ortalama
P	: İstatistiksel anlamlılık
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
pmol	: Pikomol
r	: korelasyon katsayısı
RNaz	: Ribonükleaz
Rpm	: Revolutions per minute (Dakikadaki devir sayısı)
SS	: Standart sapma
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
SE-NiTi	: Süper Elastik Nikel Titanyum
S.M	: S.mutans
Sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
T	: Thymine (Timin)
TAE	: Tris-acetate-EDTA (Tris-asetat-EDTA)
TAMRA	: 6-carboxytetramethylrhodamine; quencher (6-karboksiterametilrodamin; söndürücü)
TBE	: Tris-borate-EDTA (Tris-borat-EDTA)
TE	: Tris-EDTA
TMA	: Titanyum Molibden Alaşımlar
U	: Ünite
µl	: Mikrolitre

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

İki Farklı Ortodontik Ark Telinin Bakteri Adezyonu ve Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi

Emel BİCAN GEÇGEL

Ortodonti Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2021

Bu çalışmanın amacı, copper-nikel titanyum (Cu-NiTi) ve süper elastik nikel titanyum (SE-NiTi) ark tellerini bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmek ve yüzey pürüzlülüğünün mikrobiyal adezyona katkısı olup olmadığını araştırmaktır.

Standart edgewise braket sistemi ile ortodontik tedavi gören 20 hasta (ortalama yaş, 14.7±1.2 yıl; 12 kız, 8 erkek) dahil edilmiş ve bölünmüş ağız çalışması dizaynına uygun olarak 0,019 "x0,025" ark telleri randomizasyona göre uygulanmıştır. Cu-NiTi ve SE-NiTi ark telleri uygulandıktan 4 hafta sonra (T1) *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) ve *Lactobacillus casei* (*L.casei*) adezyonu açısından real-time polimeraz zincir reaksiyonu (real-time PCR) ile değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ark telleri hastalara uygulanmadan önce (T0) ve uygulandıktan 4 hafta sonra (T1) atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile incelenmiştir. İstatistiksel analiz için bağımsız iki örneklem t-testi ve bağımlı iki örneklem t-testi ve Pearson korelasyon testi kullanılmıştır.

S.mutans ve *L.casei* sayıları, tüm ark tellerinde artış göstermekle birlikte, Cu-NiTi ve SE-NiTi ark telleri arasında bakteri adezyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Her iki grupta da alt ve üst ark telleri arasında bakteri adezyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Ark tellerinin yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı bir artış izlenirken ($p<0.05$), gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında zayıf pozitif korelasyon bulunmuştur.

Cu-NiTi ve SE-NiTi ark telleri, *S.mutans* ve *L.casei* adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından birbirinden farklı değildir.

Anahtar Sözcükler: *S.mutans*; *L.casei*; SE-NiTi; Cu-NiTi; PCR; AFM.

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
FACULTY of DENTISTRY

Evaluation of Bacterial Adhesion and Surface Roughness of Two Orthodontic Archwires

Emel BİCAN GEÇGEL

Department of Orthodontics

SPECIALIST THESIS/ KONYA-2021

The aim of this study was to evaluate the copper-nickel titanium (Cu-NiTi) and super elastic nickel titanium (SE-NiTi) archwires in terms of bacterial adhesion and surface roughness and to investigate whether the surface roughness contributes to microbial adhesion.

Twenty patients (mean age, 14.7±1.2 years; 12 girls, 8 boys) undergoing orthodontic treatment with standard edgewise bracket systems were included and 0,019"x0,025" archwires were randomly inserted in a split-mouth study design. After 4 weeks of intraoral use (T1), SE-NiTi and Cu-NiTi archwires were evaluated for *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) and *Lactobacillus casei* (*L.casei*) adhesion using real-time polymerase chain reaction (real-time PCR). Surface roughness was examined before (T0) and 4 weeks after intraoral use (T1) by atomic force microscope (AFM). Paired and unpaired samples t test, and Pearson correlation test were used for statistical analysis.

The numbers of *S.mutans* and *L.casei* increased in all archwires, with no statistically significant difference between them ($p>0.05$). There was also no significant difference between lower and upper archwires for both Cu-NiTi and SE-NiTi ($p>0.05$). After clinical use, statistically significant increase in surface roughness was observed for all groups ($p<0.05$) with no significant difference in intergroup comparison ($p>0.05$). There was a weak positive correlation between surface roughness and bacterial adhesion.

Cu-NiTi and SE-NiTi archwires do not differ from each other with regard to *S.mutans* and *L.casei* adhesion and surface roughness.

Keywords: *S.mutans*; *L.casei*; SE-NiTi; Cu-NiTi; PCR; AFM.

1. GİRİŞ

Estetik kaygıların ön plana çıkması nedeniyle ortodontik tedaviye olan talep her geçen gün artmaktadır. Ortodontik tedavi ile dişlerdeki çapraşıklık giderilerek estetik bir görüntü oluşturulmaktadır. Ayrıca kas ve iskelet sisteminin dengeli çalışması, iyi bir oklüzyon ve sağlıklı bir eklem ilişkisi sağlanarak fonksiyonel sonuçlar da elde edilmektedir (Zachrisson 1976).

Ortodontik tedavide kullanılan apareyler yeni retansiyon alanları oluşturarak oral hijyen sağlamayı zorlaştırmakta, bireyin ağız hijyenini olumsuz etkilemektedirler. Sabit ortodontik tedavide kullanılan bant, braket, ark telleri, ligatürler temizlenmesi zor alanlar oluşturarak mikrobiyal dental plak birikimine sebep olmaktadır (Balenseifen ve Madonia 1970, Zachrisson 1976, Wites ve ark 2003).

Mikrobiyal dental plak, çürüklerin ve periodontal hastalıkların asıl sebebi olarak düşünülmektedir. Dental plakta *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) başta olmak üzere, asidojenik bakteriler yüksek oranda bulunmaktadır (Leal ve Mickenautsch 2010). Herhangi bir ortodontik aparey uygulanması plak formasyonu için elverişli yeni yüzeyler yaratmakta, dolayısıyla oral kavitedeki mikroorganizma seviyesini arttırmaktadır (Lee ve ark 2011). Bazı literatür çalışmalarında ortodontik tedavi ile bireylerin mikrobiyal plak ve tükürüklerindeki karyojenik mikroorganizma sayılarının arttığı belirtilmiştir (Maret ve ark 2014). *S.mutans*, *Streptokokus sobrinus* (*S.sobrinus*) ve *Lactobacillus* gibi asit üreten bakterilerin sayısının ve hacminin artması sonucu, pH seviyesinde düşüş meydana gelmekte ve braketler çevresinde mine demineralizasyonları görülmektedir (Mitchell 1992). Beyaz nokta lezyonları olarak bilinen bu demineralizasyonlar ortodontik tedavinin en sık görülen yan etkilerindendir. Sabit ortodontik tedavi sonrası beyaz nokta lezyonlarının görülme sıklığı %12,6 ile %50 arasındadır (Gorelick ve ark 1982, Årtun ve Brobakken 1986).

Ortodontik braketler ve ark telleri üzerindeki *S.mutans*, *S.sobrinus* ve *Lactobacillus* prevalansının bilinmesi, mine demineralizasyon riski taşıyan hastaların ortodontik tedavileri sırasında, çürük önleme programlarının planlanması açısından faydalı olacaktır (Eliades ve ark 1995, Ahn ve ark 2002).

Periodontal hastalık, diş yüzeyinde biriken mikrobiyal dental plağa yanıt olarak diş çürüğü ile birlikte en sık görülen hastalıktır (Socransky ve ark 1991). Etiyolojisinde primer etken mikrobiyal dental plak olmakla birlikte birçok lokal, çevresel ve sistemik faktörler de rol oynamaktadır (Newman 2002).

Ortodontik ark telleri, dental çürük ve periodontal hastalıklara neden olan oral mikroorganizmalar için oldukça elverişli bir yaşam alanı sağlamaktadırlar (Chun ve ark 2007). Süper elastik nikel titanyum (SE-NiTi) ark telleri, ortodontide seviyeleme için en sık tercih edilen tellerdir. Diş hareketi etkinliğini arttırdığı bilinen copper nikel titanyum (Cu-NiTi) ark telleri; bakır, nikel, titanyum ve kromun dördü alışımdan oluşmaktadır (Gravina ve ark 2014). Grass ve ark (2011) çalışmalarında metalik bakır yüzeylerin antimikrobiyal özelliklerini rapor etmiş, bu yüzeylerde bakteri, mantar ve virüslerin hızla öldüğünü belirtilmişlerdir. Literatürde, NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin mekanik özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmış, ancak invivo olarak bu tellerin bakteri adezyonunu karşılaştıran çok az sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Abraham ve ark 2017).

Literatürde, farklı özellikteki ortodontik ark tellerinin mikrobiyal flora üzerine etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır (Grass ve ark 2011, Gravina ve ark 2014, Raji ve ark 2014, Taha ve ark 2016). Bu çalışmalar incelendiğinde genellikle estetik kaplama ark telleri ile kaplamasız NiTi veya paslanmaz çelik ark tellerinin karşılaştırıldıkları görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmaların bazıları invitro olarak tasarlanmıştır. İnvivo çalışmalar da ise braketlemenin hemen çalışma öncesi yapıldığı, değerlendirmenin ortodontik tedavinin başlangıcından henüz 1 ay sonraya ait olduğu görülmüştür. Literatürdeki bu eksiklikler göz önünde bulundurularak, ortodonti pratiğinde sıkça kullandığımız, Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerindeki, *S.mutans* ve *Lactobacillus casei* (*L.casei*) adezyonlarının, ortodontik tedavileri yaklaşık 1 yıldır devam eden bireylerde, süreç bazında kesitsel olarak değerlendirilmeleri hedeflenmiştir.

Literatürde, SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerini bakteriyel adezyon açısından karşılaştıran çalışma sayısı sınırlı olmakla birlikte, bu iki ark telini hem *S.mutans*, hem de *L.casei* adezyonu açısından, invivo olarak, bölünmüş ağız çalışması (split mouth) dizaynı ile değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sabit ve hareketli ortodontik apareylerin çevresinde karyojenik mikroorganizmaları değerlendiren çalışmalarda genellikle mikrobiyolojik kültür tekniği kullanılmıştır (Igarashi ve ark 1996, Türkkahraman ve ark 2005, Lessa ve ark 2007, Lim ve ark 2008, Magno ve ark 2008, Pandis ve ark 2010, Peros ve ark 2011). Fakat bu teknik; hata payı yüksek, zaman alıcı ve zahmetlidir. Son zamanlarda, bu kısıtlamalarla başa çıkmak için Real-time polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) gibi yeni teknikler kullanılmaya başlanmıştır. PCR, mikroorganizmaların belirlenmesi ve tanımlanması için spesifik DNA fraksiyonları kullanan, hassas ve oldukça spesifik bir testtir (Igarashi ve ark 2000).

Yüzey pürüzlülüğünün plak akümülyasyonuna etkisi birçok farklı metotla incelenmiştir. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) çok yüksek çözünürlüklü, taramalı yöntemle çalışan bir mikroskoptur. Elde edilen çözünürlük birkaç nanometre ölçeğinde olup, optik tekniklere kıyasla yaklaşık 1000 kat daha hassastır. AFM, nano boyutta görüntüleme yapabilen, ölçme ve malzeme işleme konusunda en başarılı araçlardandır (Oura ve ark 2013).

Bakteriyel adezyon biyomateryallerin yüzey karakteristiğinden ve özellikle yüzey pürüzlülüğünden etkilenmektedir (Lee ve ark 2009). Yüzey pürüzlülüğü, yapışma alanlarını çoğaltarak, bakteriyel adezyonu arttırmakta ve bakteri kolonilerinin dağılmasını engellemektedir (Chun ve ark 2007).

Bu çalışmada amacımız; ortodonti pratiğinde sıkça kullandığımız ve yüzey karakterleri bakımından farklılık gösteren Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerini, 4 hafta ağızda kaldıktan sonra, *S.mutans* ve *L.casei* adezyonları açısından PCR metodu ile ve yüzey pürüzlülüğü açısından AFM ile değerlendirmektir. İkincil amacımız ise; yüzey pürüzlülüğünün mikrobiyal adezyona katkısı olup olmadığını araştırmaktır.

Çalışmamızın sıfır hipotezleri şu şekildedir;

- 1) SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinde *S.mutans* ve *L.casei* adezyonları açısından fark yoktur.
- 2) SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinde yüzey pürüzlülüğü açısından fark yoktur.

1.1. Mikrobiyal Dental Plak

Mikrobiyal dental plak, dişler ya da ağız içine yerleştirilen tüm katı yüzeylere (protez, aparey, dolgu gibi) yapışabilen mikroorganizma topluluğunu tanımlayan genel bir ifadedir (Fine 1994). Mikrobiyal dental plak, diş yüzeyinde doğal olarak gelişen, çeşitli ölü ve canlı mikroorganizmalar içeren, polisakkarit-protein bir yapıdır. Diş yüzeyine tükürük proteinlerinin çökmesi ile oluşan başlangıç tabakasının üzerine, tükürükteki mikroorganizmaların yapışması ile hem kalınlığı, hem de kitlesi artmaktadır (McDougall 1963).

Mikrobiyal dental plak, epitel hücreleri, çeşitli mikroorganizmalar, lökositler ve hücrelerarası matriks içinde dağılan makrofajlardan oluşmaktadır (Brecx ve ark 1981, Newman 1982). Plagın yaklaşık %80'i su, geri kalan %20'si ise organik ve inorganik katı yapılardır. Katı yapıların yaklaşık %70-80'i bakterilerdir. Dental plagın içeriğinde bakteriler dışında farklı oranlarda mikoplazma, maya, tek hücreli canlılar ve virüsler de bulunmaktadır. Bakteri bulundurmayan kısım intersellüler matriks olarak adlandırılır. İntersellüler matriksin organik kısmı başlıca karbonhidrat, protein (yaklaşık %30), ve yağ (yaklaşık %15)'dan oluşan bir polisakkarit-protein kompleksidir. Bu yapı, plak bakterilerinin ekstrasellüler ürünlerinden, sitoplazmik ve hücre zarı artıklarından, gıda artıkları ve tükürük glikoprotein türevlerinden meydana gelmektedir. İnorganik kısım ise başlıca kalsiyum ve fosfor, az miktarda magnezyum, potasyum ve sodyum içermektedir (Sanz ve ark 1990).

Mikrobiyal dental plagın oluşumu 3 aşamada incelenmektedir. İlk aşamada, dişlerin fırçalanmasından hemen sonra, hücresiz, mikroorganizma bulundurmamayan ve sadece tükürük proteinleri içeren glikoprotein yapıdaki pelikül ince bir film tabakası şeklinde ağız boşluğundaki tüm dokuların yüzeyini örter (Quirynen ve ark 2006). Koruyucu bir bariyer olarak görev yapan pelikül, dokuları kurumaya karşı korur, kaygan bir yüzey oluşturarak etkin çiğnemeye yardımcı olur, mineyi demineralizasyona karşı korur ve erüpsiyon sonrası mine maturasyonunda rol oynar (García-Godoy ve Hicks 2008). Pelikülün diğer bir görevi ise diş yüzeyine spesifik mikroorganizmaların tutunmasını sağlamak ve besin kaynağı oluşturmaktır (Newburn 1989). İkinci aşama, mikroorganizmaların pelikülün üzerine yerleşmesi ile başlar ve diş yüzeyine tutunmaları ile devam eder. Yüzeye tutunabilen ilk bakteriler

fimbriya yüzey yapısına sahip gram pozitif aerob olan *Streptococcus* ve *Actinomyces* türleridir. Son aşamada mikroorganizmaların kolonize olması ve bakterilerin birbirine tutunması ile biyofilm gelişir. Gram pozitif aerob türlerin artması ile oksijen tükenir ve ortam gram negatif anaerobik mikroorganizmalar için uygun hale gelir. Pelikül yüzeyine tutunamayan *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis* gibi mikroorganizmalar artık pelikülda organize olan diğer mikroorganizmalara tutunarak ikincil kolonizasyonu oluştururlar (Quirynen ve ark 2006).

Mikrobiyal dental plak dişin üzerindeki yerleşimine göre supragingival plak, subgingival plak ve fissür plağı olmak üzere üçe ayrılır. Klinik kronun yüzeyinde görülen supragingival plak, dişeti cebinde bulunan subgingival plak ve dişlerin fissürlerinde yerleşen fissür plağıdır (Bayırlı ve Sirin 1982). Dişler temizlendikten 1 saat sonra yüzeylerinde ölçülebilir miktarda supragingival plak oluşur (Löe ve ark 1965). Oluşan plağın miktarı ve yerleşimi bireyler arasında, aynı ağızdaki farklı dişlerde ve hatta aynı dişin farklı yüzeylerinde bile değişkenlik gösterir (Manganiello ve ark 1977). Plak miktarı yaş, diyet, ağız hijyeni, tükürük yapısı, diş dizilimi, sistemik hastalıklar gibi bireysel faktörlerden etkilenir (Sanz ve ark 1990).

1.2. Mikrobiyal Dental Plak Kontrolü

Mikrobiyal dental plak kontrolü, mekanik ve kimyasal olarak yapılan uygulamalarla, dental plağın diş ve dişetine komşu yüzeylere tutunmasının önlenmesidir. Dental plağın uzaklaştırılması ile diş çürükleri ve periodontal hastalıkların engellenmesi hedeflenmektedir (Schmid ve Perry 1990, Axelsson 1993, Lang ve ark 1998). Diş fırçalama, interdental temizlik ve kemoterapötik ajanların (gargara) kullanımı dental plak kontrolü sağlayarak, çürük ve periodontal hastalıkları en aza indirebilir (Ciancio 2003).

Dental plakta *S.mutans* başta olmak üzere, asidojenik bakteriler yüksek oranda bulunmaktadır (Leal ve Mickenautsch 2010). Herhangi bir ortodontik apacey uygulanması, plak formasyonu için elverişli yeni yüzeyler yaratmakta ve oral kavitedeki mikroorganizma seviyesini arttırmaktadır (Lee ve ark 2011).

Ortodontik tedavi sırasında periodontal hastalık ve çürük oluşumunu engellemek için mikrobiyal dental plak kontrolü en önemli husustur (Nassar ve ark

2013). Mikrobiyal dental plak kontrolünün en kolay ve güvenli şekli diş fırçası ve macun ile yapılan mekanik temizliktir (Schmid ve Perry 1990, Bowen 2003, Sharma ve ark 2005, Biesbrock ve ark 2008, Mandal ve ark 2017). Bass yöntemi, modifiye Stillman yöntemi, Charters yöntemi olmak üzere birçok diş fırçalama yöntemi geliştirilmiştir (Schmid ve Perry 1990). Farklı diş fırçalama yöntemlerinin dental plağı kaldırmadaki etkinlikleri karşılaştırıldığında modifiye Bass metodu en başarılı olarak bulunmuştur (Patil ve ark 2014).

Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda oral hijyen değerlendirildiğinde, bu hastaların optimal düzeyde oral hijyen sağlayamadıkları bildirilmiştir (Atassi ve Awartani 2010).

1.3. Diş Çürüğü Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Diş çürüğü dünyada oldukça yaygın olarak görülen, kalsifiye dokuların yıkımı ile karakterize, multifaktöriyel, enfeksiyöz bir hastalıktır (Loesche 1994, Wolinsky 1994). Dişin sert dokularındaki elektrostatik dengenin bozulması ile iyon kaybı meydana gelmesi sonucu izlenen patolojik ve lokal bir yıkımdır (Zero 1999).

Diş çürüğünün oluşumu ile ilgili birçok araştırmacı farklı teoriler ileri sürmüştür. Vital teori, bakteriyolojik teori, proteolitik teori, kimyasal teori, rezistans teorisi, proteoliz-şelasyon teorisi bunlardan bazılarıdır. Günümüzde en çok kabul gören ise Miller'in şimiko-paraziter veya asidojenik teorisidir. Miller'in teorisine göre, karbonhidratlardan asit üreten mikroorganizmalar, diş minesinde demineralizasyona sebep olmaktadır (Loesche 1994).

Diş çürüğü multifaktöriyel bir oluşumdur. Diş ile ilgili faktörler, biyofilm, bakteriyel plak, diyet, tükürük ve zaman olarak sayılabilen bu faktörlerden herhangi birinin eksik olması durumunda çürük oluşmamaktadır (Zero 1999, Özata ve Demirbaş Kaya 2001, Bolgöl ve ark 2004).

Diş çürüğü, enerji kaynağı olarak fermente olabilen karbonhidratları kullanan bakterilerin ürettiği laktik ve asetik asidin, diş sert dokularında, progresif yıkımı ile meydana gelir (Loesche 1986, Newburn 1989). Bu yıkım hidroksiapatit yapıda dekalsifikasyonlar ile başlar. Bu esnada pH kritik değer olan 5,0 ile 5,5 arasındadır (Hamada ve Slade 1980, Loesche 1986). Diş yüzeyinde demineralizasyonların

oluşmaya başlaması için plak pH'sının 1-3 dakikalık sürelerle ve tekrarlayan biçimde 5'in altına inmesi gerektiği bildirilmiştir (Nolte 1981, Kidd ve Joystan-Bechal 1987).

Minede demineralizasyon başladığında, opak bir renk alır ve klinik olarak görülebilir hale gelir. Diş çürüğü erken dönemde mat beyaz çizgiler ya da yeşilimsi beyaz noktalar şeklinde izlenir ve bu görüntülerinden dolayı beyaz nokta lezyonları olarak isimlendirilirler. Bu lezyonlar diş çürüğünün en erken safhası olup, mine ile sınırlıdır. Mineden daha pörözlü olup, henüz kavitasyon göstermezler. Tedavileri mümkündür (Arends ve Christoffersen 1986).

Tükürük ve diş çürüğü arasında sıkı bir ilişki vardır. Tükürükteki fosfat, protein ve daha fazla oranda bikarbonat, tamponlama özelliği ile çürük oluşumunu önler. Kalsiyumun yüksek seviyede olması çürük gelişimini azaltırken, inorganik fosfat düzeyi yüksek bireylerde daha fazla çürüğe rastlanmıştır. Tükürük Ca/P oranının bu anlamda önemli olduğu belirtilmiştir (Newburn 1989, Kaya 1997, Humphrey ve Williamson 2001).

Diş çürüğü için önemli bir faktör de karbonhidratlardır. Mikroorganizmalar tarafından asit üretimi ve hücre dışı polisakkarit oluşumunda kullanılan sükroz, en karyojenik şekerdir. *S.mutans*, diğer bakterilerin yapışabilmesi için sükrozu kullanarak suda çözünmeyen glukanlar oluşturur. Sükrozun konsantrasyonu, diş temas süresi, alım sıklığı da çürük oluşumunu etkileyen faktörlerdendir (Daneo-Moore ve ark 1975).

1.4. Diş Çürüğü Mikrobiyolojisi

Diş çürüğü, dental plağın bulunduğu alanlarda farklı türden mikroorganizmaların bir araya gelerek oluşturduğu, etiyojisi oldukça karmaşık bir oluşumdur. Diş çürüğü oluşumunu azaltabilmemiz için bu mikroorganizmaların çürük oluşumundaki rollerinin iyi anlaşılması gerekmektedir (Marsh 2003).

Diş çürüğü temelde dental plak kaynaklı kabul edilir. Çünkü plak olmayan ortamda diş çürüğü olmayacaktır. Mikrobiyolojik araştırmalara göre çürük oluşumundan sorumlu mikroorganizmaların başında oral streptokoklar, laktobasiller ve aktinomiçesler gelmektedir (Krasse ve ark 1968). Tükürük ve dental plakta en sık izlenen mikroorganizmalar *S.mutans*'dır (Holbrook ve Beighton 1987). Streptokok

grubundan *S.mutans* ve *S.sobrinus* çürük oluşumundan birinci derecede sorumlu tutulurken, *Lactobacillus*'lar onları takip etmektedir (Thylstrup ve Fejerskow 1986). Asit oluşturdıkları için maya ve mantarların da çürük oluşumuna neden olabileceği belirtilmiştir (Erganiş ve Öztürk 2003, Beighton 2005).

İnsanlarda diş çürüğü ile ilişkili bakteri türleri Çizelge 1.1'de gösterilmiştir (Hardie 1992).

Çizelge 1.1. İnsanlarda diş çürüğü ile ilişkili bakteri türleri (Hardie 1992).

Kuvvetli İlişkisi Olan Bakteri Türleri	Muhtemel İlişkisi Olan Bakteri Türleri
<u>Mutans Streptokokları</u> <i>S. mutans</i> <i>S. sobrinus</i> <u>Laktobasiller</u> <i>L. casei</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. fermentum</i>	<u>Diğer streptokoklar</u> <i>S. mitis</i> <u>Aktinomiçes türü</u> <i>A. viscosus</i> <u>Non - Mutans streptokoklar</u>

Streptokoklar

Yeni oluşan mikrobiyal dental plakta koloni oluşturan mikroorganizmaların yaklaşık %50'si oral streptokoklardır. Dental floradaki en baskın mikroorganizmalar olan streptokoklar aynı zamanda üst solunum yollarında da oldukça fazla oranda bulunmaktadır (Wilkins ve ark 2002, Erganiş ve Öztürk 2003).

Oral streptokoklar Çizelge 1.2' de gösterildiği gibi 4 ana grupta incelenmektedir (Marsh ve Martin 1992).

Çizelge 1.2. Oral streptokoklar (Marsh ve Martin 1992).

Grup Adı	Tür Adı
<i>S. mutans</i> grubu	<i>S. mutans</i> <i>S. sobrinus</i> <i>S. cricetus</i> <i>S. rattus</i> <i>S. ferus</i> <i>S. macacae</i> <i>S. downei</i>
<i>S. salivarius</i> grubu	<i>S. salivarius</i> <i>S. vestibularis</i>
<i>S. milleri</i> grubu	<i>S. constellatus</i> <i>S. intermedius</i> <i>S. anginosus</i>
<i>S. oralis</i> grubu	<i>S. sanguis</i> <i>S. gordonii</i> <i>S. parasanguis</i> <i>S. oralis</i> <i>S. mitis</i>

***S. Mutans* Grubu**

Diş çürüğü oluşumunda *S.mutans*'ın rolü birçok çalışma ile kanıtlanmış, miktarının belirlenmesi hem tanı hem de tedavi için oldukça önem kazanmıştır (Holbrook 1993).

S.mutans'ın özellikle başlangıç lezyonlarında ve çürük kavitesinden alınan plaklarda oldukça fazla, sağlam kök yüzeylerindeki plaklarda ise düşük miktarda bulunduğu belirtilmiştir. Dental plakta düzenli olarak bulunsalar da sağlıklı minede daha düşük oranda görülürler. Diş çürüğü varlığında ise *S.mutans* miktarı artmaktadır (Hunter 1988, Petersson ve ark 1991, Van Houte 1994).

S.mutans ilk defa 1924 yılında İngiltere'de bir çocuğun diş çürüğünden Clark isimli araştırmacı tarafından izole edilmiştir. Morfolojik yapıları farklı olduğu için bu isim verilmiştir. Çizelge 1.3'de gösterildiği gibi hayvan ve insanlarda fenotipik ve genotipik heterojenitesine göre 7 türü mevcuttur (Lindquist ve Emilson 1990, Marsh ve Martin 1992).

Çizelge 1.3. Mutans streptokokların sınıflandırılması (Lindquist ve Emilson 1990, Marsh ve Martin 1992).

Tür	Serotip	Konak
<i>S. mutans</i>	<i>S. mutans</i> serotipleri c, e	İnsan
<i>S. sobrinus</i>	<i>S. mutans</i> serotip d	İnsan
<i>S. cricetus</i>	<i>S. mutans</i> serotip a	İnsan
<i>S. ferus</i>	<i>S. mutans</i> serotip c	Rat
<i>S. rattus</i>	<i>S. mutans</i> serotip b	İnsan ve kemirgen
<i>S. macacae</i>	<i>S. mutans</i> serotip c	Maymun
<i>S. downei</i>	<i>S. mutans</i> serotip h	Maymun

İnsanda en fazla çürük yapan bakteriler *S. mutans* ve *S. sobrinus*'dur. *S. mutans*'ın diğer mutans streptokok türlerine göre patojenitesi daha fazladır ve bulaş direk temas ile mümkündür (Holbrook ve Beighton 1987, Bagg ve ark 2006).

Diş çürüğüne sebep olan bakterilerin iki önemli özelliği asidojenik (asit üretebilmek) ve asidürik (asit ortamda varlığını sürdürebilmek) olmalarıdır. *S. mutans*, diş yüzeyine yapışması ve asit üretmesi nedeni ile yüksek düzeyde karyojeniktir (Bradshaw ve Marsh 1998, Lingström ve ark 2000). Fakültatif anaerop, gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz ve kapsülsüz olan *S. mutans* 0,5–0,75 µm çapında, sferik şekilli hücrelerden oluşmaktadır. Üremeleri için ideal sıcaklık 37 °C'dir (Hamada ve Slade 1980).

S. mutans öncelikle diş üzerindeki retantif alanlara, ikincil olarak ise oral mukozaya yerleşir (Loesche 1986). Diş yüzeyinde *S. mutans* varlığı yüksek derece çürük riskini gösterir. Beyaz nokta lezyonu olan dişlerin üzerinden alınan dental plaktaki *S. mutans* miktarı, komşu sağlıklı dişe göre istatistiksel olarak daha yüksek orandadır (Keene ve ark 1976, Nikiforuk 1985, Marsh ve Martin 1992, Marsh 1999).

S.mutans, ekstrasellüler polisakkarit sentezinde oldukça önemlidir. GtfB, GtfC ve GtfD olmak üzere üç çeşit glukosiltransferaz (Gtf) enzimi sentezler. GtfD çözünebilir glukanları, GtfB daha çok çözünemeyen glukanları, GtfC ise hem çözünebilir hem çözünemeyen glukan karışımlarını sentezlemektedir (Kuramitsu 2003). Suda çözünmeyen glukanın sentezi, bakterilerin dış yüzeyine tutunmasına, bunun sonucunda da dental plak ve çürük oluşumuna yol açar (Schachtele 1982, Hunter 1988, Van Houte 1994). Ekstrasellüler polisakkaritler sayesinde *S.mutans*'lar dental plakta kolaylıkla kolonize olurlar. Sentezlenen glukanlar sayesinde de diğer streptokok türleri, laktobasiller ve aktinomiçesler gibi birçok mikroorganizmanın dental plağa yerleşebilmesi için uygun ortam sağlanmış olur (Vacca-Smith ve ark 1996, Bowen 2002).

S.mutans'lar intrasellüler polisakkarit sentezi de yaparlar. Böylece ortamda karbonhidrat olmadığında monosakkarit ve disakkaritleri, laktik asit, piruvik asit, asetik asite parçalayarak ortamda asit devamlılığını sağlarlar. Ancak mine demineralizasyonunun asıl sebebi karbonhidratların parçalanması sonucu oluşan asittir (Schachtele 1982, Hunter 1988, Van Houte 1994).

Dış çürüğü oluşumundan *S.mutans*, *S.sobrinus* ve laktobasillus birlikte sorumlu tutulmaktadır (Featherstone ve Rodgers 1981).

Laktobasiller

Laktobasiller yıllar boyu diş çürüğüne neden olan bakteriler olarak gösterilmiştir. Ancak günümüzde laktobasillerin sağlam diş yüzeyine tutunabilen ve böylece başlangıç çürüklerine sebep olan bakteri türlerinden farklı olarak, çürüğün ileri safhalarında, derin kavitelerde baskın olduğu ve tükürükteki laktobasil miktarının çürük aktivitesi ile doğru orantılı olduğu gösterilmiştir (Bagg ve ark 2006).

Laktobasiller asit üretebilirler, ancak sağlam mine yüzeyine tutunamazlar. Bu nedenle çürüğün başlangıç evreleri yerine ileri evrelerde etkin hale gelirler (Loesche 1986, Bentley ve ark 1988, Mundorff ve ark 1990, Van Houte 1994, Toi ve ark 2000). Yaygın diş çürüğü, protetik restorasyon ya da ortodontik apareylerin varlığında miktarları artar (Newburn 1989).

Laktobasiller ağız florasının %1'inden daha azını oluşturan, sıklıkla dilde yerleşen, gram pozitif, anaerob ya da mikroaerobik, sporsuz, hareketsiz, kapsülsüz bakterilerdir (Marsh ve Martin 1992, Külekçi 1998, Erganiş ve Öztürk 2003). Glikoz metabolizmalarına göre 3 grupta incelenirler:

1- Zorunlu Homofermenterler (Homolaktik fermenterler): *L.acidophilus*, *L.salivarius* gibi hekzosu laktik aside çeviren türleridir.

2- Zorunlu Heterofermenterler (Heterolaktik fermenterler): *L.fermentum*, *L.brevis* gibi karbondioksit, asetik asit ve laktik asit üreten türleridir.

3- Fakültatif Heterofermenterler: *L.casei*, *L.plantarum* gibi laktik asit, asetik asit, formik asit ve etanol üreten türleridir (Nikiforuk 1985, Külekçi 1998).

Laktobasillerin çürük oluşturmadaki en önemli özellikleri asit oluşturup ortam pH'sını düşürmeleridir. Gelişimleri için en uygun değer nötral pH olsa da aside karşı oldukça yüksek tolerans gösterirler ve birçok türü 4,5-5 ve hatta 4 gibi pH değerlerinde bile yaşayabilir. Laktobasiller oral flora bakterileri arasında en düşük pH değerinde gelişim gösterebilen, en asidojenik gruptur (Marsh ve Martin 1992, Van Houte 1993, Külekçi 1998).

L.acidophilus ve *L.casei*, streptokoklar gibi glikoz metabolizmasının son ürünü olarak laktik asit üretirler ve bu nedenle çürük lezyonlarının sebepleri arasında gösterilirler (Arıç 1990). Yüksek şeker alımı ve çürük aktivitesi ile ilişkili olarak çürük lezyonlarında en çok rastlanan laktobasil türü *L.casei*'dir (Marsh ve Martin 1992).

1.5. Ortodontik Tedavinin Diş Çürüğüne Etkisi

Ortodontik tedavinin diş çürüğü riskini arttırdığı yapılan birçok çalışma ile gösterilmiştir (Lundström ve ark 1980, Øgaard 2008, Karabekiroğlu ve ark 2014). Yerleştirilen ortodontik apaneyler yeni retansiyon alanları oluşturmakta ve oral hijyenin yeterli düzeyde yapılmasını zorlaştırmaktadır, buna bağlı olarak dental plak ve plakta bulunan bakteri miktarı artmaktadır. Karbonhidrat konsantrasyonundaki artış ise plağın daha yapışkan olmasına ve tükürüğün temizleyici etkisinin azalmasına neden olmaktadır. Asidin tükürük ile nötralizasyonu azaldığı için ağız içerisinde daha düşük pH değerleri görülmektedir (Balenseifen ve Madonia 1970). Bu asidik ortam

diş yüzeyinde demineralizasyona ve çürük başlangıcına neden olmaktadır. Çürük başlangıcı olarak kabul edilen beyaz nokta lezyonları sabit ortodontik tedavilerin en sık komplikasyonlarından (Richter ve ark 2011, Hadler-Olsen ve ark 2012, Akin ve ark 2013).

Beyaz nokta lezyonları sabit ortodontik tedavinin başlangıcından 1 ay gibi kısa bir süre sonra görülebilen beyaz, tebeşirimsi ve opak demineralizasyon alanlarıdır. Fırçanın zor ulaştığı, diş ve diş eti birleşimi ya da braket tabanının çevresi sıklıkla görüldükleri yerlerdir (Bishara ve Ostby 2008).

Mizrahi (1982) çalışmasında, üst ön bölge dişlerde beyaz nokta lezyonu görülme sıklığını %16,7 ile diğer dişlerden (%6,7) daha fazla bulmuştur. Akin ve Basciftci (2012) beyaz nokta lezyonlarının en sık görüldüğü dişler olarak üst yan kesicileri göstermişlerdir. Buna sebep olarak braket dişeti mesafesinin az olması, alt keser bölgeye göre tükürük akışının az olması gösterilmektedir. Üst yan keserlerin distogingivalleri meziogingival kısımlarına göre daha fazla etkilenirken, sağ ve sol taraf arasında fark bulunmamıştır (Øgaard 1989, Arneberg ve ark 1997).

Dental plak çürük oluşumunda majör etiyolojik faktördür. Sabit ortodontik apareylerle retansiyon alanlarının artmasına bağlı olarak dental plağın hem kompozisyonu değişmekte, hem de miktarı artmaktadır (Alstad ve Zachrisson 1979, Huser ve ark 1990).

Ortodontik tedavi gören hastalarda diş çürüğü görülme oranı %2-96 arasındadır. Büyük azılar, üst yan kesiciler, alt kaninler ve küçük azılar çürük oluşumundan en sık etkilenen dişler olarak belirlenmiştir (Chang ve ark 1997, Banks ve ark 2000, Kuvvetli ve Sandallı 2006, Uysal ve ark 2009).

Sabit ortodontik tedavi süresince incelenen dental plakta, *S.mutans* ve *Lactobacillus* miktarları tedavi öncesi ve sonrasına göre daha fazla bulunmuştur (Balenseifen ve Madonia 1970, Rosenbloom ve Tinanoff 1991). Sabit tedavi öncesinde, sırasında ve bitimindeki tükürük *S.mutans* düzeyleri değerlendirildiğinde, *S.mutans* miktarının tedavi süresince önemli miktarda arttığı, retansiyon döneminde ise kontrol grubu ile aynı kaldığı görülmüştür (Rosenbloom ve Tinanoff 1991). *S.mutans* ve *Lactobacillus* miktarlarının en fazla arttığı dönem ortodontik tedavinin 12. haftası olarak belirlenmiştir (Peros ve ark 2011).

Yapılan çalışmalarda sabit ortodontik apareylerin dişlerde çürük riskini arttırdığı kaydedilmiştir (Ingervall 1962, Zachrisson ve Zachrisson 1971, Chun ve ark 2007). Bazı araştırmacılara göre ise, ortodontik tedavi gören hastalarda çürük oluşum oranı her zaman artmamaktadır (Wisth ve Nord 1977, Hollender ve Rönnerman 1978).

Ulukapı ve ark (1997) sabit ortodontik tedavi gören bireylerin çürük riskini tedavi görmeyen kontrol grubu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, tükürük akış hızını, tamponlama kapasitesini, *S.mutans* ve *Lactobacillus* miktarlarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmaya göre; sabit ortodontik tedavi gören grupta tükürük akış hızının anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuş, diğer değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmaya göre sabit ortodontik apareylerin çürük riskini tek başına arttırmadığı görülmüştür.

Braketler, ark telleri, ligatürler ve diğer ortodontik apareyler hastaların geleneksel yollarla oral hijyenlerini sağlamalarını zorlaştırmaktadır. Ayrıca ağız kaslarının hareketini ve tükürüğün etkisini azaltarak doğal yolla gerçekleşen temizlemeyi de sınırlandırmaktadırlar (Rosenbloom ve Tinanoff 1991). Bu durum mikrobiyal dental plak birikiminde artışa sebep olmaktadır (Chang ve ark 1997). Biriken mikrobiyal dental plak, *S.mutans* ve *Lactobacillus* gibi asidürik bakterilerin kolonizasyonunu kolaylaştırır ve bu bakteriler plak pH'sını tekrarlayan aralıklarla, 1-3 dk süre boyunca, 5'in altına düşürerek diş yüzeyinin demineralize olmasına ve çürük başlamasına sebep olurlar (Featherstone 1999).

Başarılı bir ortodontik tedavi için oral hijyenin sağlanması ve çürük kontrolü de önemlidir. Birçok çalışma sabit ortodontik apareylerin mikrobiyal flora ve periodontal sağlık üzerine etkilerini değerlendirmiştir (Sakamaki ve Bahn 1968, Balenseifen ve Madonia 1970, Corbett ve ark 1981, Scheie ve ark 1984, Sinclair ve ark 1987, Rosenbloom ve Tinanoff 1991, Chang ve ark 1999, Glans ve ark 2003). Ortodontik aparey yerleştirilmesinden sonra *S.mutans* miktarında meydana gelen artış birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Lundström ve Krasse 1987, Venkataraman ve Bhatnagar 2007, Lee ve ark 2011, Abraham ve ark 2017). *S.mutans*'lar tarafından üretilen organik asitler, mine demineralizasyonlarına sebep olmaktadır (Lee ve ark 2009, Kwon ve ark 2010). Bu nedenle, ortodontik materyallere *S.mutans* adezyonu,

ortodontik tedavi esnasında oluşan mine demineralizasyonlarının temel sebebi olarak düşünülmektedir (Lee ve ark 2009).

Çürüklere sebep olan *S.mutans* gibi mikroorganizmalar için önemli bir yaşam alanı oluşturan ark telleri ve diğer biyomateryallere bakteri adezyonu genel olarak yüzey karakteristiklerinden etkilenmektedir (Marsh 2006, Chun ve ark 2007, Leal ve ark 2010, Chhattani ve ark 2014) . Bu nedenle ortodontik apareylerin mikrobiyolojik özelliklerini inceleyen çalışmalar teşvik edilmelidir (Lima ve ark 2019).

1.6. Sabit Ortodontik Tedavide Kullanılan Ark Telleri

Ark telleri braketler, bantlar ve tüpler aracılığı ile dişlere aktif kuvvet uygulayan, ortodontik tedavinin temel elemanlarıdır. Ortodontik tedavilerde ideal diş hareketi elde edebilmek için ortodontistler ark telinin dişlere sürekli ve hafif kuvvetler uygulamasını istemektedir. Böyle kuvvetler doku hiyalinizasyonu, indirekt rezorbsiyon ve oluşabilecek hasta rahatsızlıklarını en aza indirmektedir (Kusy 1997, Gurgel ve ark 2001).

Geçmişten günümüze ortodontik tedavi esnasında altın, paslanmaz çelik, krom-kobalt, beta titanyum, nikel-titanyum ve kompozit içerikli çok çeşitli ark telleri kullanılmış ve halen kullanılmaktadır. Çizelge 1.4’de çeşitli tel alaşımlarının içerik, elastikiyet modülü, dayanıklılık ve yaylanma özellikleri gösterilmektedir (Brantley ve Eliades 2001).

Çizelge 1.4. Çeşitli tel alaşımlarının içerik, elastikiyet modülü, dayanıklılık ve yaylanma özellikleri (Brantley ve Eliades 2001).

Tel Alaşımı	İçerik (%)	Elastikiyet Modülü (GPa)	Dayanıklılık (Mpa)	Yaylanma
Paslanmaz Çelik	%17-20Cr, %8-12Ni, %0,15C, kalan kısım Fe	160-180	1100-1500	0,0060- 0,0094
Krom-Kobalt	%40Co, %20Cr, %15Ni, %15,8Fe, %7Mo, %2Mn	160-190	830-1000	0,0045- 0,0065
Beta Titanyum	%77,8Ti, %11,3Mo, %6,6Zr, %4,3Sn	62-69	690-670	0,0094- 0,011
Nikel Titanyum	%55Ni, %45Ti, eser miktarda Cu veya diğer madenler	34	210-410	0,0058- 0,016

Hiçbir ark teli ortodontik tedavinin her aşaması için uygun değildir ve ideal ark telinin seçiminde estetik, doku uyumu, sürtünme, şekil alabilme, lehim ve punto yapılabilme, esneklik, yaylanma gibi birçok özellik göz önünde bulundurulmaktadır (Kusy 1997). Günümüzde ortodontistler uygun boyut ve alaşımda ark teli seçimi ile en az zaman, emek ve maliyet ile en başarılı tedavi sonuçlarını elde edebilmektedirler (Kapila ve Sachdeva 1989).

Altın Alaşımlar

Ortodontik tedavide ilk kullanılan ark telleri altın alaşımlarından üretilmiştir. Yumuşak bir metal olan altına, platin, krom ve paladyum eklenerek oluşturulan bu teller yüksek maliyetleri nedeni ile terk edilmiştir (Brantley ve Eliades 2001).

1930'lara kadar sadece altın alaşımından yapılan teller kullanılmış olup, 1929'da tanıtılan paslanmaz çelik teller, yüksek elastik modülü, korozyon direnci,

yüksek dayanıklılığı ve düşük maliyetleri ile kısa sürede altın alaşımların yerini almıştır (Quintão ve Brunharo 2009).

Paslanmaz Çelik Teller

Paslanmaz çelik alaşımlar özellikle 1950'lerden sonra düşük fiyatları ve kolay şekil verilebilmesi nedeni ile ortodontide sıklıkla tercih edilmişlerdir (Brantley ve Eliades 2001).

Günümüzde hala ortodonti pratiğinde sıklıkla kullanılan paslanmaz çelik AISI (American Iron and Steel Institute) Tip 302 ve 304'tür. Paslanmaz çelik tel alaşımların içeriğinde; paslanmazlık ve sağlamlık için %17-19 veya %18-20 krom, stabilite için %8-10 veya %8-12 nikel, sertlik ve korozyon dayanımı için %0,2 karbon, %70-75 demir ve az miktarda diğer elementler bulunmaktadır (Kusy ve Dilley 1984, Ülgen 1993). Bu alaşımlar %8 nikel ve % 18 krom içeriklerinden dolayı '18-8 paslanmaz çelik' olarak da adlandırılmaktadır (Howe ve ark 1968).

Yüksek katılığa sahip paslanmaz çelik ark telleri, ağız içi çekme kuvvetlerinde deformasyona karşı oldukça dirençlidir. Paslanmaz çelik teller beta-titanyum ve nitinol tellere göre daha fazla kuvvet oluşturur, ancak bu kuvvet daha kısa sürede kaybolduğu için sık aktivasyona ihtiyaç duyarlar. Titanyum alaşımlara göre daha düşük geri yaylanma özellikleri vardır. Şekil verilebilme, korozyon direnci, lehimleme ve puntolama yapılabilme ve düşük sürtünme direnci gibi avantajlar sağlamaktadırlar. Ancak yüksek katılığa sahip olmaları nedeni ile braketler arası seviye farkının fazla olduğu başlangıç safhasında kullanımları uygun değildir (Kapila ve Sachdeva 1989, Oltjen ve ark 1997).

Paslanmaz çelik teller, düşük sürtünme, şekil verilebilme, yüksek kuvvet ve düşük yüzey pürüzlülüğü özellikleri ile hala en çok tercih edilen tellerdendir (Krishnan ve Kumar 2004). Ayrıca, paslanmaz çelik ark telleri, NiTi ark tellerine göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü ve *S.mutans* adezyonunu gösterdikleri için de tercih edilebilirler (Kim ve ark 2014). Paslanmaz çelik ark tellerindeki *S.mutans* adezyonunu değerlendiren çalışmalarda, bu değerin az olmasının sebebi düşük yüzey pürüzlülüğü olarak bildirilmiştir (Yu ve ark 2011).

Krom-Kobalt Alaşımlar

1950'lerde 'Rocky Mountain Orthodontics' firması tarafından Elgiloy adıyla tanıtılan krom-kobalt (Co-Cr) alaşımlar, %40 kobalt, %20 krom, %15 nikel, %7 molibden ve % 15-20 demirden oluşan metal alaşımlı tellerdir (Burstone 1981, Kusy ve Dilley 1984).

Mekanik özellikleri pek çok açıdan paslanmaz çeliklere benzer (Kapila ve Sachdeva 1989). Kolay şekil verilebilen krom-kobalt alaşımlı teller, paslanmaz çelik tellere benzer katılığa sahiptirler. Paslanmaz çelik tellere kıyasla, yorgunluğa ve distorsiyona dirençleri daha fazladır ve daha uzun süre geri yaylanma özelliği gösterirler (Kapila ve Sachdeva 1989, Kusy 1997). Krom-kobalt tellerin reziliens ve dayanıklılığını arttırmak için, 482 °C'de, 7-12 dakika ısıtılma işlemi uygulanmaktadır (Kusy ve Dilley 1984).

Elgiloy, elastikiyetine göre yumuşak (mavi), elastik (sarı), yarı elastik (yeşil) ve esnek ya da sert (kırmızı) olmak üzere 4 çeşitir (Kusy ve Dilley 1984). Ortodonti pratiğinde kolay şekil verilebilmesinden dolayı en sık 'Blue Elgiloy' kullanılmaktadır (Tosun 1999).

Beta Titanyum Alaşımlar (TMA-Titanyum Molibden Alaşımlar)

Goldberg ve Burstone'un (1979) tanıttığı beta titanyum alaşımlı (TMA) teller, iyi doku uyumuna sahip, NiTi ark telleri gibi elastik, aynı zamanda paslanmaz çelik teller gibi şekil verilebilen tellerdir. Birçok özellik bakımından NiTi ve paslanmaz çelik teller arasında bulunan TMA ark telleri hem ara seanslarda, hem de bitirme seansında kullanıma uygundur (Proffit ve ark 2007).

TMA ark telleri; %80 titanyum, %11,5 molibden, %6 zirkon ve %4,5 kalay içermektedir (Kusy ve Dilley 1984).

NiTi ark telleri gibi elastik olmasına rağmen aynı zamanda şekil verilebilme ve lehimlenme özellikleri ile nitinollere karşı üstündürler. Paslanmaz çelik ile kıyaslandığında ise geri yaylanma sırasında daha az kuvvet ürettikleri için istenen şekilde hafif ve uzun süreli ortodontik kuvvet üretebilmektedirler. Ayrıca paslanmaz çeliğe göre iki kat daha esnektirler (Iwasaki ve ark 2003).

TMA ark tellerinin yüzey pürüzlülüğü ve sürtünme katsayıları yüksektir. Bu nedenle seviyeleme arki olarak pek kullanılmazlar. Genellikle bölümlü ark mekaniklerinde tercih edilirler (Burstone ve Goldberg 1980, Kusy ve Dilley 1984, Krishnan ve ark 2007). Çalışmalarda, TMA, NiTi ve paslanmaz çelik ark tellerinin bakteri tutulumları kıyaslandığında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış olsa da, TMA ark telleri NiTi ark tellerine, NiTi ark telleri ise paslanmaz çelik ark tellerine göre daha fazla bakteri tutulumuna sebep olmuşlardır (Kumar ve Konda 2014, Hepyükselen ve ark 2019).

Nikel Titanyum Ark Telleri (Ni-Ti)

Nikel titanyum alaşımlar, 1968'de Buehler ve ark tarafından, yapılan uzay araştırmaları kapsamında Amerika Birleşik Devletleri'nde keşfedilmiştir ve geliştirildikleri laboratuvar olan 'Naval Ordnance Laboratory'nin baş harfleri de eklenerek 'Nitinol' adı verilmiştir. İlk kez 1972'de Andresen tarafından ortodonti alanında kullanılmaya başlanmış, 1986'da ise SE-NiTi teller geliştirilmiştir. Alaşımın orijinal hali %55 nikel (Ni) ve %45 titanyumdan (Ti) oluşmaktadır (Miura ve ark 1986, Tosun 1999, Gatto ve Mateares 2011).

NiTi ark telleri, yüksek elastikiyet, şekil hafızası ve plastik deformasyona dirençli olmaları gibi özellikleri sayesinde seviyelemede kullanılabilecek ideal teller haline gelmişlerdir (Tosun 1999). Yüksek geri yaylanabilme özellikleri ile geniş defleksiyon aralığına ihtiyaç duyulan, hafif kuvvet gerektiren, şiddetli çapraşıklık vakalarında seviyeleme aşamasında ark teli bükümüne olan ihtiyacı ortadan kaldırmışlardır (Pandis ve Bourauel 2010).

NiTi ark tellerinin süperelastik özelliği, aktivasyon yapılmayan durumlarda, telin orijinal haline dönebilmesini ve aktivasyondan bağımsız olarak sabit kuvvet uygulayabilmesini sağlamaktadır (Thompson 2000).

Ancak zayıf şekil alabilme özellikleri nedeni ile bu tellere büküm yapılamaz, lehim ve puntolama uygulanamaz. Düşük katılığından dolayı stabilitenin önem kazandığı tedavinin bitim aşamasında kullanımları önerilmez (Kapila ve Sachdeva 1989).

NiTi ark tellerinin üretim aşaması oldukça karmaşıktır. Nikel ve titanyumun ergime derecelerindeki farkın fazla olmasından dolayı, üretim işlemi vakum altında yapılır ve homojen bir alaşım elde edebilmek için birçok defa tekrarlanır. Elde edilen alaşımın gözenekli yapıda olmaması için önce toz haline getirilir, sonra sıcak isostatik basınç işlemi ile tel formunu alır. Son olarak, ezme ve çekme işlemi ile tozların iyi karışmadığı yerlerde oluşacak olan boşluk ve çatlaklar giderilerek tele son şekli verilmiş olur (Prososki ve ark 1991).

NiTi tellerin yapısal özellikleri incelendiğinde, sıcaklık değişimlerine ve uygulanan kuvvetlerin neden olduğu mekanik gerilimlere bağlı olarak, ostenit ve martensit olmak üzere iki kristal yapıdan söz etmek mümkündür (Wayman ve Duerig 1990).

NiTi teller, düşük sıcaklıkta martensit, yüksek sıcaklıkta ise ostenit kristal yapısındadır. Ostenit kristal yapı soğutulup martensit yapı elde edilebilir. Bu değişim çok kere tekrarlanabilir, geri dönüşümlü bir uygulamadır. Bu dönüşüm sürecine ‘martensitik değişim’ denir ve geçiş için gerekli olan sıcaklık ‘geçiş sıcaklığı-transition temperature’ olarak adlandırılır. Ortodontide kullanılan hemen hemen tüm alaşımların faz dönüşümleri için gerekli olan sıcaklık değerleri çok yüksek olmasına rağmen, NiTi teller için bu değer oldukça düşüktür. Bu düşük geçiş sıcaklığı NiTi tellere süperelastik ve şekil hafızası özelliği kazandırmaktadır (Kusy ve Dilley 1984, Tosun 1999, Proffit ve ark 2007, Pandis ve Bourauel 2010).

Mekanik stresler altında, ostenit yapıdaki tel, martensit yapıya dönüşebilir. Süperelastik özellik gösteren bu teller, braket slotuna yerleştirildiğinde, oluşan gerilime bağlı olarak martensit forma geçer, zamanla tel çalıştıkça gerilim azalır ve ostenit yapıya geri dönerler (Wayman ve Duerig 1990).

NiTi tellerin fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde şu 3 kavram karşımıza çıkar;

- Süperelastiklik**, gerilim nedeni ile oluşan faz değişikliğidir. Faz geçişi için sıcaklık değişikliğine ihtiyaç yoktur. Tel belirli bir deformasyon noktasına kadar oldukça sabit bir stres değeri gösterir ve eski haline dönerken bu değer yine sabit kalır. Yani tel aktivasyon miktarından bağımsız olarak aynı miktarda kuvvet uygular. Süperelastik tellerde sıcaklık değişimine ihtiyaç olmadan, aktivasyona bağlı olarak, tel ostenitik fazdan martensitik faza geçer ve yumuşayarak elastik hale gelir. Kuvvet

azalıp aktivasyon ortadan kalktığına ise tekrar ostenitik faza geçen telin sertliği artar (Wayman 1993, Kusy 1997).

•**Termoelastiklik**, sıcaklık geçiş aralığından daha düşük derecelere soğutulan telin, tekrar ısıtılması halinde orijinal haline dönebilmesidir.

•**Şekil hafızası**, martensitik formda (şekil alabilir formu) plastik deformasyona uğrayan telin, orijinal haline dönebilme yeteneğidir (Melton 1990).

Günümüzde ortodonti pratiğinde oldukça sık kullanılan NiTi teller, farklı mekanik özellikleri ve metalürjik yapılarına göre birçok araştırmacı tarafından sınıflandırılmıştır (Tosun 1999, Proffit ve ark 2006).

NiTi tellerin jenerasyonlarına göre sınıflandırılması Çizelge 1.5’de gösterilmiştir (Karunakara 2012).

Çizelge 1.5. NiTi tellerin jenerasyonlarına göre sınıflandırılması (Karunakara 2012).

1. Jenerasyon	2. Jenerasyon	3. Jenerasyon	4. Jenerasyon
1971’de Andreasen tarafından geliştirilip ‘NiTinol’ adıyla Unitek firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Çok düşük elastik modüle sahiptir.	Süperelastik Çin NiTi’si olarak bilinir. Ormco/Sybron firması tarafından ‘NiTi’ adıyla piyasaya sürülmüştür.	GAC firması tarafından ‘Sentallo’ adıyla piyasaya sürülmüştür. Ostenitik ve martensitik fazlar arası oluşan geçişe bağlı olarak süperelastiktir ve şekil hafızalıdır.	1990’lı yılların başında üretilen ısıyla aktive olan NiTi tellerdir. Geçiş ısıları vücut sıcaklığına yakındır.

Kusy (1991) ise NiTi telleri 3 gruba ayırarak incelemiştir:

Martensitik Stabilize Nikel Titanyum (Konvansiyonel NiTi) Teller

Unitek şirketi tarafından, 1970 yılında ‘Nitinol’ adıyla piyasaya sunulan stabilize nikel titanyum alaşımlardır. Martensitik fazda sabitlendikleri için sıcaklık değişimi ya da basınç altında faz değişimi gözlenmez. Şekil hafızası özelliği yoktur. Elastik modülü düşük, yaylanabilmesi ve kalıcı deformasyona direnci fazladır (Miura ve ark 1986).

Ostenitik Aktif Nikel Titanyum (Süperelastik Nikel Titanyum-SE-NiTi) Teller

Aktif ostenit kristalleri içeren ve nitinollerden farklı olarak süperelastik özellik gösteren bu teller, 1980'lerin sonlarında tanıtılmıştır. SE-NiTi' lerde martensitik yapıdaki kristaller tamamen ostenitik yapıya dönmez ve ostenitik yapıdakiler daha fazla olmakla birlikte, aynı anda iki fazdaki kristal yapı bir arada bulunabilir. Fazlar arası geçiş; sıcaklık değişimine değil, mekanik gerilime bağlıdır. Ağız sıcaklığında şekil hafızası göstermezler (Proffit ve ark 2006).

SE-NiTi tellerin yük esneme eğrilerinde, hem martensit faz ostenit faza, hem de ostenit faz martensit faza dönüşürken yatay bir plato oluşur. Bu platonun oluşması süperelastik özelliklerinin göstergesidir (Evans ve Durning 1996).

Nitinollere kıyasla daha yüksek yaylanabilirlik, daha düşük elastik modülleri vardır ve daha az kırılabilirler (Burstone 1981). Süperelastik özelliklerinin yanında, aktivasyon sırasında sabit ve devamlı kuvvet uygulayabilirler. Paslanmaz çelik, Cr-Co ve nitinole kıyasla aktivasyon sırasında en az kalıcı deformasyona uğrarlar (Kusy ve Dilley 1984).

SE-NiTi teller, çok yüksek kuvvet uygulanana kadar plastik deformasyona uğramaz ve ısı işlem uygulamadan bu tellere büküm yapılamaz (Proffit ve ark 2006).

Bu tellerin çalışma aralığı, termal aktif NiTi ile konvansiyonel NiTi'ler arasındadır. Kolay ligatüre edilip, hafif ve devamlı kuvvet uyguladıkları için, her vakada uygun olan SE-NiTi teller özellikle çapraşıklığın fazla olduğu vakalarda kullanılırlar (Evans ve Durning 1996).

Ortodontik ark telleri paslanmaz çelik ve Co-Cr'dan NiTi'ye yıllar içerisinde gelişim göstermiş ve bu materyal değişiklikleri ile süperelastisite, termal şekil hafızası, korozyon dayanıklılığı ve biyouyumluluk gibi özellikler kazanmışlardır (Kao ve ark 2007). Ayrıca kaplamalar ile ark tellerinin yüzey pürüzlülüğü değiştirilerek, mekanik özelliklerinin geliştirilmesi yanında, bakteri adezyonlarının azaltılması sağlanmaya çalışılmıştır (Iijima ve ark 2012).

Martensitik Aktif Nikel Titanyum (Termal Aktif NiTi- Şekil Hafızalı NiTi) Teller

1994 yılında Rohit Sachdeva ve Suichi Miyaski tarafından üretilen, ısı ile aktive olan ve sıcaklık geçiş aralığı vücut sıcaklığına çok yakın olan, NiTi tellerdir. Ormco firması tarafından Cu-NiTi olarak tanıtılmışlardır. Termal aktif NiTi teller %49,87 nikel, %42,99 titanyum, %0,5 krom ve %5,64 bakır içermektedir. Eklenen bakır sayesinde yükleme sırasında oluşan stres azalır ve tel daha kolay ligatüre edilebilir (Kapila ve Sachdeva 1989). Çizelge 1.6'da SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin içerikleri gösterilmektedir.

Çizelge 1.6. SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin içerikleri.

Tel Alaşımı	İçerik (%)
SE-NiTi	%55Ni, %45Ti, eser miktarda Cu veya diğer madenler
Cu-NiTi	%49,87 Ni, %42,99 Ti, %0,5 Cr ve %5,64 Cu

NiTi teller, en sık kullanılan seviyeleme arklarıdır. Bakır, nikel, titanyum ve kromun dördü bileşeni olan Cu-NiTi'ler ise diş hareketinin etkinliğini arttırmaktadır (Gravina ve ark 2014).

Çok iyi geri yaylanma özelliği gösteren Cu-NiTi ark telleri, uzun aktivasyon aralıklarında daha sabit kuvvet üretecek şekilde çalışır ve kalıcı deformasyona daha dirençlidirler (Kusy 1997).

Alaşımın içeriğine bakır eklenmesi, telin mekanik özelliklerini etkilemiştir. Histerezisi, yani deformasyondan önceki haline dönmek için harcadığı efor azalmıştır. Şekillendirilebilirlik, martensitik faza geçiş sıcaklığı gibi özellikleri konvansiyonel NiTi'lerden farklıdır (Fernandes ve ark 2011). Geçiş sıcaklığı ve uyguladığı kuvvet daha stabil olduğu için hafif ve devamlı kuvvet uygularlar. Bu sayede hiyalinizasyon, nekroz, kök rezorpsiyonu ve ankraj kaybı gibi komplikasyonlara daha nadir rastlanmaktadır (Biermann ve ark 2007).

Gil ve Planell (1999) yaptıkları çalışmada, bu ark tellerinin klasik NiTi'den daha stabil kuvvet uyguladığını ve deformasyona daha dirençli olduklarını

belirtmişlerdir. Tosun (1999) doku harabiyeti yapmadan dış hareketi gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir.

Cu-NiTi teller 15°C, 27°C, 35°C ve 40°C olmak üzere dört farklı geçiş sıcaklığında aktive olacak farklı formlar şeklinde, kullanıma uygun seçilmek üzere üretilmektedirler. Geçiş sıcaklığı ile ağız ortamının sıcaklığı arasındaki fark, telin uygulayacağı kuvveti belirler. Ağız ortamının yaklaşık 36°C olduğunu varsayarsak, 27°C'lik telin uygulayacağı kuvvet, 40°C'lik telin uygulayacağı kuvvetten daha fazla olacaktır. Hastanın ağrı eşiği, periodontal durumu, uygulanmak istenen optimum kuvvet miktarı tel seçiminde önem kazanmaktadır (Tosun 1999, Spini ve ark 2014).

Bu teller, oda sıcaklığı kabul edilen 25°C'de martensit fazda bulunurlar. Bu fazda yumuşak ve kolay şekil verilebilir halde oldukları için kolaylıkla ligatüre edilirler. Ağız ortamında sıcaklığın artması ile ostenit yapıdaki kristallerin oranı artar ve tel daha sert bir hal alır (Yoneyama ve ark 1993, Santoro ve ark 2001).

Bu tellerde, sıcaklık değişimine bağlı olarak ilk şekline dönebilme, yani gerçek şekil hafızası özelliği vardır. Bu özellik katıdan katıya faz değişimi şeklindedir ve bu faz değişimi şekil hafızalı NiTi tellerde ısı, SE-NiTi'lerde ise stres ile olur (Brantley ve Eliades 2001).

Literatürde metalik bakır yüzeylerde, bakteri, virüs ve mayaların hızlıca öldüğü gösterilmiştir. Bakırın antimikrobiyal özelliği bulunmaktadır (Grass ve ark 2011).

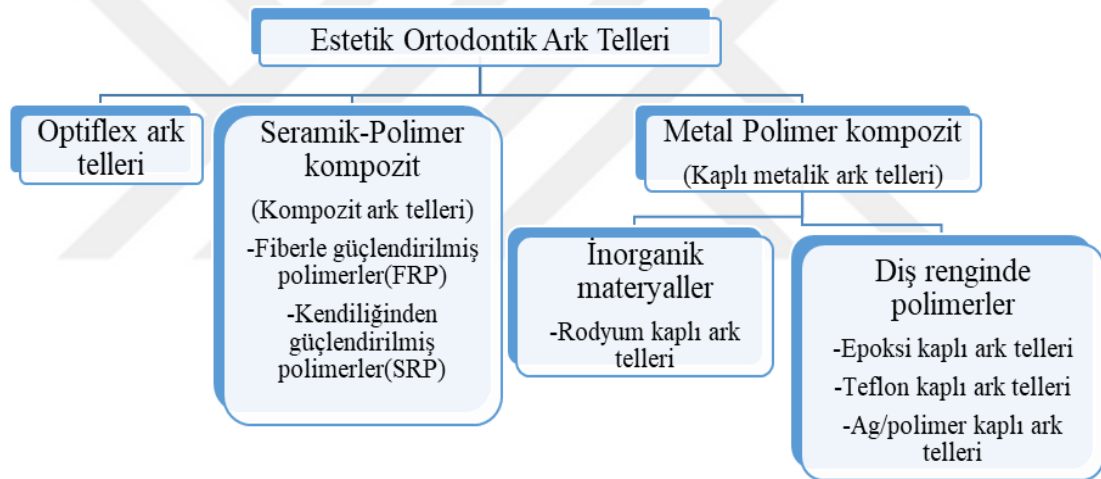
Gravina ve ark (2014), taramalı elektron mikroskobu ile SE-NiTi tellerle Cu-NiTi tellerin yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, Cu-NiTi tellerin yüzey pürüzlülüğünü daha fazla bulmuşlardır.

Mikrobiyal dental plak adezyonu, ark tellerinin yüzey pürüzlülüğü ile yakından ilişkilidir (Espinosa ve ark 2018). Cu-NiTi ark telleri, NiTi ark tellerine göre, daha fazla *S.mutans* adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü göstermektedir (Abraham ve ark 2017).

Estetik Ark Telleri

Uzun yıllardır ortodonti pratiğinde kullanılan ark tellerini, estetik olarak daha kabul edilebilir hale getirmek amacıyla diş renginde üretilen teller, estetik ark telleri olarak adlandırılırlar. Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde ortodontik ark tellerinin yüzey özellikleri çeşitli yöntemlerle modifiye edilmiş, estetik, mekanik ve biyolojik özelliklerinin değişmesi sağlanmıştır. Böylece hastaların estetik kaygıları en aza indirilmiş, nikel varlığında, nikel alerjisinin engellenmesi, sürtünmenin ve bakteriyel plak akümülyasyonunun azaltılması hedeflenmiştir (Wichelhaus ve ark 2005).

Estetik ark tellerinin sınıflandırılması Şekil 1.1’ de gösterilmektedir (Singh 2016).



Şekil 1.1. Estetik ortodontik ark tellerinin sınıflandırılması (Singh 2016).

Estetik ark tellerinde bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendiren birçok çalışma yapılmış, yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Bu nedenele kaplama materyallerinin ve üretim tekniğinin önemli olduğuna dikkat çekilmiştir (Taha ve ark 2016). Kaplamalı ark tellerinde bakteri adezyonu kaplamasız metal ark tellerine göre daha az bulunmuştur (Polke ve ark 2020, Venkatesan ve ark 2020).

1.7. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ve Real-Time PCR

Sabit ve hareketli ortodontik apareylerin çevresinde yerleşen karyojenik mikroorganizmaların prevalansının belirlenmesi, özellikle çürüğe yatkın bireylerde diş çürüğü oluşumu riskinin, erken dönemde ortaya konması ve çürük önleyici programların planlanması açısından oldukça önemlidir. Geçmişte ortodontik apareylerin çevresinde bulunan bu mikroorganizmaların varlığını araştıran çalışmalarda, sıklıkla mikrobiyolojik kültür metodu kullanılmıştır (Brêtas ve ark 2005, Türkkahraman ve ark 2005, Lessa ve ark 2007, Lim ve ark 2008, Magno ve ark 2008, Pandis ve ark 2010, Peros ve ark 2011). Ancak bu metod, zaman alıcı ve oldukça zahmetlidir, ayrıca hatalı sonuçlar elde edilebilir. Günümüzde bu dezavantajları olabildiğince engellemek için polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. PCR örnek içerisindeki çok az sayıda mikroorganizmayı bile belirleyebilen, oldukça hassas bir uygulamadır. Spesifik DNA fraksiyonları kullanarak, basit ve hızlı bir şekilde mikroorganizmaların tanımlanması ve tespit edilmesini sağlamaktadır (Brecx ve ark 1981, Igarashi ve ark 2000).

1983’de Mullis tarafından geliştirilen PCR, moleküler biyolojinin en önemli keşiflerinden biri olarak kabul edilir. Bu yöntemin kullanılması ile herhangi bir mikroorganizmanın herhangi bir geni kolaylıkla izole edilebilmektedir. Bu sayede gen ve genom çalışmaları hız kazanmıştır (McPherson ve Moller 2000).

PCR, hastalardan alınan numunelerin içinde, belirlenen tür mikroorganizmanın nükleik asitlerinin var olup olmadığını belirler. Nükleik asitlerin in vitro çoğaltılmasını ve yüksek duyarlılıkla belirlenmesini sağlar. Yani canlı hücrede meydana gelen DNA replikasyonunu tüp içerisinde taklit eder (Pınar ve ark 2009).

PCR, belirli uzunluktaki DNA fragmanlarının in vitro replikasyonu ve 25-35 siklusa, DNA polimeraz enziminin hedef DNA’yı in vitro olarak çoğaltması şeklinde gerçekleşir (McPherson ve Moller 2000).

PCR yöntemi tekrarlanan 3 basamaktan oluşmaktadır:

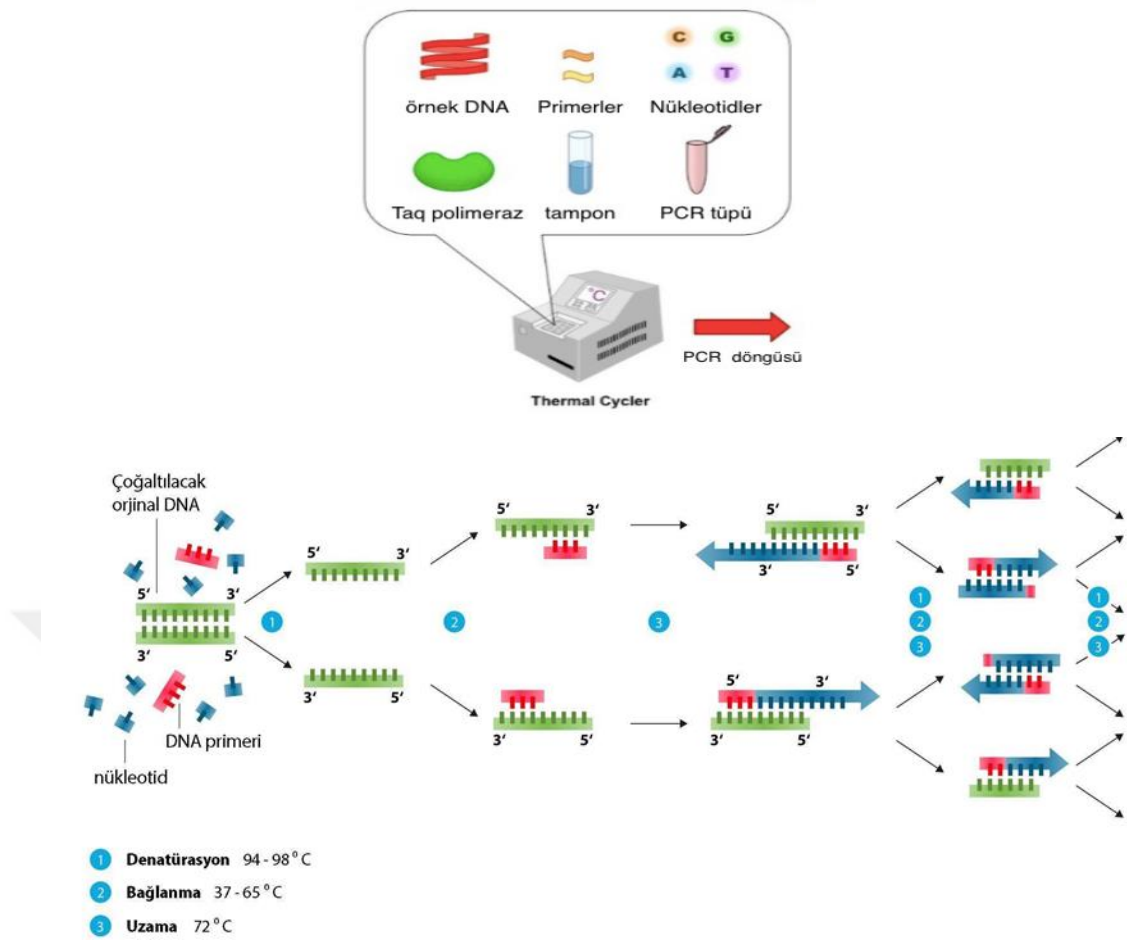
1.basamak (denatürasyon): Örnekteki DNA çift sarmalına 0.5-2 dakika 94-95°C gibi yüksek ısı uygulanması ile zincirlerin birbirinden ayrılması sağlanır.

2.basamak (hibridizasyon): Primerlerin bağlanması aşamasıdır. Birbirinden ayrılmış DNA zincirlerine, 55-60°C’de sentetik primerlerin bağlanması gerçekleşir. Bu primerler yaklaşık 20 nükleotit uzunluğundadır. Hibridizasyon için 0.5-2 dakika yeterli bir süredir.

3.basamak (polimerizasyon): Primerlerin uzaması aşamasıdır. Zincir uzaması 70-75°C’de gerçekleşir (McPherson ve Moller 2000, Birben 2006).

Bu 3 basamaklı işleme amplifikasyon denir ve bu basamakların tekrarlayarak çalıştırılması halinde, birkaç saat içerisinde istenen DNA fragmanının milyonlarca kopyası üretilir. Ürünün değerlendirilmesi, kopyaları çıkarılan primerlerin arasında kalan bölgenin jel üzerinde ya da amplifikasyon yapılan bölgeye tamamlayıcı problemlerin hibridizasyonu ile yapılır (McPherson ve Moller 2000).

Bu reaksiyonun gerçekleşmesi için reaksiyon tüpünde, mikroorganizmaya özgül primer dizileri, DNA zincir sentezi için gerekli nükleotidler (A, G, C, T), ko-faktör olarak Mg iyonları ve ısıya dayanıklı polimeraz enzimi yer almalıdır. DNA’nın in vitro olarak çoğaltılabilmesi için gereken sıcaklık kontrolü, otomatize ısı kontrol cihazlarında (thermal cycler) yapılmaktadır (Kubista ve ark 2006). Şekil 1.2’de PCR komponentleri ve reaksiyonu şematize olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2. PCR komponentleri ve siklusunun şematize gösterimi.

Diş hekimliğinde PCR, gen mutasyonları ve varyasyonlarının belirlenmesinde, ağız florasının incelenmesinde ve mikroorganizmaların kantitatif olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Itagaki ve ark 2004, Saygun ve ark 2004).

Klasik PCR'ın avantaj ve dezavantajları Çizelge 1.7'de anlatılmıştır (Schochetman ve ark 1988, Walker ve Dougan 1989, Çevik 1994, Çetinkaya ve Ayhan 2012).

Çizelge 1.7. PCR’ın avantaj ve dezavantajları (Schochetman ve ark 1988, Walker ve Dougan 1989, Çevik 1994, Çetinkaya ve Ayhan 2012).

Avantajlar	Dezavantajlar
• Hızlı ve özgüldür. • Eskimiş, kurumuş, az miktarda DNA örneği ile uygulanabilir. • Toksin oluşturan etkenlerin ve saptanması güç toksinlerin, bakteri alt tiplerinin ve laboratuvar koşullarında üretilmesi güç virüslerin teşhisinde kullanılabilir. • Antibakteriyellere direnci olan bakterilerin saptanmasına uygundur. • Babalık testi, popülasyon genetiği ve epidemiyolojik çalışmalara kadar oldukça geniş kullanım alanı vardır.	• Deneyim gerektirir. • Cihaz ve malzemeleri oldukça pahalıdır • Ortamdaki istenmeyen DNA’nın primer ile ortak dizilime sahip olma riski vardır.

PCR’ın kontaminasyon riskinin fazla olması, aynı anda fazla sayıda klinik örnekle çalışılamaması, sağlıklı kantitasyon değerlendirmesinin mümkün olmaması gibi dezavantajları nedeniyle Higuchi ve ark 1992 yılında real-time PCR yöntemini geliştirmişlerdir (Kubista ve ark 2006).

Real-time PCR’da, nükleik asit amplifikasyonu ile birlikte artış gösteren floresan sinyali ölçülerek sayısal değerler elde edilebilmektedir. Sıcaklık döngüleri ve floresan okunması aynı cihaz ve tüp içerisinde gerçekleştiği için hedef bölge elektroforeze ihtiyaç olmadan kısa sürede belirlenmektedir. Hem çoğalma, hem de çoğaltılan ürünlerin belirlenmesi aynı cihazda yapıldığı için zaman tasarrufu sağlanmıştır. Tüpler tekrar açılmadığı için kontaminasyon riski daha azdır. Amplifikasyon sonrası elde edilen ürünün saptanmasında, özgül olmayan bir yöntem olan çift zincirli DNA boyaları ya da diziye özgül probalar kullanılabilir (Arya ve ark 2005, Pınar ve ark 2009).

Real-time PCR’ın avantajları Çizelge 1.8’de anlatılmıştır (Pınar ve ark 2009).

Çizelge 1.8. Real-time PCR'in avantajları (Pınar ve ark 2009).

Real-time PCR'in avantajları
• Sıcaklık döngülerinin hızlı uygulanması ve saptamanın floresan ölçümü sayesinde eş zamanlı yapılabilmesi nedeni ile test süresinin azalması. • Harcanan emeğin azalması. • Çoğaltma ve saptamanın aynı tüp içerisinde yapılması ile kontaminasyon riskinin azalması. • Çok sayıda örnek çalışabilme olanağı. • Prob kullanımı ile özgüllüğün artırılması. • 'Log faz analizi' sayesinde kantitasyonun daha sağlıklı yapılabilmesi.

Real-time PCR, 'kinetik PCR', 'homojen PCR', 'kantitatif real-time PCR', 'floresan sayımsal PCR', 'izlenebilir PCR' gibi farklı isimlerle de anılmaktadır (Günel 2007, Kubista 2008).

1.8. Atomik Kuvvet Mikroskobu

Yüzey pürüzlülüğü, ortodontik tellerin korozyon sonrasında renklenmesine bağlı olarak, estetiğinin bozulması ile birlikte, sürtünme katsayısını etkileyerek kaydırma mekaniklerinin performansını %50 ya da daha fazla oranda azaltabilmektedir (Drescher ve ark 1989). Ayrıca, adezyon alanlarını genişleterek ve bakteri kolonilerinin dağılmasını engelleyerek, bakteri adezyonunu da arttırabilmektedir (Chun ve ark 2007, Lee ve ark 2009).

Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için genellikle yüzey profilometresi kullanılmaktadır. Bu teknikte, ince bir iğne, tek bir çizgi üzerinde belirlenmiş bölgenin yüzey topografisini taramaktadır. Ancak bu yöntemde, belirlenen bölgeye komşu alanlardaki defektler belirlenememekte ve bu işlemin invaziv çalışma prensibi dolayısı ile yüzeye zarar verilebilmektedir (Bourauel ve ark 1998).

Optik yöntemler ise tarama bölgesine zarar vermeyen yüzey pürüzlülüğü inceleme yöntemlerindendir. Elipsometri, interferometri, noktasal interferometri, açısız saçılma dağılım optik yöntemler arasında sayılabilir. En kolay ve hızlı optik yöntem ise lazer yansıtıcı reflektanstır. Bu metodu kullanan Taramalı sondalı mikroskopi (SPM), subatomik düzeyde bir yüzeyin yapısını görüntüleyebilmektedir. Bu mikroskop, taramalı tünelleme mikroskobu (STM), atomik kuvvet mikroskobu

(AFM) ve manyetik kuvvet mikroskobu (MFM) gibi farklı tiplerde olabilmektedir. Ölçüm alanlarının belirlenmesinde en fazla çeşitlilik sunan ve yüzey topografisini incelemeye en uygun olan mikroskop AFM'dir (Vorbürger ve Teague 1981, Binnig ve ark 1986, Wickramasinghe 1990, Bourauel ve ark 1998).

AFM çok yüksek çözünürlüklü taramalı tünelleme mikroskobudur. AFM'nin öncülü olan taramalı tünelleme mikroskobu 1980'li yılların başında Binnig ve Rohrer tarafından geliştirilmiştir. AFM, örnek yüzeyinde oluşturulan atomik kuvvet alanının haritalama yapması metodu ile çalışmaktadır (Kubinek ve ark 2007).

AFM, yüzey analizi için kullanılan uç ile, analizi yapılan yüzey arasındaki atomik etkileşimleri kullanarak, yüzeyin yüksek hassasiyetle (angström seviyesinde), 100-150 µm aralığında ölçülebilmesini sağlamaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, yüzeyde var olan düzensizlikler ve bu düzensizliklerin sıklığı AFM ile oldukça yüksek hassasiyetle belirlenebilmektedir (Oura ve ark 2013).

AFM, vakuma ihtiyaç duymaması, hava ve sıvı ortamlarda çalışabilmesi, incelenecek örneğin kaplanmasına gerek olmaması ve oldukça yüksek çözünürlükte görüntü sağlayabilmesi ile diğer yüzey pürüzlülüğü analizlerinden daha avantajlıdır. Ancak görüntü kalitesinin, mikroskobun tarayıcı ucunun eğrilik yarıçapına bağlı olması, piezoelektrik maddelerden etkilenmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Oura ve ark 2013).

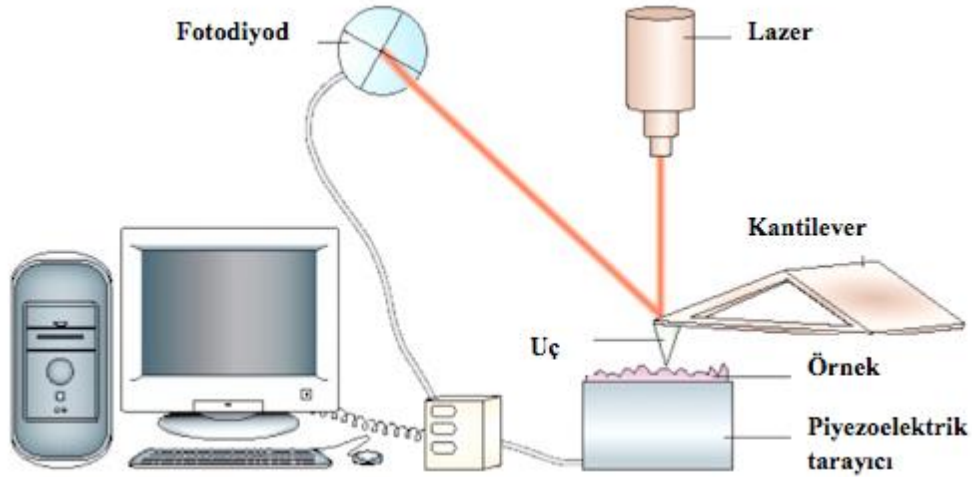
AFM ile yüzey pürüzlülüğü ölçülürken, en sık kullanılan değer aritmetik ortalama pürüzlülük değeridir (Ra). Bu değer, RMS (root mean square) ve Rmax ölçülerek belirlenir ve eksene olan tüm mesafelerin aritmetik ortalamasıdır. Rmax, pürüzlülük profilinde en tepe nokta ile en çukur nokta arasındaki mesafedir. RMS ise yüzeyin en üst ve en alt noktalarının ortalamasıdır. Belirlenen RMS değeri Ra ile orantılıdır.

Yüzey pürüzlülüğünün incelendiği ortodonti çalışmalarında, genellikle yüzeyin aritmetik ortalama pürüzlülüğü (Ra değeri, µm cinsinden) ya da ortalama pürüzlülük değerinin karesinin karekökü (RMS ya da Rq, µm cinsinden) değerlendirilmektedir (Bourauel ve ark 1998, D'Antò ve ark 2012).

AFM, diğer optik mikroskoplardan farklı olarak, yüzeyi ışık yerine iğne uç ile tarar. Bu iğne uç ile yüzey atomları arasındaki etkileşim sonucu, yüzey topografisini angström seviyesinden, 100 µm'a kadar ölçebilmektedir. AFM ile çok çeşitli yüzeylerden (metal, polimer, seramik, biyomolekül, hücre vb.) yüksek çözünürlükte görüntü elde edilebilmektedir (Jandt 2001).

AFM, kantileverdeki iğne ucun materyal yüzeyinde hareketi sonucu, iğne uç ve yüzey arasındaki $10^{-11} - 10^{-6}$ Newton (N) kadarlık itme-çekme kuvvetlerini ölçmektedir. Ölçülen farklı itme-çekme kuvvetleri değerleri ile örnek yüzeyinin topografik görüntüsü bilgisayara aktarılmaktadır (Yıldırım ve ark 2016).

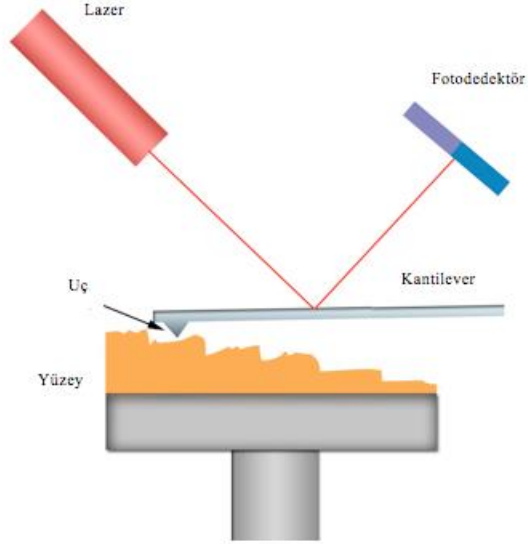
Şekil 1.3'de atomik kuvvet mikroskobunun mekanizması şematize edilmiştir (Yıldırım ve ark 2016).



Şekil 1.3. AFM mekanizması (Yıldırım ve ark 2016).

İğne uç, incelenen materyal üzerinde hareket ettirilirken, uç ile örnek arasındaki atomik kuvvetler, kantileverin (denge çubuğu) hareketi sonucu olarak ölçülmektedir. Lazer kaynağından gelen ışın, kantileverden fotodedektöre yansıtılır ve fotodedektör bu ışının pozisyonunu belirleyerek yaklaşık 0,1 angstromluk değişimleri bile ayırt edebilmektedir. Kantileverin, x,y,z doğrultularındaki hareketi bilgisayara aktarılarak materyalin topografisi üç boyutlu olarak çıkarılabilir (Yıldırım ve ark 2016).

Şekil 1.4'de AFM'nin yüzey tarama mekanizması şematize edilmiştir (Yıldırım ve ark 2016).



Şekil 1.4. AFM yüzey tarama mekanizması (Yıldırım ve ark 2016).

AFM'nin, temas modu, temas olmayan mod ve titreşim modu olmak üzere 3 farklı çalışma prensibi vardır.

1) Temas modu (contact mode): AFM'nin ilk jenerasyonudur. Kantilever ucundaki iğne, incelenen yüzeye az da olsa temas ettiği için, yüzeyde hasara ve hatalara sebep olabileceğinden pek tercih edilmemektedir.

2) Temassız mod (non-contact mode): Bu modda iğne materyal yüzeyine temas etmez. İnceleme için atomik kuvvetlerden yararlanılır. Böylece materyalin zarar görmesinin önüne geçilmiş olur.

3) Titreşim modu (tapping mode): Faz görüntüleme adı verilen bir yöntem kullanılır. Kantileverin faz açısı değiştirilerek diğer modlara göre daha detaylı görüntü alınması sağlanır. Ancak görüntü kalitesi, materyalin yüzey özellikleri, viskoelastikliği ve kimyasal yapısına göre değişmektedir. Bu modda incelenen materyalin homojenitesi yansıtılabilmektedir (Yıldırım ve ark 2016).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Bireyler

Çalışmamıza, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi için başvurmuş, çekimsiz sabit tedavi planlanarak, standart 0,022"x0,028" slot 'Maestro® Low-Profile Bracket System' (Ortho Organizers, Henry Schein, ABD) metal braketler ile tedavisine başlanmış ve dişlerinin seviyelenmesi tamamlanmış, 12-18 yaş aralığında, 20 gönüllü birey dahil edilmiştir.

Çalışmamıza başlamadan önce Selçuk Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'nın 27.02.2020 tarih ve 2020/07 sayılı kararı uyarınca gerekli izin alınmıştır (Bkz. Ek-A). Ayrıca araştırmamız, gerekçe, amaç ve yöntemleri dikkate alınarak, 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince de değerlendirilmiş, Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezde başlaması uygun bulunmuştur (Bkz. Ek-B). Hasta ve hasta velileri çalışma hakkında bilgilendirilerek gönüllü onam formları alınmıştır (Bkz. Ek-C).

Çalışmamızdaki örnek sayısı belirlenirken, Lima ve ark (2019) çalışmalarındaki mikroorganizma miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri (μ_1 : 11,80; μ_2 : 9,28; σ : 2.13) kullanılmıştır. Buna göre; gruplar arası $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde örnek sayısı 16 olduğunda % 90'dan fazla güç saptanmıştır. Olası örnek kayıpları göz önüne alındığında örnek sayısı 20 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda hastaların ağız bakımlarını sağlama ve idame ettirme gibi farklılık yaratabilecek değişkenlerin eliminasyonu amacı ile 'Statistical Package for Social Sciences' (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) programında rassal sayılar türetilerek randomizasyon yapılmıştır. 1'den 20'ye kadar numaralandırılan hastalara, 1 ya da 2 olmak üzere, rastgele sayılar atanmıştır. 1 geldiğinde SE-NiTi ark teli üst çeneye, Cu-NiTi ark teli alt çeneye ve 2 geldiğinde Cu-NiTi ark teli üst çeneye, SE-NiTi ark teli alt çeneye olacak şekilde uygulanmıştır. Bireylere ark tellerinin özellikleri hakkında bilgi verilmemiştir.

Çalışmamız prospektif, randomize, split mouth (bölünmüş ağız çalışması) olarak planlanmıştır. Değerlendirilecek parametreler; mikrobiyal tutulum, yüzey pürüzlülüğü ve aralarındaki korelasyon olarak belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, ark telleri hastalarda kullanılmadan önce (T0) ve 1 ay kullanıldıktan sonra (T1) AFM ile değerlendirilmiştir. Mikrobiyal tutulum için ise, ark telleri hastalarda 1 ay kullanıldıktan sonra (T1), *S.mutans* ve *L.casei* miktarları PCR ile incelenmiştir.

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Daimi dentisyonda olması
- Diş eksikliği olmaması (3. molar dişler hariç)
- 0,022"x0,028" slot 'Maestro® Low-Profile Bracket System' (Ortho Organizers, Henry Schein, ABD) metal braketler ile tedavisine başlanmış ve seviyelenmesinin tamamlanmış olması
- Aktif çürük, restorasyon, kaplama, kırık, periodontal hastalık olmaması
- Çekimsiz sabit tedavi planlanmış olması
- Sistemik hastalığı olmaması
- Oral hijyenin yeterli olması
- Son 3 ayda antibiyotik ve antimikrobiyal gargara kullanmamış olması
- Sigara kullanmıyor olması
- Daha önceden ortodontik tedavi görmemiş olması
- Sağ elle fırçalama yapıyor olması.

Bireylerin çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Herhangi bir sendrom varlığı
- Kötü alışkanlık varlığı (dil itimi, parmak emme gibi)
- Sigara kullanımı
- Diş eksikliği olması
- Hasta ve/veya velisinin onam vermemesi
- Kronolojik yaşı 12-18 yaş aralığında olmaması
- Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmüş olması
- Oral hijyenin kötü olması
- Randevularına düzenli gelmemesi.

Çalışmamıza 12 kız, 8 erkek olmak üzere, yaş ortalaması $14,7 \pm 1,2$ yıl olan 20 birey, gönüllülük esasına göre dahil edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalar tek bir hekim tarafından tedavi edilmektedir. Başlangıç seviyelemesi tamamlanmış olan hastalarda, 0,019"x0,025" köşeli ark teline geçileceği seansta, 1 haftalık arınma süresi verildikten sonra, hastalara randomizasyona göre belirlenen ark telleri uygulanmıştır. 0,019"x0,025" SE-NiTi ark teli (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) 10 hastada üst, 10 hastada alt çeneye ve 0,019"x0,025" Cu-NiTi ark teli (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) 10 hastada üst, 10 hastada alt çeneye uygulanmıştır. T0 zamanında uygulanmış olan ark telleri, 1 ay sonra (T1) çıkarılarak PCR ve AFM ile incelenmesi için gerekli merkezlere gönderilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmamızda 0,019"x0,025" SE-NiTi ve Cu-NiTi (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) ark telleri kullanılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Çalışmada kullanılan ark telleri: SE-NiTi ark teli ve Cu-NiTi ark teli.

Çalışmamızda AFM ile inceleme T0 ve T1 olmak üzere 2 zamanlı yapılmıştır. Teller hastaya uygulanmadan önce steril edilmiştir. T0 zamanında mikrobiyal tutulum olmayacağı için PCR incelemesi T1 zamanında, tek zamanlı olarak yapılmıştır.

Klinik süreçte uygulanan çalışma planı şöyledir:

- Hastalar mevcut ark telleri çıkarılarak, arınma süreci için 1 hafta, ağızlarında sadece braketler kalacak şekilde bırakılmıştır. Bu süreçte, verilen ağız bakım eğitimine uyacak şekilde, günde 3 kez, standart “Colgate” marka diş macunu ve diş fırçası ile 3'er dk diş fırçalamaları istenmiştir. Bu arınma süreci ile bireylerin ağız içi mikrobiyolojik ortamlarının mümkün olduğunca standardize edilmesi hedeflenmiştir.
- T0 zamanında; 0,019"x0,025" SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri, hastalara uygulanmadan, başlangıç yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi için AFM ile incelemeye gönderilmiştir. İncelemeden gelen teller steril edildikten sonra, dezenfekte edilmiş ekartörler ile hastaların dudak ve yanakları ekarte edilerek yerleştirilmiş ve steril kısa tel ligatürler ile bağlanmışlardır.
- T1 zamanında; SE-NiTi ya da Cu-NiTi ark tellerinin uygulanmasından 4 hafta sonra, ark telleri çıkarılarak, telin yarısı PCR, diğer yarısı ise AFM ile incelemeye gönderilmiştir.

2.2.1. Oral Hijyen Eğitimi Verilmesi

Çalışmamızdaki bütün bireylerden detaylı anamnez alındıktan sonra, standart bir oral hijyen eğitimi verilmiştir. Modifiye Bass Tekniği diş fırçalama yöntemi sözlü ve görsel olarak anlatılmıştır (Şekil 2.2).



İKİNCİ ADIM



- Fırçayı dişlerinizin çiğneme yüzeylerine yerleştirin ve 10 kez ileri geri hareketlerle fırçalayın.

ÜÇÜNCÜ ADIM



- Ön dişlerinizin iç yüzeylerini temizlemek için, fırçayı dik tutun ve fırçanın ucuyla 10 kez aşağı yukarı yumuşak hareketlerle fırçalayın .

Şekil 2.2. Resimli Oral Hijyen Eğitimi (Baka 2013).

Bu yönteme göre diş fırçası, dişin uzun aksına 45°'lik açı yapacak şekilde, diş ile dişeti birleşimine yerleştirilmekte, diş etinden dişe doğru süpürme hareketi ile fırçalama yapılmaktadır. Dişlerin iç ve dış yüzeyleri bu şekilde temizlendikten sonra, çiğneme yüzeyleri de ileri geri hareketler ile temizlenmektedir. Bu teknikle diş eti kenarındaki plak ve subgingival plak da kaldırılmaktadır (Thienpont ve ark 2001). İdeal bir temizlik sağlanabilmesi için, süpürme hareketi her diş için en az 10 defa tekrarlanmalıdır (Poyato-Ferrera ve ark 2003).

Oral hijyen eğitimini takiben tüm hastalara “Colgate” marka diş fırçası ve diş macunu (Şekil 2.3) verilerek, çalışma süresince günde 3 defa, 3’er dk dişlerini bu fırça ve macun ile fırçalamaları istenmiştir. Başka herhangi bir ağız bakım ürünü kullanmamaları söylenmiştir. Randevularına gelirken, kendilerine verilen diş fırçası ve diş macununu yanlarında getirmeleri istenmiştir.



Şekil 2.3. “Colgate” diş fırçası ve diş macunu

2.2.2. Arınma Süreci

Çalışmamızda yer alan bireylerin mevcut ark telleri çıkarılmış ve arınma süreci için, 1 hafta boyunca ağızlarında sadece braketler bırakılmıştır (Şekil 2.4). Bu süreçte hastaların, verilen oral hijyen eğitimine uygun olarak, günde 3 kez ve 3’er dk diş fırçalamaları istenmiştir. Bu arınma süreci ile bireylerin mikrobiyolojik ortamlarının olabildiğince standardize edilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 2.4. Arınma sürecindeki hasta görünümü.

2.2.3. Ark Telinin Uygulanması

Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalarda 0.022"x0.028" slot 'Maestro® Low-Profile Bracket System' (Ortho Organizers, Henry Schein, ABD) metal braketler kullanılmıştır (Şekil 2.5). Dental arkları 0,019"x0,025" köşeli ark teli uygulamaya elverişli durumdadır.



Şekil 2.5. 0.022"x0.028" slot 'Maestro® Low-Profile Bracket System'.

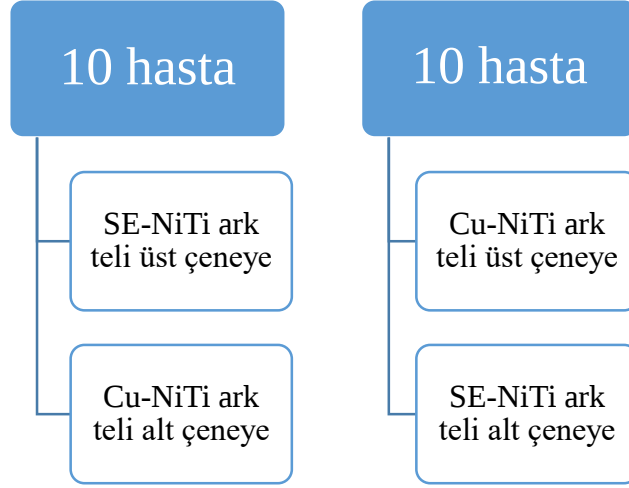
Arınma süreci tamamlanan hastalardan, ark telleri takılmadan önce, klinikte dişlerini daha önce öğretildiği şekilde tekrar fırçalamaları istenmiştir. 3 dk dişlerini fırçaladıktan sonra braketleri kontrol edilmiş, kopmuş herhangi bir brakete rastlanmamıştır. Yapılan randomizasyona göre belirlenen teller, tek uygulayıcı tarafından, dental arklara dikkatlice yerleştirilmiştir.

Dezenfekte edilmiş plastik ekartörler ile dudak ve yanaklar ekarte edilerek, steril edilmiş 0,019"x0,025" SE-NiTi ve Cu-NiTi (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) ark telleri yapılan randomizasyona göre hastalara uygulanmıştır. Ark telleri, braketlere, steril edilmiş 0,010" çapında paslanmaz çelik tel ligatürler ile bağlanmıştır (Şekil 2.6). Standardizasyonu sağlamak amacıyla çalışma boyunca, oral hijyeni olumsuz etkileyebilecek chain veya 8 ligatür gibi ilave herhangi bir materyal uygulanmamıştır. Hastaların elastik kullanımları durdurulmuştur.



Şekil 2.6. Ark telinin paslanmaz çelik tel ligatürler ile bağlanması.

Çalışmamız, bölünmüş ağız çalışması olarak tasarlandığından, çalışmamıza dahil edilen 10 bireyde SE-NiTi ark teli üst çeneye, Cu-NiTi ark teli alt çeneye, diğer 10 bireyde ise Cu-NiTi ark teli üst çeneye, SE-NiTi ark teli alt çeneye olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Bölünmüş ağız çalışması dizaynı.

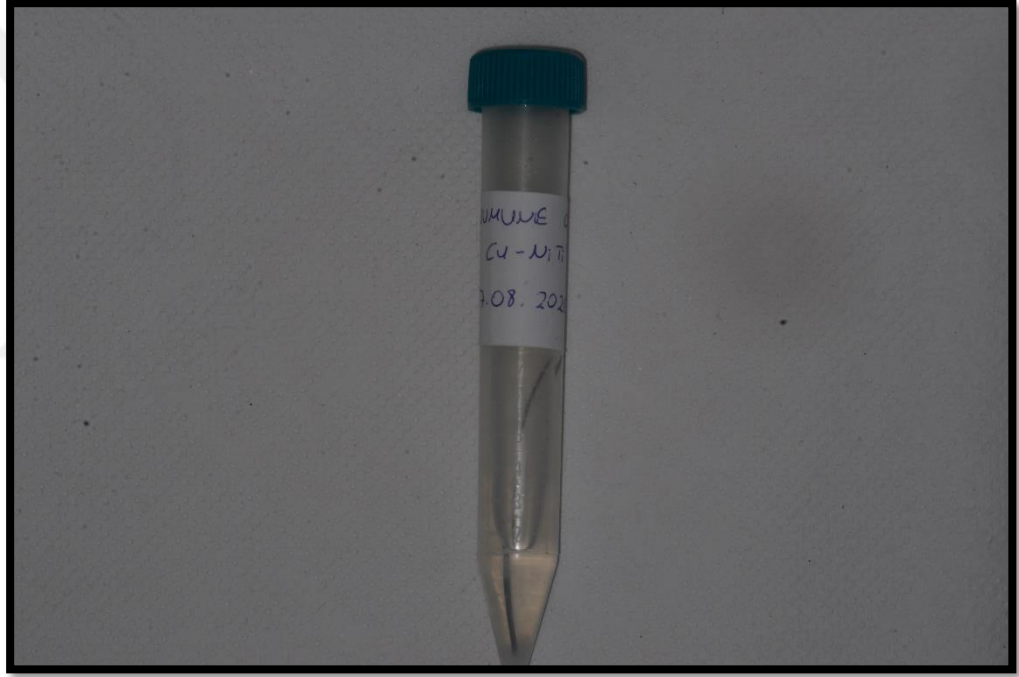
2.2.4. Ark Telinin Çıkarılması

Hastalar, 4 hafta sonraki randevularından bir gün önce telefonla aranmış, sabah kahvaltı yapmadan ve dişlerini fırçalamadan gelmeleri istenmiştir. Ark telini sökerken, dudak ve yanakları ekarte etmek için dezenfekte edilmiş plastik ekartörler kullanılmıştır. Ağızdaki tel ligatürler, steril düz kesici ile uzaklaştırılmıştır. Ark telleri yanak ve dudak mukozasına temas ettirilmeden, steril how pensi ile uzaklaştırılmıştır (Şekil 2.8).



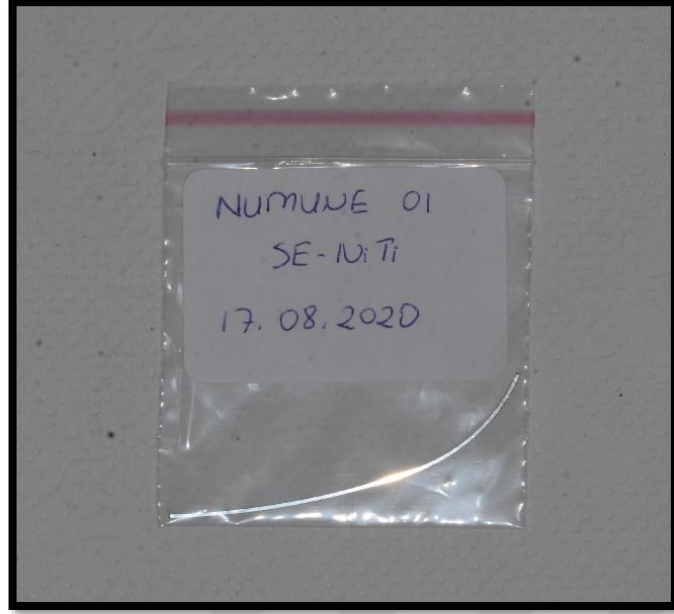
Şekil 2.8. Ark telinin uzaklaştırılması.

Ardından, ark telleri steril distal kesici ile orta hat çizgisinden iki parçaya ayrılmıştır. Yanak mukozası ve dudağa temas ettirilmeden çıkarılan ark telinin bir yarısı, PCR ile incelenmek üzere, hastanın numarası, ark telinin ismi ve tarih yazılarak, 10 ml steril fosfat tampon çözeltisi içeren saklama tüpleri içerisine konulmuştur (Şekil 2.9). Örnekler mikrobiyolojik değerlendirmeye kadar -80°C’de saklanmıştır. Örnekler, bakterilerin DNA izolasyonlarının yapılması için soğuk zincir altında, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı’na ve PCR ile değerlendirilmeleri için ise REFGEN Gen Araştırmaları ve Biyoteknoloji laboratuvarına gönderilmiştir.



Şekil 2.9. PCR incelemesi için hazırlanmış örnek.

Ark telinin diğer yarısı, yüzeyindeki artıkların debridmanı için, önce akan su altında yıkanmış, daha sonra hava-su spreyi ile kurutulmuştur. Yüzey artıklarının temizlenmesi sırasında ark tellerinin yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olabileceği düşüncesi ile fırça kullanılmamıştır. Debridman işleminden sonra hastanın numarası, ark telinin ismi ve tarih yazılı olan etiketler yapıştırılan şeffaf kilitli poşetlere konularak AFM ile incelenmek üzere, Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi’ne transfer edilmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. AFM incelemesi için hazırlanan örnek.

2.2.5. Mikrobiyolojik Değerlendirme

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

DNA izolasyonu yapılmadan önce, -80°C’de saklanan falkon tüpündeki örnekler, oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletilmiştir. Steril fosfat tampon çözeltisinde bekletilen tellerin üzerindeki tüm materyalin sıvıya geçmesi için, falkon tüpleri aşağı yukarı yönlü olmak üzere 10-15 defa çalkalanmıştır. Bulanık bir renk aldığı görülen solüsyonlar, vorteks ile karıştırıldıktan sonra izolasyon aşamasına geçilmiştir.

S.mutans ve *L.casei* bakterilerinin DNA’sının çoğaltılması amacıyla PCR tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte 50µl’lik reaksiyon hacmi içinde 100 ng DNA, 5 µl 10X PCR tamponu, 1,25 ünite Taq polimeraz enzimi, 1 mM MgCl₂, 25 pmol/µl konsantrasyonda uygun primerler ve 5 µl 2mM dNTP solüsyonu ile karışım üzerine ddH₂O (distile su) eklenerek hacim 50µl’ye tamamlanmıştır.

Her iki reaksiyon da; 1 döngü 5 dk 95°C başlangıç denatürasyon sıcaklığında, 35 döngü 1 dk 95°C, 1 dk 60°C, 1 dk 72°C ve son olarak 1 döngü 7 dk 72°C son uzama koşullarında incelenmiştir. İki reaksiyon için de reaksiyon koşulları ve döngü sayıları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Real-time PCR koşulları.

Çoğaltılan Bölge	<i>S.mutans</i>	<i>L.casei</i>
Reaksiyon Koşulları (1 Döngü Sayısı)	95 °C 5 dk	95 °C 5 dk
Reaksiyon Koşulları (35 Döngü Sayısı)	95 °C 1 dk 60 °C 1 dk 72 °C 1 dk	95 °C 1 dk 60 °C 1 dk 72 °C 1 dk
Reaksiyon Koşulları (1 Döngü Sayısı)	72 °C 7 dk	72 °C 7 dk

Kantitasyon standartlarının oluşturulması

Kantitasyon çalışmalarını yapmak için, klonlama prosedürü kullanılarak hedef bakterilerdeki çoğaltılmış bölgeler klonlanmıştır. *S.mutans* ve *L.casei*'den pozitif elde edilen PCR amplifikasyonları, ayrı ayrı farklı plazmid vektörlere klonlanmıştır; rekombinant vektörler gerekli özellikleri taşıyan *Escherichia coli* (*E.coli*)'ye transforme edilmiştir. İnsersiyonun olup olmadığı, restriksiyon enzim analizi ve agaroz jel elektroforezi ile doğrulanmıştır.

Plazmidler, plazmid saflaştırma kitleri ile saflaştırılmıştır. İzole edilen plazmidler çoklu seyreltme spektrofotometri ile sayılmış ve moleküler kütle hesaplanarak temel alınmıştır. Hedef DNA'nın ölçümü daha önceki standartlara göre 10^x ten 10^y 'e kadar olan plazmid kopyalarının bir dizi 10 kat seri dilüsyonları ile yapılmıştır. *S.mutans* için 10^3 - 10^6 ve *L.casei* için 10^2 - 10^6 olarak belirlenmiştir. Dublikasyonda ve ortalama değerlerde kullanılan plazmid standartlar ve klinik örnekler bakteriyel yükün hesaplanmasında kullanılmıştır. Aşağıda bu işlemler sırasıyla yer almaktadır.

PCR amplifikasyonlarının Topo-XL vektörlerine klonlanması

PCR sonucu elde edilen amplifikasyon ürünleri Topo-XL vektörüne, üretici firmanın ‘*Topo-XL PCR Cloning*’ (Invitrogen, Kaliforniya, ABD) kiti içerisinde bulunan kullanma kitapçığındaki yöntem izlenerek klonlanmıştır.

Elde edilen PCR ürünleri, %1’lik agaroz jele yüklenerek, jelin yürütülmesinden sonra jel ekstraksiyonu yapılmıştır. 0,5 g agaroz 50 ml 1X TAE (Tris-Asetat-EDTA) tamponuyla karıştırılmıştır. Mikrodalga fırında agaroz eriyene kadar ısıtılmıştır. Fırından çıkarılmış ve 3 dk soğuması için beklenmiştir. 30 µl kristal violet boyası eklenmiş ve karıştırılmıştır. Tarak jel tabağına yerleştirilmiş ve jel dökülmüştür. Jel donduğunda tarak çıkarılmış ve üzerini kaplayacak kadar 1X TAE tamponu eklenmiştir. 40 µL PCR amplifikasyon ürünü 8 µl 6X kristal violet yükleme tamponu ile karıştırılmış ve jeldeki kuyucuklara yüklenmiştir. 80 voltta 30-40 dk yürütülmüştür. Beyaz ışık altında jelde bulunan DNA bantları görüntülenmiştir. İstenilen bant, bisturi yardımıyla jelden kesilip çıkarılmıştır. Çıkarılan parça küçük parçacıklara bölünerek 1,5 ml’lik bir ependorf tüpüne konulmuştur. Üzerine jelin hacminin (1mg yaklaşık 1µl gelmektedir) 2,5 katı kadar 6,6 M Sodyum iyodür (NaI) solüsyonu eklenmiş ve vortekslenmiştir.

Jel, 50°C’de tamamen eriyene kadar inkübasyona bırakılmıştır. Oda sıcaklığında toplam hacminin 1,5 katı kadar bağlanma tamponu (*binding buffer*) eklenmiş ve vortekslenmiştir. Elde edilen karışım *synaptosomal-associated protein* (SNAP) pürifikasyon kolonuna yüklenmiştir. Oda sıcaklığında 2000-3000 rpm’de 30 sn santrifüj edilmiştir. Altta kalan sıvı atılmış ve SNAP pürifikasyon kolonuna 400 µl 1X yıkama solüsyonu eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2000-3000 rpm’de 30 sn santrifüj edilmiştir. Altta kalan sıvı atılmış ve SNAP pürifikasyon kolonuna 800 µl 1X yıkama solüsyonu eklenmiştir. Altta kalan sıvı atılmış ve SNAP pürifikasyon kolonu boş olarak maksimum hızda 2 dk santrifüj edilmiştir. 40 µl Tris-EDTA (TE) tamponu filtrenin tam ortasına gelecek şekilde pipetlenmiş ve 1 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Oda sıcaklığında maksimum hızda santrifüj yapılarak DNA elüe edilmiştir. Jelden pürifikasyonu yapılan PCR ürününden 4 µl ve kanamisin direnç geni taşıyan PCR-XL-TOPO vektöründen 1 µl, 1,5 ml’lik steril bir ependorf tüpünde karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 5 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası 1 µl 6X TOPO *Cloning Stop* solüsyonu eklenmiş ve oda sıcaklığında

karıştırılmıştır. Tüpün çeperlerindeki sıvının aşağı çökmesi için hafifçe santrifüj edilmiş ve tüp buz üzerine koyulmuştur.

Transformasyon

Klonlama reaksiyonu ürününün 2µl'si '*One Shot Competent*' *E.coli* hücrelerine eklenmiş ve dikkatlice karıştırılmıştır. Buz üzerinde 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası 42°C'de 30 sn ısı şoku yapılmıştır. 30 sn sonrasında tüp hemen buz üzerine konulmuş ve 2 dk inkübasyona bırakılmıştır. Hücrelerin üzerine 250 µl *Super Optimal Broth* (SOC medyum) eklenmiş ve 37°C'de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Daha önceden hazırlanmış 50 µg/ml kanamisin içeren *Luria Bertani Broth*'a (katı LB besiyeri) 50-150 µl hücre yayılmış ve 37°C'de 1 gece inkübasyona bırakılmıştır.

Topo klonlaması sonrası plazmid ekstraksiyonu ve klonların analizi

Büyüyen koloniler steril bir kürdan yardımıyla kanamisin içeren 2 ml sıvı LB besiyerine aktarılmış ve 37°C'de 1 gece inkübasyona bırakılmıştır. Plazmid DNA ekstraksiyonu, üretici firmanın '*Plazmid DNA Purification*' (Macherey-Nagel, Almanya) kiti içerisinde bulunan kullanma kitapçığındaki yöntem izlenerek yapılmıştır. 37°C'de bir gece büyütülen kolonilerin 50 µl'si, pozitif klonların tekrar büyütülüp sonraki çalışmalarda kullanılabilmesi amacıyla dondurularak saklanmak üzere ayrı ayrı tüplere ayrılmıştır. Kalan hücreler 30 sn 11000 rpm'de santrifüj edilerek çöktürülmüş ve üstte kalan besiyeri atılmıştır. Hücreler 250 µl RNaz içeren A1 tamponu ile tekrar süspanse edilmiştir. 250 µl A2 tamponu eklenip iyice karıştırılmış ve 5 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. 300 µl A3 tamponu eklenip karıştırılmış ve 11000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası pelet atılmış ve süpernatant *NucleoSpin* kolonuna aktarılmıştır. 11000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Filtreden geçen sıvı atılmış ve 600 µl A4 yıkama tamponu eklenmiştir. 11000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Filtreden geçen sıvı atılmış ve 11000 rpm'de 2 dk santrifüj edilmiştir. Kolon 1,5 ml'lik steril bir ependorf tüpüne konulmuş ve üzerine 50 µl absorpsiyon-elüsyon (AE) tamponu eklenmiştir. Oda sıcaklığında 1 dk inkübasyona bırakılmış ve 11000 rpm'de 1 dk santrifüj edilerek plazmid DNA elüsyonu yapılmıştır.

Elde edilen plazmidlerin jelde görüntülenmesi ve analizi

5 gr agaroz 50 ml 1X TBE (tris-borate-EDTA) tamponuyla karıştırılıp %1 agaroz jel hazırlanmıştır. Mikrodalga fırında agaroz eriyene kadar ısıtılmıştır. Fırından çıkarılmış ve 3 dk soğuması için beklenmiştir. Etidyum bromür boyası eklenmiş ve karıştırılmıştır. Tarak jel tabağına yerleştirilmiş ve jel dökülmüştür. Jel donduğunda tarak çıkarılmış ve üzerini kaplayacak kadar 1X TBE tamponu eklenmiştir. 5µl plazmid DNA 1µl 6X kristal violet yükleme tamponu ile karıştırılmış ve jeldeki kuyucuklara yüklenmiştir. 100 voltta 1 saat kadar yürütülmüştür. Ultraviyole ışığı altında DNA bandı görüntülenmiştir. Uygun boydaki plazmid DNA'sına (vector+PCR ürününe) sahip pozitif koloniler jelde tespit edilmiştir.

Pozitif kolonilerin dondurulması ve saklanması

Jelde uygun boyda plazmid DNA'sı tespit edilen kolonilerden daha önce ayrılan 50 µl hücre süspansiyonu 1,75 ml kanamisin içeren LB medyumunda 37°C'de 1 gece büyütülmüştür. Hücrelerin üzerine %10 gliserol (200 µl) eklenmiş ve -80°C'de saklanmıştır.

DNA dizi analizi

TOPO-XL vektörüne klonlama yapıldıktan sonra üretici firmanın '*Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing*' (Applied Biosystems, Fostercity, ABD) kiti içerisinde bulunan kullanma kitapçığındaki yöntemler izlenerek yapılmıştır. DNA dizi analizinin PCR reaksiyonunun içeriği ve şartları aşağıda gösterilmektedir (Çizelge 2.2, Çizelge 2.3).

Çizelge 2.2. DNA dizi analizinin PCR reaksiyonunun içeriği

Reaksiyon İçeriği	Volüm
Big Dye Karışımı	8 µl
Primer**	4 µl
Örnek DNA	1-8 µl
ddH ₂ O	X* µl
Toplam Hacim	20 µl

*X: Toplam Hacmi 20 µl'ye tamamlayacak kadar.

**Vektör DNA'sı içinden uygun üniversal primer seçilir (Örneğin M13 Forward).

Çizelge 2.3. DNA dizi analizinin PCR reaksiyonunun şartları.

Reaksiyon koşulları		Siklus Sayısı
96°C	30 sn	1
96°C	10 sn	30
50°C	5 sn	30
60°C	4 dk	30

Sekans PCR'ı sonrasında sekans temizlemesi yapılmış ve sekans cihazına (ABI 3100 genetic analyser) yüklenmiştir.

Real-Time PCR yöntemi ile bakteriyel DNA kantitasyonu

Örnek elde edilen bakteriyel DNA'lardan bakteri yük tayini TaqMan prosedürüne göre Real-Time PCR yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Kantitasyon için bakterilere (Her bir bakteri için) uygun olarak yurt dışından primer (forward ve revers) ve prob tasarımı yaptırılmıştır. Real-Time PCR çalışması için gerekli bütün primerler Metabion (Metabion Synthesis Report, Almanya) tarafından sentezlenmiştir. Probe dizileri de bu firmadan temin edilmiş olup probalar FAM boyası ile işaretlenmiştir. Primer ve prob dizileri Çizelge 2.4'de görülmektedir.

Çizelge 2.4. Real-Time PCR için primer ve prob dizileri.

Bakteri	Dizi	Çoğaltılan Baz Çifti (bp)
<u><i>S. Mutans</i></u>	5'-CCGGTGACGGCAAGCTAA-3'	114
Primer-Forward	5'-TCATGGAGGCGAGTTGCA-3'	
Primer-Revers	FAM-5'-CTCTGAAAGCCGATCTCAGTTCTGA	
Prob	TTG-TAMRA-3'	
<u><i>L. Casei</i></u>	5'-CTATAAGTAAGCTTTGATCCGGAGATTT-3'5'-	132
Primer-Forward	CTTCCTGCCGGTACTGAGATGT-3'	
Primer-Revers	FAM-5'-ACAAGCTATGAATCACTATGC-	
Prob	TAMRA-3'	

Real-Time PCR’da tespit için önce karışım hazırlanmıştır. PCR karışımı her bir bakteri için ayrı ayrı çalışmanın verimliliğine göre optimize edilmiştir. Real-Time PCR’da kullanılan karışımın içeriği Çizelge 2.5’de görülmektedir. Her bir örnek için PCR tüplerine hazırlanan karışımın üzerine 5 ul örneklerden izole edilen template (örnek DNA) pipetlenmiştir.

Çizelge 2.5. Real-Time PCR’da kullanılan karışımın içeriği.

İçerik	Hacim
Su	8 ul
Forward primer(10 pmol)	1 ul
Reverse primer (10 pmol)	1 ul
Probe (5 pmol)	1 ul
Master Mix 5X konsantrasyon	4 ul
Total Hacim	15 ul

Real-Time PCR çalışması için *Light Cycler TaqMan Master* (Roche, Almanya) kiti kullanılmıştır. Hazırlanan PCR karışımında bakteri yük tayini için Real-Time PCR Light Cycler 2.0 (Roche®, Almanya) cihazı kullanılmış ve kantitasyon bu cihazda yapılmıştır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Real-Time PCR cihazı

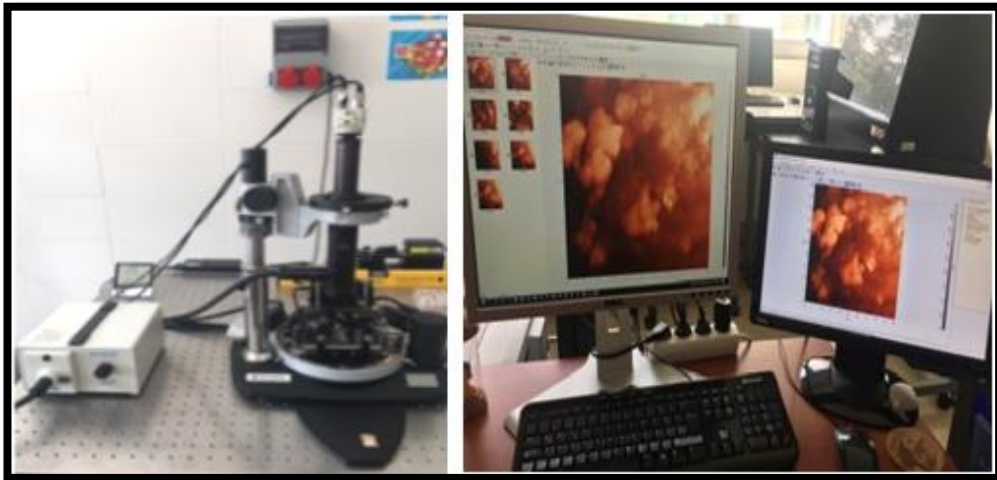
Çalışmada seçilen mikroorganizmanın türüne bağlı olarak her bir reaksiyon için sırasıyla denatürasyon, primerlerin bağlanması, uzama için gerekli sıcaklıklar ve PCR döngü sayıları standardize edilmeye çalışılmıştır. PCR döngüleri her bir bakteri için ayrı ayrı çalışmanın verimliliğine göre optimize edilmiştir. Döngü sonunda sonuçlar standartların siklus sayısı ile birlikte artan floresan ışığa göre çizilen logaritmik eğriye (threshold) göre hastalara ait örneklerin DNA düzeyleri bu eğri üzerinde yerleştirilerek değerlendirilmiştir.

2.2.6. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlendirmesi

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Yüzey pürüzlülüğü için, ark telleri, hastalarda kullanılmadan önce (T0) ve 4 hafta kullanıldıktan sonra (T1), 2 zamanlı olarak AFM ile değerlendirilmiştir. T1 zamanında hastaların ağızlarından çıkarılan ark tellerinin, AFM ile incelemeye gönderilen yarısı, tellerin üzerindeki artıkların debridmanı yapıp, yıkanıp, uygun yöntemlerle kurutulduktan sonra kilitli poşetler içerisinde sevk edilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için inceleme, Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde AFM kullanılarak yapılmıştır (NT-MDT- Ntegra-Solaris, Rusya) (Şekil 2.12). Altın içerikli silikon uçların NSG30 modeli (TipsNano, Estonya) kullanılmış ve dijital görüntüler atmosfere açık ortamda elde edilmiştir. Dikey pozisyondaki değişimlere göre görüntünün yüksekliği belirlenip, yüksekliğin miktarına göre de açık ve koyu alanlar oluşturulmuştur.



Şekil 2.12. AFM cihazı ve kullanılan analiz programı.

Teller lamel üzerine şeffaf bant ile sabitlenmiştir. Semikontakt modda, 240-440 kHz rezonans sıklığında ve 22-100 N/m kuvvet sabiti ile inceleme yapılmıştır. Elde edilen ham görüntü düzleştirilmiş, pürüzlülük ve kesit analizi ile Ra ve Rq değerleri nm biriminde hesaplanmıştır. Her bir telde 4 ayrı bölgeden ölçüm yapılmıştır. Yapılan her ölçümde topografik görüntü alınmıştır.

Sabit titreşim genişliğinde uç ile örnek mesafesi sabit tutularak, sabit tarama hızıyla, her bir yüzey için 10 µm x 10 µm, 20 µm x 20 µm ve 40 µm x 40 µm alanlarında dijital görüntüler mikroskopun kendi bilgisayar yazılımıyla (Nova 1.1.0.1773, Metrohm Autolab, Hollanda) elde edilmiştir.

2.2.7. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda verilerin istatistiksel analizi için, Statistical Package for Social Sciences (SPSS Inc. version 21.0 Chicago, Illinois, ABD) SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır.

İstatistiksel analizlerin verileri çizelgelerde ortalama (ort.), standart sapma (sd.), minimum (min.) ve maksimum (maks.) değerler ile verilmiş ve istatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri esas alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler yapılmadan önce bakteri sayılarının çok büyük olması nedeniyle, verilerin daha anlamlı olması için, bakteri sayılarına $\log_{10}$ transformasyonu yapılmıştır.

Verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilks normalite testi ile belirlenmiştir. Verilerin normal dağılması sebebiyle parametrik testlerden bağımsız iki örneklem t-testi ve bağımlı iki örneklem t-testi kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik verilerin değerlendirilmesinde; T0'da teller steril edildiği için bakteri yok kabul edilmiş, T1 zamanındaki bakteri varlığı tek zamanlı olarak incelenmiştir. Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerinde grup içi değerlendirmeler bağımsız iki örneklem t-testi ile tek zamanlı olarak, alt ve üst ark tellerindeki bakteri adezyonunu incelemek için yapılmıştır. Gruplar arası değerlendirme için de bağımsız iki örneklem t-testi kullanılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesi için; grup içinde ark tellerinin T0 ve T1 zamanlarındaki AFM ölçümleri, bağımlı iki örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ölçüm

zamanları arasındaki farkların gruplar arası değerlendirilmesi ise bağımsız iki örneklem t-testi ile yapılmıştır.

Mikrobiyolojik veriler ile yüzey pürüzlülüğünün korelasyonuna Pearson korelasyon testi ile bakılmıştır. Korelasyon bulgularımız aşağıda gösterilen korelasyon sınıflaması göz önüne alınarak değerlendirilmiştir (Akgül 2003):

0,00 – 0,25 çok zayıf

0,26 – 0,49 zayıf

0,50 – 0,69 orta

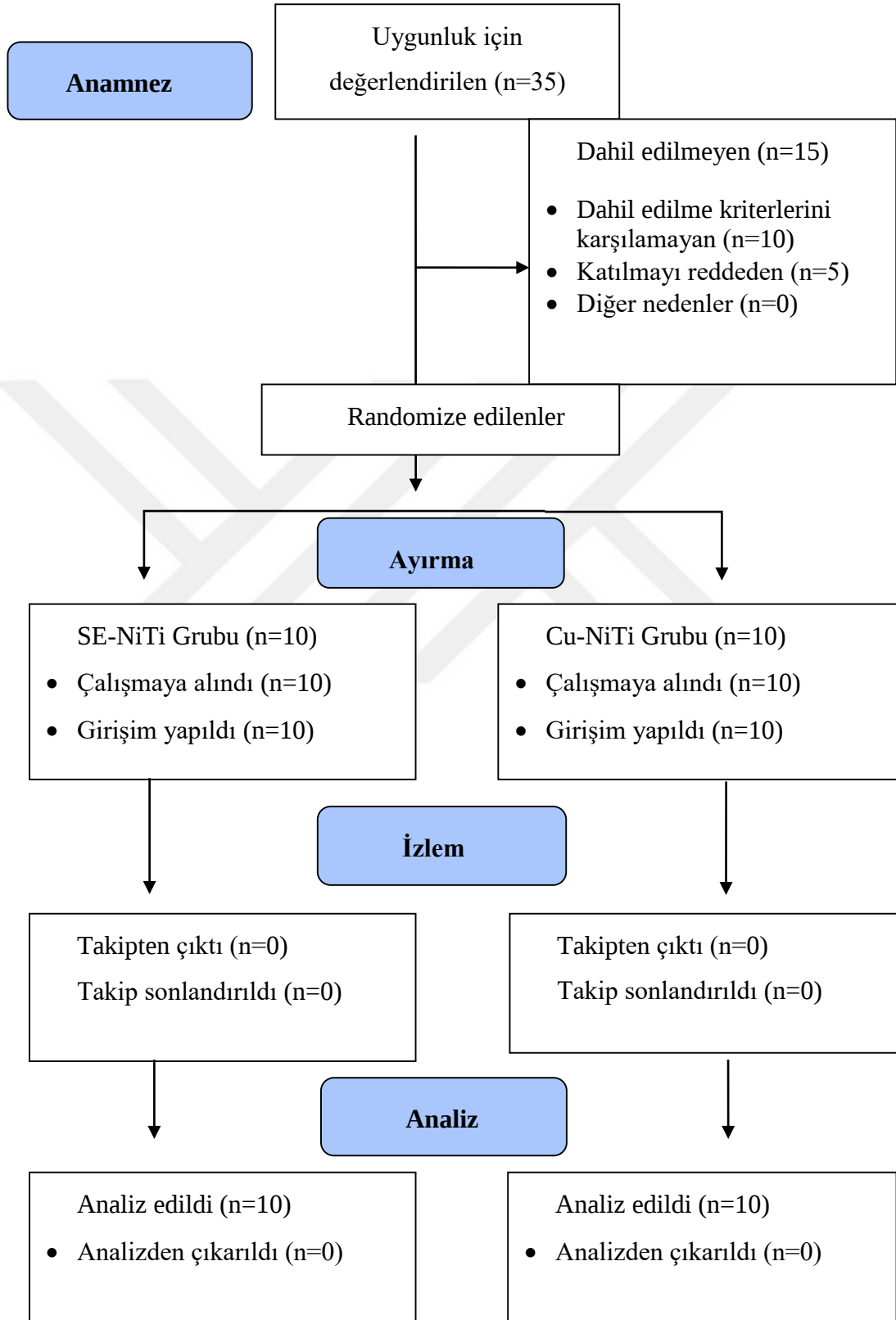
0,70 – 0,89 yüksek

0,90 – 1,00 çok yüksek.

3. BULGULAR

Çalışmaya olası örnek kayıpları göz önünde bulundurularak 20 hasta ile başlanmış, ancak herhangi bir kooperasyon sorunu yaşanmamış ve çalışma dışı kalan hasta olmamıştır. Çalışma 20 hasta ile tamamlanmıştır. Bölünmüş ağız çalışması olarak tasarlanan bu çalışma; SE-NiTi ve Cu-NiTi olmak üzere iki farklı içeriğe sahip ark teli üzerinde yapılmıştır. Hastalara 10 adet üst-10 adet alt SE-NiTi ve 10 adet üst-10 adet alt Cu-NiTi olmak üzere 40 adet ark teli yapılan randomizasyona göre uygulanmış, 4 hafta sonra ark teli örnekleri toplanmıştır. Çalışma boyunca katılımcı akışı Şekil 3.1’de CONSORT diyagramında gösterilmiştir.





Şekil 3.1. Çalışma boyunca hastaların akışını gösteren CONSORT diyagramı.

3.1. Mikrobiyolojik Değerlendirme

3.1.1. Mikroorganizmaların Sayısal Değerleri

SE-NiTi ve Cu-NiTi gruplarında 4 haftalık ağız içi kullanım sonrası (T1) toplanan ark teli örneklerindeki *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının ortanca (median), minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. SE-NiTi ve Cu-NiTi gruplarında 4 haftalık kullanım sonrası *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayıları.

Gruplar	Mikroorganizma	T1 Median (Min-Maks)
SE-NiTi	<i>S.mutans</i>	4,230 (3,255-6,278)
	<i>L.casei</i>	3,802 (1,995-5,995)
Cu-NiTi	<i>S.mutans</i>	4,454 (2,999-6,875)
	<i>L.casei</i>	3,966 (1,995-6,949)

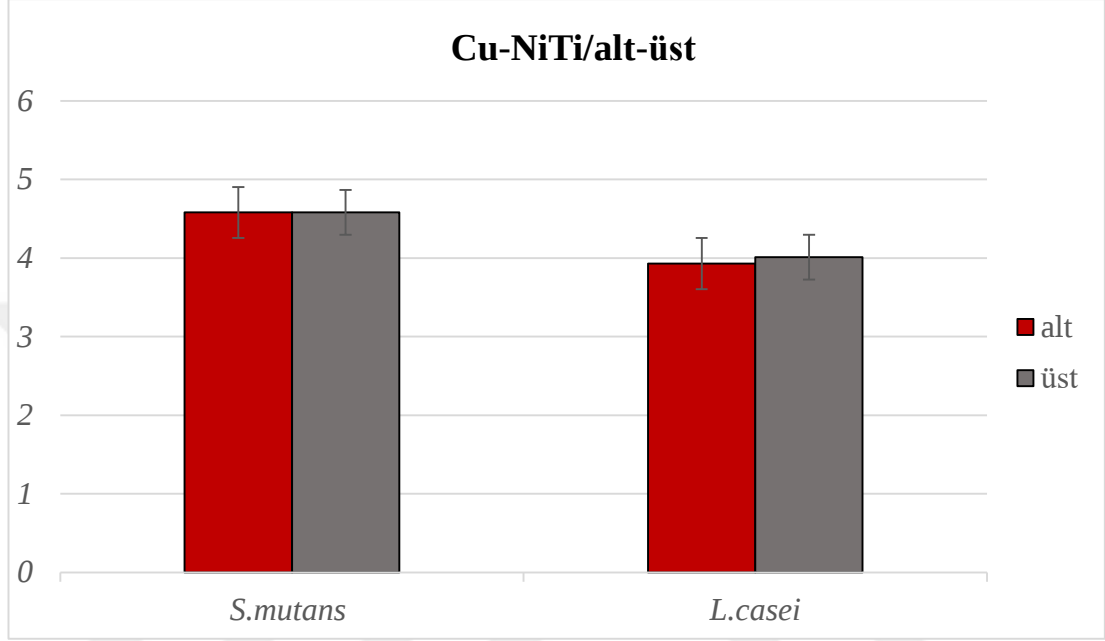
3.1.2. Grup İçi Değerlendirmeler

Cu-NiTi grubunda, ark telinin uygulanmasından 4 hafta sonra (T1), alt ve üst ark tellerinden izole edilen *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının Log₁₀ tabanındaki verileri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Cu-NiTi grubunda alt ve üst ark tellerindeki *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının (Log(x)₁₀) grup içi değişimleri (Bağımsız iki örneklem t-testi).

Cu-NiTi		N	Ort	Sd	Min	Maks	p
<i>S.mutans</i>	alt	10	4,576	0,339	2,999	6,875	0,996
	üst	10	4,578	0,227	3,792	5,414	
<i>L.casei</i>	alt	10	3,934	0,395	1,995	5,397	0,900
	üst	10	4,006	0,410	2,633	6,949	

Çizelge 3.2. incelendiğinde, Cu-NiTi ark telleri hastalarda 4 hafta kullanıldıktan sonra, alt ark telleri ile üst ark tellerindeki *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayıları açısından iki çene arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Şekil 3.2’de, Cu-NiTi grubuna ait *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının T1 ölçüm zamanındaki ortalama değerlerine ait grafik gösterilmiştir.



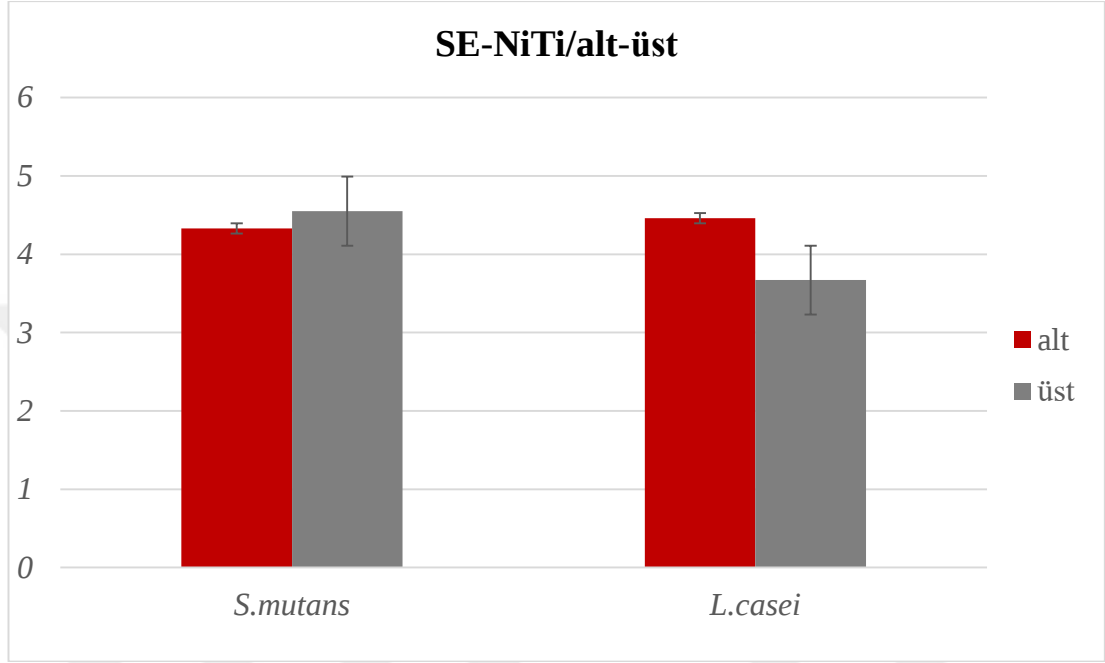
Şekil 3.2. Cu-NiTi alt ve üst ark tellerindeki *S.mutans* ($\text{Log}(S.mutans)_{10}$) ve *L.casei* ($\text{Log}(L.casei)_{10}$) değerleri.

SE-NiTi grubunda, ark telinin uygulanmasından 4 hafta sonra (T1), alt ve üst ark tellerinden izole edilen *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının Log_{10} tabanındaki verileri Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. SE-NiTi grubunda alt ve üst ark tellerindeki *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının ($\text{Log}(x)_{10}$) grup içi değişimleri (Bağımsız iki örneklem t-testi).

SE-NiTi		N	Ort	Sd	Min	Maks	p
<i>S.mutans</i>	alt	10	4,329	0,286	3,255	6,278	0,624
	üst	10	4,551	0,339	3,255	5,986	
<i>L.casei</i>	alt	10	4,463	0,300	3,041	5,995	0,110
	üst	10	3,667	0,365	1,995	5,579	

Çizelge 3.3. incelendiğinde, SE-NiTi ark telleri hastalarda 4 hafta kullanıldıktan sonra, alt ark telleri ile üst ark tellerindeki *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayıları açısından iki çene arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Şekil 3.3’de, SE-NiTi grubuna ait *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının T1 ölçüm zamanındaki ortalama değerlerine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 3.3. SE-NiTi alt ve üst ark tellerindeki *S.mutans* ($\text{Log}(S.mutans)_{10}$) ve *L.casei* ($\text{Log}(L.casei)_{10}$) değerleri.

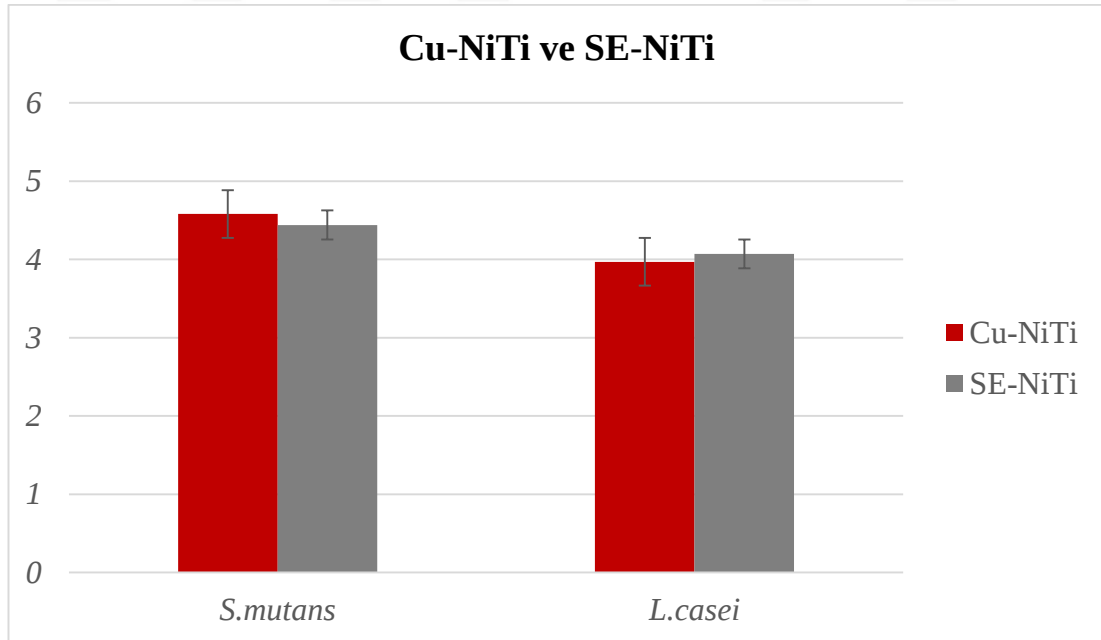
3.1.3. Gruplar Arası Değerlendirme

Cu-NiTi ve SE-NiTi gruplarına ait *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının T1 ölçüm zamanındaki ortalama ve standart sapmaları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Gruplar arası *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının T1 ölçüm zamanındaki karşılaştırılması (Bağımsız iki örneklem t-testi).

Gruplar		N	Ort	Sd	Min	Maks	p
<i>S.mutans</i>	Cu-NiTi	20	4,577	0,198	2,999	6,875	0,644
	SE-NiTi	20	4,440	0,217	3,255	6,278	
<i>L.casei</i>	Cu-NiTi	20	3,970	0,277	1,995	6,949	0,800
	SE-NiTi	20	4,065	0,247	1,995	5,995	

Çizelge 3.4 incelendiğinde, hastalarda 4 hafta kullanılmış olan Cu-NiTi ile SE-NiTi ark telleri arasında *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayıları açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Şekil 3.4’de Cu-NiTi ve SE-NiTi gruplarına ait *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının T1 ölçüm zamanındaki ortalama değerlerine ait grafik gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Cu-NiTi ve SE-NiTi gruplarına ait *S.mutans* ($\text{Log}(S.mutans)_{10}$) ve *L.casei* ($\text{Log}(L.casei)_{10}$) değerleri.

3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerinin başlangıçta (T0) hiç kullanılmamış halleri ve 4 hafta hasta ağızında kaldıktan sonraki halleri (T1) AFM ile incelenmiş, ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve RMS (Rq) değerleri nanometre (nm) cinsinden belirlenmiştir.

AFM ile 4 farklı bölgeden, T0 ve T1 zamanlarında, 10 µm x 10 µm, 20 µm x 20 µm ve 40 µm x 40 µm alanlarında alınan ölçümlerin ortalaması alınarak, 10 µm, 20 µm ve 40 µm için ortalama değerler oluşturulmuştur.

3.2.1. Grup İçi Değerlendirmeler

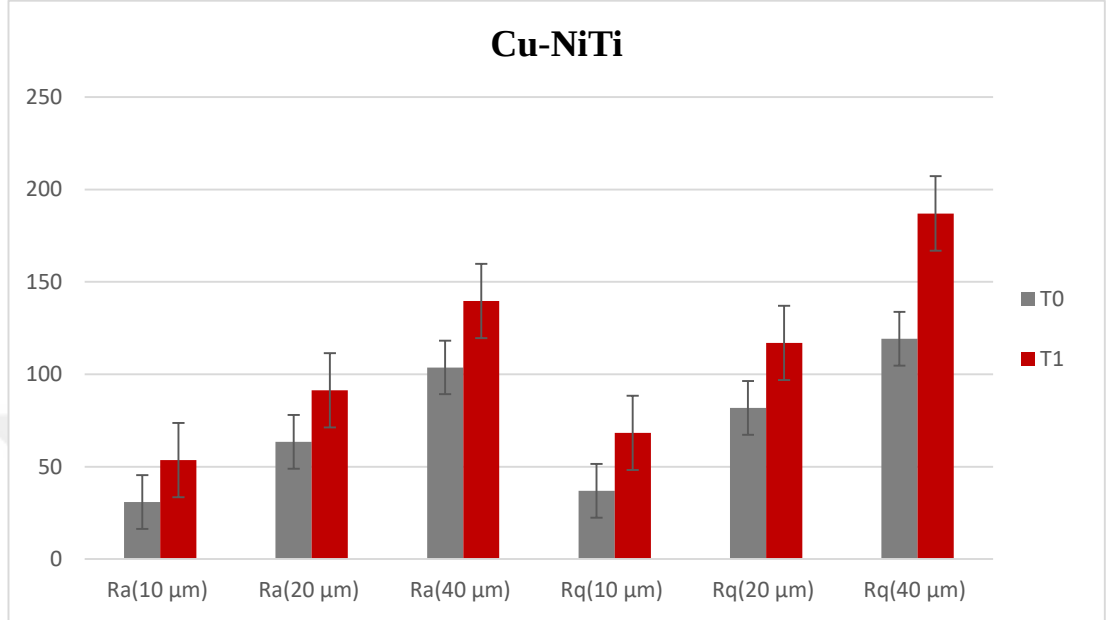
Cu-NiTi grubunda, ark telleri hastalara uygulanmadan önce (T0) ve 4 hafta hasta ağızında kaldıktan sonra (T1) ölçülen Ra ve Rq değerleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Cu-NiTi ark tellerinin, Ra ve Rq değerlerinin, T0 ve T1 zamanlarında karşılaştırılması (Bağımlı iki örneklem t-testi).

Cu-NiTi			N	Ort	Sd	p
Ra	10 µm	T0	20	30,86	0,23	0,000
		T1	20	53,63	3,50	
	20 µm	T0	20	63,51	0,31	0,000
		T1	20	91,33	5,50	
	40 µm	T0	20	103,74	0,31	0,001
		T1	20	139,71	9,44	
Rq	10 µm	T0	20	36,97	0,28	0,000
		T1	20	68,36	4,37	
	20 µm	T0	20	81,85	0,28	0,000
		T1	20	117,05	6,89	
	40 µm	T0	20	119,21	0,30	0,000
		T1	20	187,04	12,23	

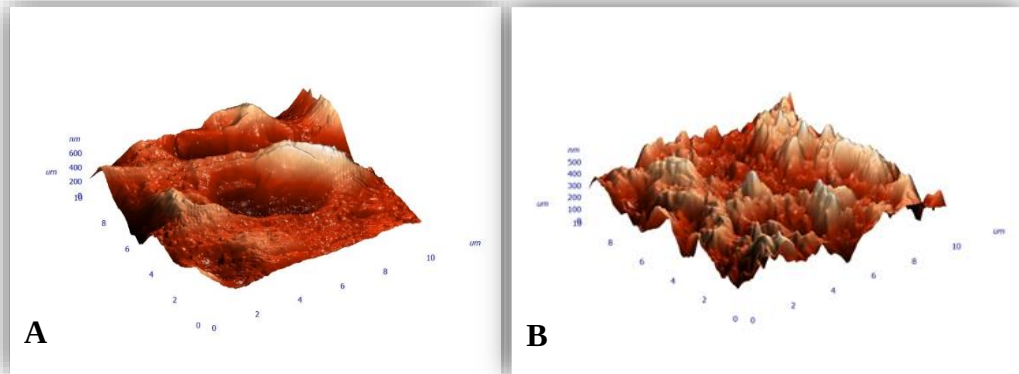
Çizelge 3.5 incelendiğinde, Cu-NiTi ark telleri 4 hafta hasta ağızında kaldıktan sonra, tüm inceleme alanlarında, Ra ve Rq değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı

bir artış bulunmuştur ($p<0,05$). Şekil 3.5’de Cu-NiTi ark tellerinin, 10 μm , 20 μm ve 40 μm alanlarında, T0-T1 zamanlarında, Ra ve Rq değerlerine ait grafik gösterilmiştir.

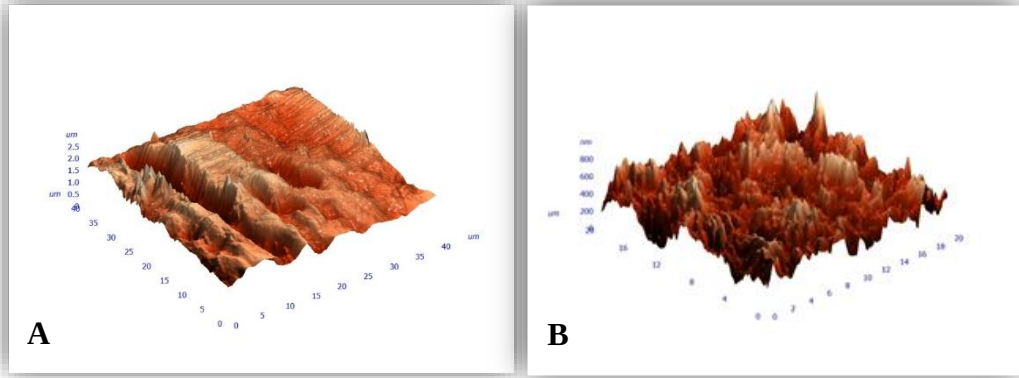


Şekil 3.5. Cu-NiTi grubunun T0 ve T1 dönemine ait Ra ve Rq değerleri.

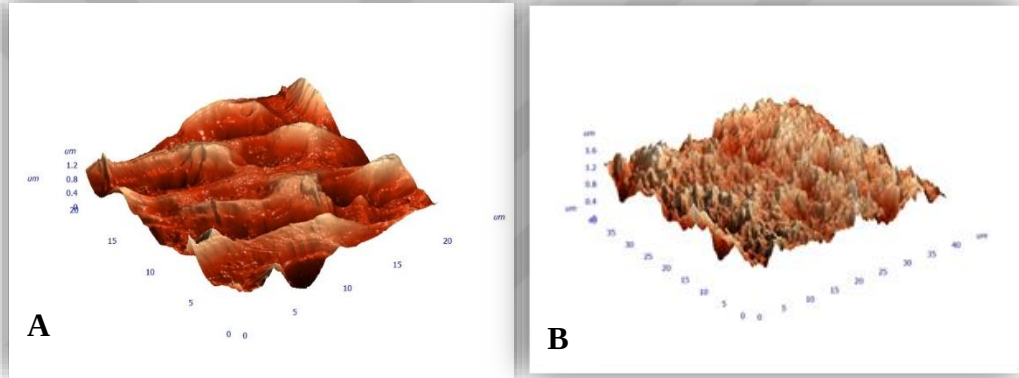
Cu-NiTi grubu için yapılan AFM incelemesinde tüm örneklerden, incelenen her bir alan için T0 ve T1 zamanlarında görüntüler alınmıştır. 10 μm x 10 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.6’da, 20 μm x 20 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.7’de ve 40 μm x 40 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.8’de görülmektedir.



Şekil 3.6. Cu-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 10 μm x 10 μm inceleme alanındaki görüntüleri.



Şekil 3.7. Cu-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 20 μm x 20 μm inceleme alanındaki görüntüleri.



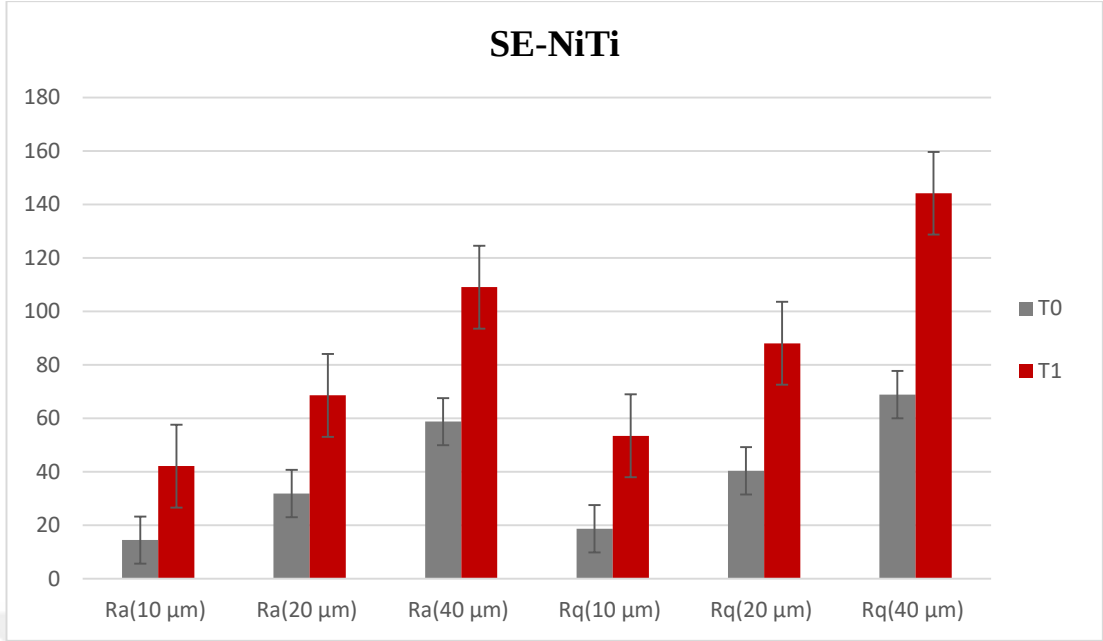
Şekil 3.8. Cu-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 40 μm x 40 μm inceleme alanındaki görüntüleri.

SE-NiTi grubunda, ark telleri hastalara uygulanmadan önce (T0) ve 4 hafta hasta ağızında kaldıktan sonra (T1) ölçülen Ra ve Rq değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. SE-NiTi ark tellerinin, Ra ve Rq değerlerinin, T0 ve T1 zamanlarında karşılaştırılması (Bağımlı iki örneklem t-testi).

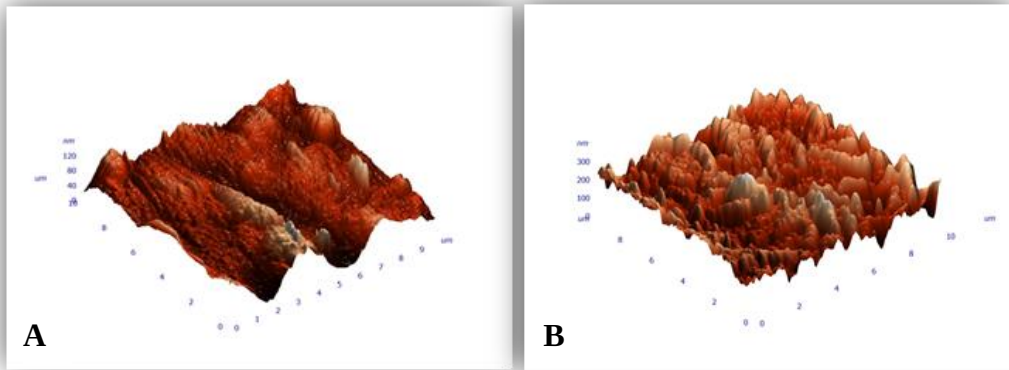
SE-NiTi			N	Ort	Sd	p
Ra	10 µm	T0	20	14,47	0,24	0,000
		T1	20	42,12	3,31	
	20 µm	T0	20	31,87	0,22	0,000
		T1	20	68,58	5,72	
	40 µm	T0	20	58,76	0,22	0,000
		T1	20	109,04	9,67	
Rq	10 µm	T0	20	18,71	0,46	0,000
		T1	20	53,46	4,13	
	20 µm	T0	20	40,38	0,29	0,000
		T1	20	88,07	7,09	
	40 µm	T0	20	68,85	0,28	0,000
		T1	20	144,16	12,75	

Çizelge 3.6 incelendiğinde, SE-NiTi ark telleri 4 hafta hasta ağzında kaldıktan sonra, tüm inceleme alanlarında, Ra ve Rq değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur ($p < 0,05$). Şekil 3.9’da SE-NiTi ark tellerinin, 10 µm, 20 µm ve 40 µm alanlarında T0-T1 zamanlarında, Ra ve Rq değerlerine ait grafik gösterilmiştir.

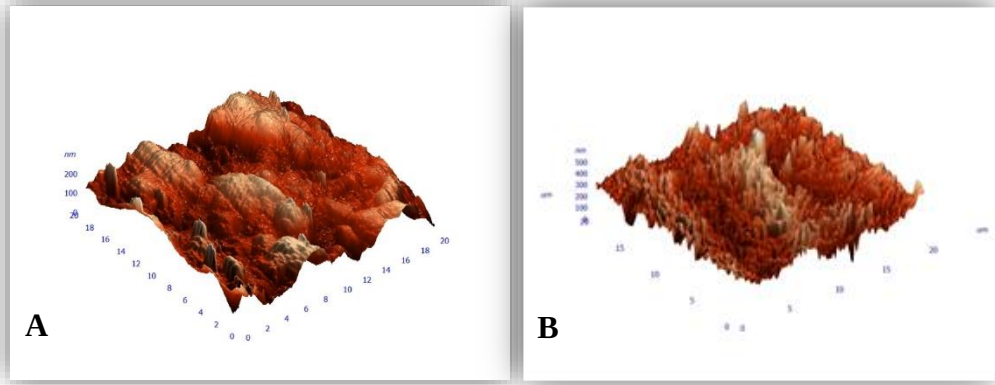


Şekil 3.9. SE-NiTi grubunun T0 ve T1 dönemine ait Ra ve Rq değerleri.

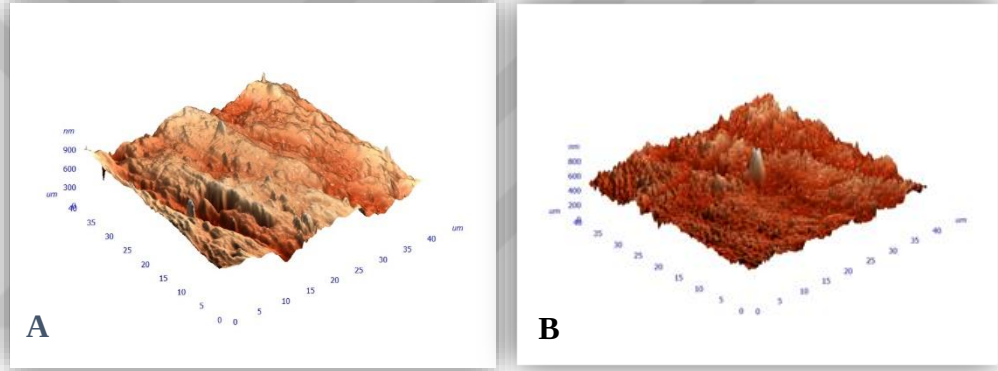
SE-NiTi grubu için yapılan AFM incelemesinde tüm örneklerden, incelenen her bir alan için T0 ve T1 zamanlarında görüntüler alınmıştır. 10 μm x 10 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.10'da, 20 μm x 20 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.11'de ve 40 μm x 40 μm inceleme alanındaki görüntüler Şekil 3.12'de görülmektedir.



Şekil 3.10. SE-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 10 μm x 10 μm inceleme alanındaki görüntüleri.



Şekil 3.11. SE-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 20 µm x 20 µm inceleme alanındaki görüntüleri.



Şekil 3.12. SE-NiTi ark telinin A) T0 ve B) T1 zamanlarında 40 µm x 40 µm inceleme alanındaki görüntüleri.

3.2.2. Gruplar Arası Değerlendirme

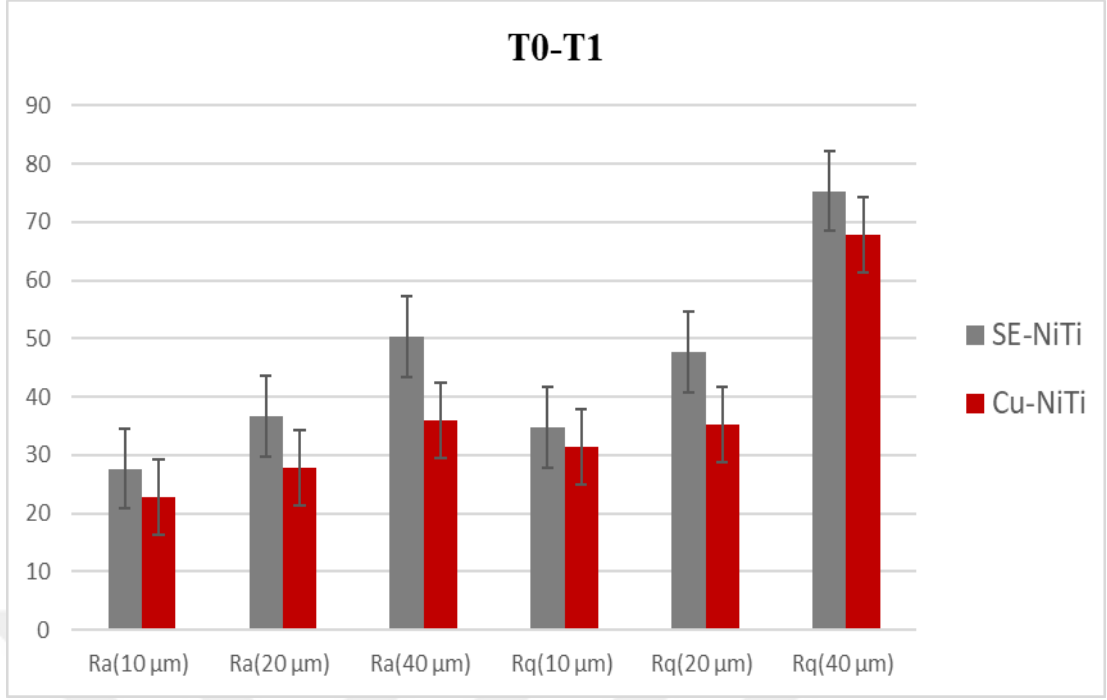
Cu-NiTi ve SE-NiTi gruplarında, Ra ve Rq değerlerinin farklarına ait ortalamalar ve standart sapmalar Çizelge 3.7’de görülmektedir.

Ra ve Rq değerleri her iki grupta da çalışma süresince istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmada T0-T1 zaman aralığında oluşan farklar değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 3.7. Gruplar arası Ra ve Rq değerlerinin T0-T1 zaman aralığında oluşan farklarının karşılaştırılması (Bağımsız iki örneklem t testi).

Grup			N	Ort	Sd	p
Ra	10 µm	Cu-NiTi	20	22,7720	3,50741	0,317
		SE-NiTi	20	27,6470	3,29082	
	20 µm	Cu-NiTi	20	27,8150	5,51933	0,274
		SE-NiTi	20	36,7130	5,80335	
	40 µm	Cu-NiTi	20	35,9730	9,49641	0,298
		SE-NiTi	20	50,2785	9,68107	
Rq	10 µm	Cu-NiTi	20	31,3850	4,41271	0,578
		SE-NiTi	20	34,7550	4,06515	
	20 µm	Cu-NiTi	20	35,1995	6,88923	0,217
		SE-NiTi	20	47,6955	7,17390	
	40 µm	Cu-NiTi	20	67,8370	12,25510	0,675
		SE-NiTi	20	75,3150	12,76018	

Çizelge 3.7 incelendiğinde; SE-NiTi ark telinde yüzey pürüzlülüğündeki artış daha çok olmasına rağmen iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Şekil 3.13’de SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin 10 µm, 20 µm ve 40 µm alanlarda T0-T1 farkına ait Ra ve Rq değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.13. SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telinin T0-T1 farkının ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve RMS (Rq) değerleri.

3.3. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri ile Mikrobiyolojik Parametreler Arasındaki İlişki

Çizelge 3.8’de Cu-NiTi ark telinde bulunan *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile Ra1 (T1 zamanındaki Ra değeri) ve Rq1 (T1 zamanındaki Rq değeri) parametreleri arasındaki korelasyon ilişkisi izlenmektedir.

Çizelge 3.8. Cu-NiTi ark telinde *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile Ra1 ve Rq1 parametreleri arasındaki korelasyon.

Cu-NiTi (T1)		<i>S.Mutans</i>	<i>L.casei</i>
Ra 10 µm	r	0,206	0,652
	p	0,384	0,002*
Ra 20 µm	r	0,239	0,699
	p	0,310	0,001*
Ra 40 µm	r	0,264	0,483
	p	0,261	0,031*
Rq 10 µm	r	0,198	0,637
	p	0,402	0,003*
Rq 20 µm	r	0,241	0,675
	p	0,306	0,001*
Rq 40 µm	r	0,269	0,446
	p	0,252	0,049*

r: Spearman rank korelasyon katsayısı $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı.

Çizelge 3.9’da SE-NiTi ark telinde bulunan *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile Ra1 (T1 zamanındaki Ra değeri) ve Rq1 (T1 zamanındaki Rq değeri) parametreleri arasındaki korelasyon ilişkisi izlenmektedir.

Çizelge 3.9. SE-NiTi ark telinde *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile Ra1 ve Rq1 parametreleri arasındaki korelasyon.

SE-NiTi (T1)		<i>S.Mutans</i>	<i>L.casei</i>
Ra 10 µm	r	0,135	-0,164
	p	0,571	0,489
Ra 20 µm	r	0,245	-0,259
	p	0,298	0,270
Ra 40 µm	r	0,481	-0,184
	p	0,032*	0,438
Rq 10 µm	r	0,155	-0,164
	p	0,514	0,490
Rq 20 µm	r	0,264	-0,282
	p	0,260	0,229
Rq 40 µm	r	0,490	-0,193
	p	0,028*	0,414

r: Spearman rank korelasyon katsayısı $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı.

Korelasyon değerlendirme sonuçlarına göre;

- 1) Cu-NiTi ark telinde *L.casei* sayısı ile 40 μm inceleme alanındaki Ra1 ve Rq1 parametreleri arasında zayıf pozitif korelasyon, 10 μm ve 20 μm inceleme alanındaki Ra1 ve Rq1 parametreleri arasında ise orta pozitif korelasyon bulunmuştur.
- 2) SE-NiTi ark telinde *S.mutans* sayısı ile 40 μm inceleme alanındaki Ra1 ve Rq1 parametreleri arasında zayıf pozitif korelasyon bulunmuştur.



4. TARTIŞMA

Ortodontik tedavilerde amacımız, var olan anomaliyi tedavi ederek hem fonksiyon, hem de estetik açıdan başarılı sonuçlar elde etmektir. Günümüzde hastalar, iyi bir fonksiyonun yanında yüksek estetik beklentiler ile de ortodonti kliniklerine başvurmaktadır. Bu sebeple ortodontik tedaviler fonksiyonel açıdan tüm problemleri giderse bile, estetik olarak tatmin edici değilse, hastalar tarafından çoğu zaman başarısız olarak değerlendirilmektedir.

Mine dekalsifikasyonu ve beyaz nokta lezyonlarının gelişimi sabit ortodontik tedaviler esnasında sıklıkla görülüp, maloklüzyonun düzeltilmesi ile elde edilen estetik yararı gölgelemektedir.

Ortodontik tedavi esnasında kullanılan sabit apareyler, oral mikrofloranın patojenite, metabolik aktivite ve miktarında artış ile birlikte, kompozisyonunda da değişikliğe sebep olmaktadır. Periodontal değerlerde kötüleşme ve çürük aktivitesinde artış da gözlenmektedir (Chang ve ark 1999, Lovrov ve ark 2007, van Gastel ve ark 2007). Çürük lezyonları, sağlıklı ve geri dönüşümsüz olmalarının yanı sıra, estetiği bozan önemli faktörlerden biridir (Øgaard 1989).

Literatürde, ortodontik tedavi ile diş çürüğü arasındaki sıkı ilişki birçok çalışma ile gösterilmiştir (Balenseifen ve Madonia 1970, Gorelick ve ark 1982, Fujiwara ve ark 1991). Ortodontik tedavi esnasında kullanılan apareyler, hastanın oral hijyenini olumsuz etkilemekte ve retansiyon alanları oluşturarak plak birikimini arttırmaktadırlar (Balenseifen ve Madonia 1970).

Yapılan birçok çalışmada diş çürüğüne neden olan ana bakterinin *S.mutans* olduğu belirtilmiştir (Loesche 1986, Holbrook ve Beighton 1987, Rosenbloom ve Tinanoff 1991). Bu nedenle *S.mutans* miktarını belirlemek, diş çürüğünü önlemek için oldukça önemlidir (Holbrook 1993).

Ortodontik tedavi ile bireyler, estetik ve fonksiyonel açıdan istedikleri sonuca ulaşırken, ağız hijyeninin bozulmasına bağlı olarak gelişen çürük ve periodontal problemleri engellemek için önlemler alınmalıdır. Bu amaçla, daha az miktarda bakteri tutulumuna sebep olan ligatür, braket ve ark tellerinin kullanımı önerilmektedir (Scheie 1994).

Literatürde metal, seramik, plastik, kompozit ve altın içerikli olmak üzere braket sistemlerindeki bakteri tutulumunu karşılaştıran birçok çalışma mevcuttur (Eliades ve ark 1995, Ahn ve ark 2007, Rammohan ve ark 2012).

Elastik ligatürler ile paslanmaz çelik ligatürlerdeki bakteri adezyonu da pek çok çalışmada incelenmiştir (Forsberg ve ark 1991, Sukontapatipark ve ark 2001, Türkkahraman ve ark 2005, De Souza ve ark 2008, Garcez ve ark 2011, Sawhney ve ark 2018, Sharma ve ark 2018).

Literatürde, ortodontik ark tellerinin mikrobiyal flora üzerine etkilerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma vardır (Kim ve ark 2014, Raji ve ark 2014, Taha ve ark 2016, Espinosa-Cristóbal ve ark 2018).

Ortodontide seviyeleme aşamasında en sık kullanılan ark telleri NiTi'lerdir. Cu-NiTi ark telleri ise bakır içeriklidir ve diş hareketi etkinliğini arttırmaktadır. Ayrıca, literatürde metalik bakır yüzeylerin antimikrobiyal özellikleri rapor edilmiştir. Bu çalışmada amacımız; ortodonti pratiğinde sıkça kullandığımız Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerini mikrobiyal adezyon açısından PCR metodu ile ve yüzey pürüzlülüğü açısından AFM ile değerlendirmektir. İkincil amacımız ise; yüzey pürüzlülüğünün mikrobiyal adezyona katkısı olup olmadığını araştırmaktır. Literatürde bu karşılaştırmayı split mouth dizaynı ile yapan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızın dizaynı bu eksiklik göz önüne alınarak hazırlanmıştır.

4.1. Hasta Seçim Kriterlerinin Tartışılması

Çalışmamıza, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda, çekimsiz sabit ortodontik tedavi endikasyonu ile tedavisine başlanmış, 0,019"x0,025" köşeli ark teli kullanılma aşamasına gelmiş, 12-18 yaş aralığında, toplam 20 hasta (12 kız, 8 erkek) dahil edilmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen bireyler, 12-18 aydır ortodontik tedavi görmekte olan, daimi dentisyonda, kazanılmış ya da konjenital diş eksikliği olmayan, yeterli oral hijyene sahip, sağ elle diş fırçalayan, sigara kullanmayan, sistemik hastalığı olmayan ve son 3 ay içerisinde antibiyotik ve/veya antimikrobiyal gargara kullanmamış hastalar arasından seçilmiştir.

Çalışmamız toplam 20 gönüllü birey üzerinde yapılmıştır. Literatürde klinik olarak bant, braket, ark teli, ligatür gibi ortodontik apareyler ile mikrobiyal flora değişiminin değerlendirildiği çalışmalarda hasta sayıları farklılık göstermektedir. Forsberg ve ark (1991) 12, Bretas ve ark (2005) 47, Türkkahraman ve ark (2005) 21, Baka ve ark (2013) 20, Eker ve ark (2016) 25, Taha ve ark (2016) 30, Hepyükselen ve Cesur (2019) 25, Hasipek ve ark (2019) 31, Lima ve ark (2019) 12 hasta üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmalar incelendiğinde, 21 hastada çalışan Türkkahraman ve ark (2005) ile 12 hastada çalışan Lima ve ark (2019)'nın çalışma dizaynları bölünmüş ağız çalışması şeklinde olup, bu açıdan bizim çalışmamıza benzerlik göstermektedirler. Çalışmamızdaki örnek sayısı belirlenirken, Lima ve ark (2019) çalışmalarındaki mikroorganizma miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri (μ_1 : 11,80; μ_2 : 9,28; σ : 2.13) kullanılmıştır. Buna göre; gruplar arası $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde örnek sayısı 16 olduğunda % 90'dan fazla güç saptanmıştır. Olası örnek kayıpları göz önüne alındığında örnek sayısı 20 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda bireyler ortodontik tedavisi devam eden, kooperasyon problemi olmayan hastalardan seçildiği için örnek kaybı yaşanmamıştır.

Yapılan çalışmalarda, bireylerde yaşla birlikte, oral mikrobiyal flora ve diş fırçalama alışkanlıklarının değişebildiği gösterilmiştir (Percival ve ark 1991, Grossman ve Proskin 1997). Sagarika ve ark (2012) 12-20 yaş arası sabit ortodontik tedavi gören hastalarda, beyaz nokta lezyonu gelişimi açısından yaptıkları incelemede, bu yaş aralığında, yaştan beyaz nokta lezyonu görülme sıklığı üzerine etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmamıza, farklı yaş gruplarında, diş fırçalama alışkanlıklarının değişebileceği ve buna bağlı olarak ölçüm yapılan parametrelerde belirgin farklılıkların saptanabileceği gerçeği göz önüne alınarak, yaşları birbirine yakın hastalar dahil edilmiştir. Ayrıca, Önçağ ve ark (2011) yaptıkları anket çalışmasında, Türkiye'deki ortodonti kliniklerine tedavi olmak için başvuran hasta grubunun sıklıkla 12-19 yaşları arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Klinik rutini değerlendirebilmek için çalışmamıza 12-18 yaş aralığında ki bireyler dahil edilmiş olup, yaş ortalaması $14,7 \pm 1,2$ yıldır.

Becerik ve ark (2010)'a göre over hormonlarının periodontal dokular üzerine etkisi sınırlı, dişeti sıvısındaki sitokinler üzerine etkisi ise yoktur. Kadınlarda menstrüal siklusa meydana gelen hormonal değişikliklerin dişetinde oluşturdukları

etkiler henüz tam olarak bilinmemektedir (Shearer ve ark 2005). Cinsiyet farkının periodontal dokuların sağlığı ya da diş çürüğü üzerine etkisi henüz kesinlik kazanmamıştır. Sabit ortodontik tedavinin periodontal dokular ve mine demineralizasyonlarına etkilerinin incelendiği birçok çalışmada cinsiyet ayrımı gözetilmemiştir (Mizrahi 1982, Forsberg ve ark 1991, Lessa ve ark 2007, Becerik ve ark 2010, Akin ve Basciftci 2012, Eker 2016, Tufekci E 2011). Bu nedenle çalışmamızda cinsiyet ayrımı yapılmamış, kabul edilme kriterlerini karşılayan 12 kız, 8 erkek gönüllü dahil edilmiştir.

Literatürde sabit ortodontik tedavi başlangıcından en az 6 ay sonra *Streptococcus* ve *Lactobacillus* türlerinde anlamlı miktarda artış olduğu bildirilmiştir. Sabit ortodontik tedavinin ağızdaki mikrofloraya etkisinin incelenebilmesi için tedavi başlangıcından itibaren en az 12 ay geçmesi gerektiği belirtilmiştir (Peros ve ark 2011). Bu nedenle çalışmamıza, sabit ortodontik tedavileri 12-18 aydır süren bireyler dahil edilmiştir.

Forsberg ve ark (1991) arktaki çapraşıklık miktarının mikrobiyal dental plak birikimini arttırdığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, çapraşık keser dişlerde, düzgün sıralanmış keser dişlere göre daha fazla mikrobiyal dental plak birikimi olduğu görülmüştür. Ayrıca çapraşık keser dişler ile diş eti iltihabı varlığı arasında ilişki olduğu da rapor edilmiştir (Griffiths ve Addy 1981, Ashley ve ark 1998). Çapraşıklık miktarının plak birikimi üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, çalışmamıza alt ve üst dental arkları seviyelenmiş, sabit ortodontik tedavileri bitim aşamasına yakın olan bireyler dahil edilmiştir.

Scheie ve ark (1984) ortodontik ataçmanların sayısının değişmesiyle *S.mutans* ve *Lactobacillus* düzeylerinde anlamlı değişikliklerin olduğunu bildirmişlerdir. Fakat bazı çalışmalarda da, bireylerin ağızlarında bulunan ortodontik ataçman sayısından hiç bahsedilmemiştir (Ulukapi ve ark 1997, Peros ve ark 2011, Bonetti ve ark 2013). Ancak bu durum çalışmalar arasında karşılaştırmayı ve standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Çalışmamıza daimi dentisyonunu tamamlamış, çekimsiz sabit ortodontik tedavi görmekte olan ve alt-üst yedi numaralı dişlerine kadar tüm dişleri braketlenmiş (bant kullanılmamıştır) bireyler dâhil edilmiştir. Çalışmamızda standardizasyonun sağlanması amacıyla bütün hastalarda eşit sayıda dişin bondlu olmasına ve ark telleri, tüp ve braket dışında plak birikimini

arttırabilecek diğerk ortodontik ataçmanların (chain, 8 ligatür ya da coil spring gibi) ve hareketli/sabit protetik restorasyonların bulunmamasına dikkat edilmiştir. Ağız içinde retansiyon alanlarını arttıran ortodontik ataçmanların bakteri düzeylerini de arttırabileceğı düşünölmüştür.

Çalışmamıza kötü ağız hijyeni olan, çürük aktif ya da fazla sayıda restorasyonu bulunan, periodontal hastalık geçmişı olan bireyler dahil edilmemiştir. Çürük oluşumunda ve ilerlemesinde bakteriler ana unsurdur. Bakteri kolonizasyonu çürük oluşumu ile birlikte artmaktadır (Fejerskov 2004, Pinto ve ark 2018). Çürük lezyonlarının varlığı ağızdaki mikroorganizma sayısını arttıracağı için çalışmamıza aktif çürük lezyonu bulunan bireyler dahil edilmemiştir. Periodontal dokuların sağlıklı olması ağız bakımının düzenli ve etkin yapıldığının göstergesidir (Lara-Carrillo ve ark 2012). Çalışmamızda yer alan bireylerin sağlıklı periodontal dokulara sahip olması mikrobiyal analiz sonuçlarının sadece ark tellerinin mikroflorada sebep olduğı değışikliklerin karşılaştırmasını sağlamak açısından önemlidir. Bu sebeple çalışmamıza periodontal dokuları sağlıklı bireyler dahil edilmiştir.

Sigara kullanan bireylerde kullanmayanlara göre çürük, diş kaybı, dolgu değeri (dmf değeri) oransal olarak daha yüksektir (Axelsson ve ark 1998). Ayrıca, sigarada bulunan nikotinin *S.mutans*'ın biyofilm oluşturma kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir (Huang ve ark 2012). Bu nedenle sigara içen bireyler çalışmamıza dahil edilmemiştir.

S.mutans ve *L.casei* bakterilerinin antibiyotik ve/veya antimikrobiyal gargaralara duyarlı oldukları yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Sandham ve ark 1988, Schaeken ve De Haan 1989, Pienihäkkinen ve ark 1995). Bu nedenle son 3 ay içerisinde antibiyotik ve/veya antimikrobiyal gargara kullanan bireyler çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Rugg-Gunn ve Mac Gregor (1978) bireylerin kontralateral tarafı ipsilateral tarafa göre daha iyi fırçalama eğiliminde olduklarını bildirmişlerdir. Standardizasyonu sağlamak için çalışmamıza sadece sağ el ile diş fırçalayan bireyler dahil edilmiştir.

Literatürde ortodontik tedavi gören bireylerde kullanılan sabit veya hareketli apareylerin bireyin oral hijyenini olumsuz etkilediğı gösterilmiştir (Mitchell 1992).

Bu nedenle çalışmamıza daha önceden ortodontik tedavi görmemiş veya tedavi başında herhangi bir hareketli aparey kullanmamış bireyler dahil edilmiştir.

Motor fonksiyon bozukluğuna sahip bireylerin ince motor becerileri etkilenmekte ve diş fırçalamaları zorlaşmaktadır (Little 2000). Bu nedenle çalışmamıza dahil edilen bireylerde oral hijyen sağlamayı güçleştirecek fiziksel ve/veya mental herhangi bir rahatsızlığın olmamasına dikkat edilmiştir. Motor fonksiyon bozukluklarına sahip bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Literatürde, bazı sistemik hastalıkların ağız kuruluğu gibi sebeplerle periodontal hastalıklara olan yatkınlığı arttırabileceği ve oral mikroflorada değişikliklere sebep olabileceği bildirilmiştir (Porter 1998, Mortazavi ve ark 2014). Antikonvülsan, kalsiyum kanal blokeri, immünsüpresan gibi bazı ilaçların kullanımı diş eti büyümelerine sebep olabilmektedir (Kazancıoğlu ve ark 2013). Bu durum mikrobiyal dental plak tutulumunu arttırmaktadır (Hallmon ve Rossmann 1999). Bu sebeple, çalışmamıza bu tip ilaçları kullanan ya da sistemik herhangi bir rahatsızlığı olan bireyler dahil edilmemiştir.

4.2. Yöntemin Tartışılması

Sahip oldukları mekanik özellikler nedeniyle NiTi ark telleri ortodontistlerin en sık kullandıkları seviyeleme telleridir. Diş hareket etkinliğini arttırdıkları söylenen, bakır, nikel, titanyum ve kromun dörtlü alaşımından oluşan Cu-NiTi ark telleri de günümüzde ortodonti pratiğinde sıklıkla tercih edilmektedir (Gravina ve ark 2014).

Grass ve ark (2011) metalik bakır yüzeylerin antimikrobiyal özelliğinin olduğunu ve bu yüzeylerde bakteri, maya, virüs gibi mikroorganizmaların hızla öldüğünü bildirilmişlerdir. Ramazanzadeh ve ark (2015) bakır oksit (CuO) ve çinko oksit (ZnO) kapladıkları braketlerin *S.mutans*'lara karşı antimikrobiyal özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında CuO kaplı braketlerin antimikrobiyal özelliklerinin daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Toodehzaeim ve ark (2018) braket simantasyonu için kullanılan adezivlere farklı oranlarda kattıkları CuO nanopartiküllerinin antimikrobiyal etkilerini inceledikleri çalışmalarında, CuO ilavesinin tüm konsantrasyonlarda antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin mekanik ve yüzey özelliklerini karşılaştıran pek çok çalışma bulunmasına rağmen (Burstone 1981, Kusy ve ark 1988, Kapila ve Sachdeva 1989, Yoneyama ve ark 1993, Tosun 1999, Santoro ve ark 2001, Proffit ve ark 2006, Spini ve ark 2014), bu ark tellerinin bakteri adezyonuna etkilerini karşılaştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır (Abraham ve ark 2017, Espinosa-Cristóbal ve ark 2018, Tawfik ve ark 2020). Bu konuda ki eksiklik göz önüne alınarak, ortodonti pratiğinde oldukça sık kullandığımız bu iki telin invivo olarak *S.mutans* ve *Lactobacillus* tutulumu açısından, aralarında fark olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

Gravina ve ark (2014) Cu-NiTi ark tellerinin SE-NiTi ark tellerine göre daha pürüzlü yüzey özelliğine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Abraham ve ark (2017), Espinosa ve ark (2018) Cu-NiTi ile SE-NiTi ark tellerinin mikrobiyal tutulum ve yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, Cu-NiTi ark tellerinin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey serbest enerjisinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Yousif ve ark (2016) yaptıkları çalışmada Cu-NiTi ark tellerinin TMA ve NiTi ark tellerine göre daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip olduklarını bulmuşlardır.

Yüzey pürüzlülüğünün fazla olmasının mikrobiyal plak tutulumunu arttıracığı düşünülmektedir. Bakırın antimikrobiyal özelliğinin bildirilmesine rağmen, Cu-NiTi ark tellerinde bulunan bakırın mikrobiyal etkisi henüz tam olarak bilinmemektedir (Grass ve ark 2011). Bu nedenle çalışmamızda, ortodonti pratiğinde sıkça kullandığımız Cu-NiTi ve SE-NiTi ark telleri, mikrobiyal tutulum ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilerek, bu eksikliğin yeri doldurulmak istenmiştir.

Literatür incelendiğinde; ark tellerindeki bakteri tutulumu ile ilgili yapılan çalışmaların genellikle konvansiyonel NiTi ark telleri ile estetik amaçla kaplanmış NiTi ark telleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Kim ve ark 2014, Taha ve ark 2016, Lima ve ark 2019). Venkatesan ve ark (2020) kaplanmamış ve titanyum dioksit (TiO₂) ile kaplanmış NiTi ark tellerindeki *S.mutans* adezyonunu ve yüzey pürüzlülüğü farklarını incelemişlerdir. Gil ve ark (2020) gümüş (Ag) nanopartikülleri ekledikleri NiTi ark tellerindeki *Streptococcus sanguinis* (*S.sanguinis*) ve *Lactobacillus salivarius* (*L.salivarius*) miktarlarını kültür metodu ile incelemişlerdir. Literatür tarandığında, Cu-NiTi ve SE-NiTi ark tellerini, *S.mutans* ve *L.casei*

tutulumu açısından PCR metodu ile ve yüzey pürüzlülüğü açısından AFM ile inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mikrobiyal dental plak miktarı ve kompozisyonu bireyler arasında ve aynı bireyde farklı zaman dilimlerinde farklılık göstermekte ve pek çok faktörden etkilenebilmektedir. Lima ve ark (2019) 0.016"x0.022" kaplanmamış paslanmaz çelik, kaplanmış, parsiyel olarak kaplanmış ve kaplanmamış NiTi ark tellerinde ki mikroorganizma adezyonunu invivo olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, bütün ark tellerinin eşzamanlı olarak aynı oral kavitede bulunması için split mouth (bölünmüş ağız dizaynı) çalışma dizaynını tercih etmişlerdir. Hastaların hijyen motivasyonlarının zaman içinde azalması ya da artması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi gibi birçok faktör mikrobiyal dental plak tutulumunu etkileyebilmektedir. Türkkahraman ve ark (2005) ortodontik tedavi esnasında kullanılan elastik ligatörleri, invivo olarak mikrobiyal kolonizasyon ve periodontal durum açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında yine aynı nedenlerle split mouth (bölünmüş ağız dizaynı) çalışma dizaynını tercih etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, bireysel varyasyonları en aza indirebilmek amacıyla split mouth (bölünmüş ağız dizaynı) tasarım tercih edilmiş olup, mikrobiyal tutulum açısından çalışmamız tek zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Farklı içeriğe sahip olan SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri, bireylerin alt ve üst dental arklarına, yapılan randomizasyona göre tek seferde uygulanmıştır. Böylece, mikrobiyal dental plakta, bireysel ya da zamana bağlı olarak meydana gelebilecek değişikliklerin çalışmamızın sonuçlarını etkilemesinin engellenmesi hedeflenmiştir.

Hastalara, tellerin özellikleri hakkında bilgi verilmemiştir. Ayrıca hangi telin alt çeneye, hangi telin üst çeneye takılacağına randomizasyona göre karar verilerek, oluşabilecek herhangi bir önyargıdan kaçınılmıştır. Anamnez alınması, ağız hijyeni eğitimi, çalışma ile ilgili tüm bilgilendirme ve klinik işlemler tek araştırmacı tarafından yapılmış, böylece ağız hijyeni motivasyonu sağlama konusunda standart yakalanmaya çalışılmıştır. Mikrobiyolojik verilerin okunması ise kör bir araştırmacı tarafından iki kez tekrarlanarak hata olasılığı en aza indirilmiştir.

Aktif ortodontik tedavi gören bireylerde plak kontrolünün sağlanabilmesi için en etkili yöntemin diş fırçası ile düzenli olarak yapılan mekanik temizlik olduğu bildirilmiştir (Carranza 2006). Ağız bakımının sağlanması için hastalara standart

fırçalama yöntemi gösterilmiş ve günde 3 defa 3'er dk diş fırçalamaları istenmiştir. Yapılan çalışmalarda mikrobiyal dental plağın uzaklaştırılmasında oldukça etkili olan ve yaygın olarak kullanılan Bass tekniği ve Roll metodu olmak üzere iki yöntem bildirilmiştir (Kiliçoğlu ve ark 1997, Thienpont ve ark 2001). Çalışmamızda dental plağın koronal yüzeyden ve gingival marjinden tamamen uzaklaştırılabilmesi için bu iki tekniğin kombinasyonu olan Modifiye Bass tekniği kullanılmıştır. Hawkins ve ark (1986) fırçalama süresi ile plağı kaldırma etkinliği arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu rapor etmişlerdir. Literatürde araştırmacılar fırçalama süresinin çalışma boyunca standardize edilmesi gerektiğini belirtmişler ve fırçalama süresini 2 dk olarak belirlerken (Walsh ve Glenwright 1984, Baab ve Johnson 1989, Clerehugh ve ark 1998, Hickman ve ark 2002), bazı araştırmacılar ise bu süreyi 3 dk olarak bildirmişlerdir (Trimpeeneers ve ark 1997, Thienpont ve ark 2001). Bu çalışmalar ışığında çalışmamızdaki fırçalama süresi 3 dk olarak belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, diğer çalışmalara benzer olarak, standardizasyonu sağlayabilmek için çalışmaya katılan tüm bireylerin çalışma boyunca aynı diş fırçası ve diş macununu kullanmaları istenmiş, bu nedenle bireylere tarafımızca diş macunu ve diş fırçası verilmiştir. Ayrıca katılımcılar çalışma boyunca başka herhangi bir ağız bakım ürünü kullanmamaları konusunda uyarılmışlardır (Trimpeeneers ve ark 1997, Hickman ve ark 2002, Costa ve ark 2007, Lima ve ark 2019).

Çalışmamızda, bireylere verilen ağız bakım eğitiminin ardından, ağızlarındaki braketler hariç ark telleri ve sekiz ligatürler gibi mikrobiyal dental plak tutulumunu arttıracı olan ortodontik ataçmanlar çıkartılarak, bir haftalık arınma sürecine tabi tutulmuşlardır. Bu süreçte bireylerden, verilen fırça ve macun ile düzenli olarak ağız bakımlarını sağlamaları istenmiştir. Çalışmamızda yapılan bu bir haftalık arınma süreciyle, bireylerin ağız içi ortamlarının mikrobiyolojik açıdan olabildiğince standardizasyonunun sağlanması ve ağız içi bakteri sayılarının minimuma indirilmesi hedeflenmiştir. Literatür incelendiğinde, bizim çalışmamıza benzer şekilde, ark tellerinin ağız içi kullanımı sonrası mikrobiyal tutulumlarını inceleyen birçok çalışmada, inceleme yapılacak ark telleri ya braketleme yapılan seansta uygulanmış, ya da braketleme daha önce yapılmış ise bir haftalık arınma süresi verilmiştir (Abraham ve ark 2017, Hepyukselen ve Cesur 2019, Lima ve ark 2019).

Ark tellerinin bakteri kolonizasyonu bakımından değerlendirildiği invivo ve invitro çalışmalarda, bakterilerin geniş alanlarda daha çok kolonize olacakları düşüncesi ile, yuvarlak ark telleri yerine dikdörtgen kesitli ark telleri tercih edilmiştir (Scheie ve ark 1984, Saloom ve ark 2013, Raji ve ark 2014, Taha ve ark 2016). Abraham ve ark (2017) 0.016" ve 0.016"x0.022" NiTi ve Cu-NiTi ark tellerindeki *S.mutans* adezyonunu 4 haftalık kullanım sonrası invivo olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, köşeli ark tellerindeki *S.mutans* adezyonunun yuvarlak ark tellerinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda 0,019"x0,025" ark telleri kullanılmıştır.

Scheie ve ark (1984) ağızdaki ortodontik ataçman sayısının değişmesiyle mikrobiyal tutulum miktarında anlamlı değişikliklerin olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle bizim çalışmamızda da, standardizasyonu sağlamak için, hasta ağızlarında braketler ve ark telleri dışında hiçbir ataçmana yer verilmemiştir. Tüm hastalarda, ark teli örnekleri, santral dişin meziyali ile birinci büyük azı dişin distali arası olacak şekilde aynı boyutlarda hazırlanmıştır.

Literatürde, çeşitli ortodontik ark tellerindeki mikrobiyal tutulumun incelendiği çalışmalarda, ark telleri hastalara uygulanmadan önce steril edilerek, başlangıçta ark tellerindeki mikroorganizma sayısı sıfır kabul edilmiştir (Kim ve ark 2014, Abraham ve ark 2017, Hepyukselen ve Cesur 2019). Bizim çalışmamızda da, literatürdeki diğer çalışmalara benzer şekilde, ark telleri hastalara uygulanmadan önce steril edilerek mikroorganizma sayısı sıfır kabul edilmiştir.

Anhoury ve ark (2002), Papaioannou ve ark (2007) ve Jurela ve ark (2013) metal ve seramik braketleri, dental plak tutulumu, *S.mutans* ve *L.acidophilus* miktarları açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında bu iki braket materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Brusca ve ark (2007) metal, seramik ve kompozit braketlere *S.mutans* ve *Candida albicans* (*C.albicans*) adezyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında braketler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Ahn ve ark (2007) metal, seramik, plastik ve titanyum braketleri karyojenik mikroorganizmaların tutulumu açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında en fazla tutulumun plastik braketlerde, en az tutulumun ise seramik braketlerde olduğunu

belirtmişlerdir. Rammohan ve ark (2012) metal, seramik, plastik, titanyum ve altın braketleri biyofilm kolonizasyonu açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında en düşük kolonizasyonun metal braketlerde olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmalar ışığında, kliniğimizde en sık kullandığımız braketler olan metal braketler tercih edilmiştir.

Klasik braketlerde ark telini braket slotu içerisine yerleştirebilmek için paslanmaz çelik veya elastik ligatürler kullanılmaktadır (Forsberg ve ark 1991). Sukontapatipark ve ark (2001), Türkkahraman ve ark (2005) elastik ligatürler ve paslanmaz çelik ligatürlerin mikrobiyal tutulum üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, elastik ligatürler ile paslanmaz çelik ligatürler arasında bakteri tutulumu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Forsberg ve ark (1991), De Souza ve ark (2008), Garcez ve ark (2011), Sharma ve ark (2018), Sawhney ve ark (2018) ise, elastik ligatürlerin paslanmaz çelik ligatürlere göre daha fazla mikrobiyal tutulum ve dişeti kanamasına sebep olduklarını, bu sebeple ağız hijyeni iyi olmayan hastalarda paslanmaz çelik ligatürlerin tercih edilmesinin daha uygun olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaları değerlendirdiğimizde, bizim çalışmamızda da ligatürlemeden kaynaklanabilecek bakteri tutulum farklılıklarını ortadan kaldırabilmek için tüm hastalarda 0.010" paslanmaz çelik ligatürler tercih edilmiştir.

Mutans streptokokları (MS) diş çürüğü etyolojisinde oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalar da MS'nin, başlangıç çürük lezyonlarında ve çürük kavitelerinden alınan plaklarda yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir (Hunter 1988, Petersson ve ark 1991, Van Houte 1994). Holbrook ve Beighton (1987) insan dental plağından en sık izole edilen ve en karyojenik olan MS'lerin *S.mutans* ve *S.sobrinus* olduğunu bildirmişlerdir. *Lactobacillus* varlığı ise, diş çürüğü oluşumu için gerekli risk faktörlerinin bulunduğu göstergesidir (Seppä ve ark 1989). Arıç (1990) iki *lactobacil* türünün; *L.acidophilus* ve *L.casei*'nin çürük etkeni olduğunu bildirmiştir. Çürük oluşumundan *S.mutans* ve *S.sobrinus* birinci derecede, *Lactobacillus*'lar ise ikinci derecede sorumludurlar. Ayrıca *S.mutans*'lar minede başlangıç çürüğü oluşumundan, *Lactobacillus*'lar ise dentin çürüğünden sorumlu tutulmuşlardır (Thylstrup ve Fejerskow 1986, Erganiş ve Öztürk 2003). Literatür incelendiğinde; sabit ortodontik tedavi ile oral flora da *S.mutans* ve *Lactobacillus* sayısının arttığı

görülmüştür (Sakamaki ve Bahn 1968, Balenseifen ve Madonia 1970, Scheie ve ark 1984, Rosenbloom ve Tinanoff 1991, Beyth ve ark 2003). Baka ve ark (2013) braketlerin yapıştırılmasından sonra, *S.mutans* ve *L.casei* sayılarının istatistiksel olarak önemli oranda artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Sabit ortodontik tedavinin hedeflerinden biri de hastalara estetik bir görünüm sağlamaktır. Ağız florasında mikrobiyal dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan çürükler, ortodontik tedavinin bu hedefinden uzaklaşmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, literatürde ortodontik ataçmanlar etrafında tutunan dental plak ve karyojenik bakterileri inceleyen birçok çalışma yapılmıştır (Peros ve ark 2011, Lara-Carrillo ve ark 2012, Peros ve ark 2012). Literatüre paralel olarak, çalışmamızda da farklı içeriğe sahip iki ark telindeki bakteriyel adezyon değerlendirilirken, ortodontik apareylerin yerleşiminden sonra sayıca en çok artış gösterdiği bilinen ve diş çürüğüne en çok sebep olan *S.mutans* ve *L.casei* türleri araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda mikroorganizma türlerinin tespiti amacı ile kullanılan klasik tanı yöntemi kültür metodudur. Ortodontik apareylerin etrafındaki karyojenik mikroorganizmaların incelendiği birçok çalışmada kültür metodu kullanılmıştır (Brêtas ve ark 2005, Türkkahraman ve ark 2005, Lessa ve ark 2007, Lim ve ark 2008, Magno ve ark 2008, Pandis ve ark 2010, Peros ve ark 2011). Ancak bu tekniğin laboratuvar sürecinin uzun ve zahmetli olması, hata oranının yüksek olması ve sonuçların elde edilebilmesi için uzun süre beklenilmesi gerekmesi gibi limitasyonları vardır. Bu limitasyonları dolayısı ile, mikrobiyolojik kültür tekniğine göre çok daha hassas ve spesifik olan PCR kullanılmaya başlanmıştır. PCR mikroorganizmaların tanımlanması ve tespit edilebilmesi için spesifik DNA fraksiyonları kullanan, basit, hızlı ve örnek içinde çok az sayıda olan mikroorganizmayı bile belirleyebilen, oldukça hassas bir yöntemdir (Igarashi ve ark 2000). Yıllar içerisinde gelişen teknoloji ile birlikte, PCR'a ek olarak, aynı cihaz ve tüp içerisinde sıcaklık döngüleri ve floresan okunması yapılabilmesi ve hedef bölgenin elektroforeze gerek kalmadan tespit edilebilmesi, çok sayıda örneğin daha kısıda sürede değerlendirilebilmesi ve tüpler açılmadan test sonuçlandığı için kontaminasyon riskinin azalması gibi avantajları nedeniyle real-time PCR tekniği geliştirilmiştir (Gibson ve ark 1996, Arya ve ark 2005, Baka 2013). Bizim çalışmamızda da diş çürüğüne sebep olan bakterilerin tespiti için yüksek hassasiyete

sahip, hızlı bir şekilde istediğimiz bakterilerin ölçümelerini yapabilen real-time PCR tekniği tercih edilmiştir.

Literatür incelendiğinde, birçok çalışmada yüzey pürüzlülüğünü incelemek için profilometre, SEM ya da son yıllarda popülerliği artan AFM kullanılmaktadır (Brewer ve ark 1990, Anusavice 2003). SEM diş hekimliği alanında oldukça sık kullanılan yüzey pürüzlülüğü değerlendirme yöntemidir. AFM ise SEM'e göre bu alanda daha yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır. Fakat AFM ile yapılan ölçümler oldukça hassas, nanometre boyutundadır. Katı yüzeylerde oldukça hassas sonuçlar veren bir yöntem olarak AFM dikkat çekmektedir (Kakaboura ve ark 2007). Ayrıca AFM ile istatistiksel analiz yapmak için sayısal veriler de elde edilebilmektedir. Kakaboura ve ark (2007) yüzey pürüzlülüğünü inceledikleri çalışmalarında AFM'nin SEM'e göre yüzey karakteristiğini daha iyi tanımlayabildiğini bildirmişlerdir. AFM'de inceleme için hazırlığın daha az olması, sadece X ve Y eksenlerinde değil, Z ekseninde de yüzey taraması yapabilmesi SEM'e olan üstünlükleri olarak bildirilmiştir. Ayrıca SEM incelemesi sırasında örneklerin yapısının bozulabileceği, AFM'de ise bozulma olmayacağı belirtilmiştir. AFM'lerin non-kontakt modda, kontakt moda göre istenmeyen örnek-uç temasından kaçınma ve yüzeyde ucun sürtünmesine bağlı alınabilecek hatalı ölçümlerin engellenmesi gibi avantajları vardır (Silikas ve ark 1999, Diociaiuti ve ark 2002, Erdur 2015). Bizim çalışmamızda da sahip olduğu avantajlar göz önünde bulundurularak yüzey pürüzlülüğü AFM ile non-kontakt modda incelenmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün artması mikrobiyal dental plak tutulumu için uygun alan sağlar (Steinberg ve Eyal 2004). Bu alanlara bakteriler kolonize olarak diş çürüğüne sebep olurlar (Mizrahi 1982, Årtun ve Brobakken 1986). Mikrobiyal dental plak tutulumu, kullanılan malzemenin kendine has yüzey özelliklerinden, özellikle yüzey pürüzlülüğünden ve serbest yüzey enerjisinden etkilenmektedir (Lee ve ark 2009). Bu nedenle bizim çalışmamızda da ark tellerinde bulunan bakteri miktarı ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında korelasyon olup olmadığı değerlendirilmiştir.

4.3. Bulguların Tartışılması

4.3.1. Mikrobiyolojik Bulguların Tartışılması

Çalışmamızın mikrobiyolojik bulguları incelendiğinde, *S.mutans* ve *L.casei* bakteri sayılarının grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Birçok araştırmacı, bant, braket veya diğer ortodontik ataçmanların uygulanması ile ağız içerisinde ilave retansiyon alanlarının oluşacağını, buna bağlı olarak hastaların dental plak ve tükürüklerindeki çürüğe sebep olan mikroorganizmaların da sayıca artacağını bildirmişlerdir (Bloom ve Brown 1964, Sakamaki ve Bahn 1968, Corbett ve ark 1981, Forsberg ve ark 1991, Rosenbloom ve Tinanoff 1991, Peros ve ark 2011).

Holbrook ve Beighton (1987) mutans streptokokların diş çürüğü etyolojisinde oldukça önemli bir role sahip olduğunu, bunlardan *S.mutans* ve *S.sobrinus*'un mikrobiyal dental plaktan en sık izole edilen ve en karyojenik mikroorganizmalar olduğunu belirtmişlerdir. Seppa ve ark (1989) *lactobacillus* varlığının, diş çürüğü oluşumu için gerekli koşulların bulunduğu göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Arıç (1990)'da iki laktobasil türü, *L.acidophilus* ve *L.casei*'nin çürük etkeni olduğunu göstermiştir.

Rosenbloom ve Tinanoff (1991) ortodontik tedavi öncesinde, sırasında ve bittikten sonra, tükürükte bulunan *S.mutans* miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, *S.mutans* miktarının tedavi sırasında anlamlı ölçüde arttığını, tedavi bittikten sonra ise başlangıç seviyesine düştüğünü bulmuşlardır. Leung ve ark (2006) sabit ortodontik tedavi gören hastalardan bukkal epitelyal hücre örneği, supragingival ve subgingival plak örneği olarak PCR ile değerlendirdikleri çalışmalarında total bakteri sayısının arttığını, supragingival plakta streptokoklarda istatistiksel olarak anlamlı artış olduğunu bildirmişlerdir. Peros ve ark (2011) sabit ortodontik tedavi gören hastaların tükürüklerindeki *S.mutans* ve *Lactobacillus* sayısını, tedaviye başladıktan 6. 12. ve 18. hafta sonra değerlendirdikleri çalışmalarında *S.mutans* ve *Lactobacillus* sayılarının anlamlı ölçüde arttığını belirtmişlerdir.

Bu alışmalar ışığında ortodontik amaçla kullanılan bant, braket, ligatür, ark teli gibi birçok atamanın oral mikrofloraya etkisi değerlendirilmiş, daha az karyojenik özelliğe sahip materyaller geliştirilmeye çalışılmıştır. Böylece, ortodontik tedavi esnasında sıkça görülen diş çürüklerinin azaltılması hedeflenmiştir. Bu amaçla ortodontide kullanılan çeşitli ark telleri üzerine birçok araştırma yapılmış olup, bulguları birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Al-Lami ve Al-Sheakli (2014) epoksi rezin ve teflon kaplı NiTi ve paslanmaz elik teller ile kaplamasız NiTi ve paslanmaz elik telleri *S.mutans* adezyonu bakımından karşılaştırdıkları invitro çalışmalarında; en yüksek bakteriyel tutulumu epoksi rezin kaplı NiTi ark tellerinde; en düşük bakteriyel tutulumu ise teflon kaplı paslanmaz elik tellerde bulmuşlardır. Bu iki sonuç epoksi rezin kaplı NiTi tellerin yüzey pürüzlülüğü ve teflonun içerisindeki floritleştirilmiş zincirin bakteriyel tutulumu azaltan kimyasal ve fiziksel karakteriyle ilişkilendirilmiştir.

Kim ve ark (2014) 4 estetik kaplamalı, 1 NiTi ve 1 paslanmaz elik tel üzerinde *S.mutans* ve *S.sobrinus* miktarlarını, yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve yüzey serbest enerjisini (SFE) değerlendirdikleri çalışmalarında, farklı marka estetik ark tellerindeki Ra değerlerini birbirlerinden farklı bulmuşlardır. Bu farkın kaplama metoduna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. NiTi ark tellerinin en yüksek SFE'ye sahip olduklarını ve kaplamalı ark tellerine göre daha fazla *S.mutans* ve *S.sobrinus* adezyonu gösterdiklerini bildirmişlerdir. SFE ile bakteri tutulumu arasında ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Raji ve ark (2014) epoksi rezin kaplı NiTi ve kaplanmamış NiTi ark telleri üzerinde, 18 hastada bölünmüş ağız çalışması dizaynı ile yaptıkları ve kültür metodu ile 3 haftalık kullanım sonrası bakteri kolonizasyonlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, kaplanmamış ark tellerindeki bakteri kolonizasyonunu, epoksi rezin kaplanmış olanlara göre daha fazla bulmuşlardır.

Taha ve ark (2016) 30 hastada, 3 farklı marka estetik kaplanmış NiTi ark teli üzerinde, 4 ve 8 haftalık kullanım sonrası *S.mutans*, *S.aureus* ve *C.albicans* miktarlarını ve yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, yüzey przllklerinin arttığını ve bu nedenle biyofilm adezyonlarında da artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Abraham ve ark (2017) 16 hastada, NiTi ve Cu-NiTi ark tellerindeki *S.mutans* adezyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında hem yuvarlak (0.016"), hem de köşeli (0.016"x0.022") ark telleri kullanmışlar, 4 haftalık ağız içi uygulama sonrası *S.mutans* adezyonunu PCR metodu ile değerlendirmişlerdir. Köşeli ark telinde bakteri adezyonunun, yuvarlak ark telinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlölüğü ve SFE'yi de değerlendirdikleri çalışmalarında bizim çalışmamızdan farklı olarak, Cu-NiTi ark tellerinde, NiTi ark tellerine göre *S.mutans* adezyonu, yüzey pürüzlölüğü ve SFE'yi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla bulmuşlardır. Bizim alışmamızda ise ark tellerinin yüzey özelliğinin değişmesi bakteri adezyonunu etkilememiştir. Abraham ve ark (2017) alışmalarında hastalara bonding yapıldıktan hemen sonra ilk çalışma teli olan 0.016" NiTi ve Cu-NiTi ark telleri uygulanmıştır. 9 hastada 0.016" NiTi ark teli üst arka, 0.016" Cu-NiTi ark teli alt arka ve diğer 9 hasta için tam tersi olacak şekilde ark telleri takılmıştır. 4 hafta sonra bu ark telleri çıkarılarak incelenmeye gönderilmiş, 0.016"x0.022" NiTi ve Cu-NiTi ark telleri uygulanmıştır. Bu çalışmada, hastalardan alınan örnekler henüz ortodontik tedavilerin 1. ve 2. aylarında kullanılmış olan ark telleridir. Ancak bizim çalışmamıza, ortodontik tedavileri 12 aydan uzun süredir devam eden hastalar dahil edilmiştir. Dolayısıyla hastaların ağızlarındaki ortodontik ataçmanlara alışmış oldukları, diş fırçalama ve ağız hijyeninin sağlanması da belirli bir yetkinlik kazanmış oldukları düşünölmüştür.

Çalışmamızda, bakteriyel tutulum miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamış olması, bize ark tellerinin gittikçe daha ileri bir teknolojiyle üretilerek, yüzey pürüzlölüklerinin olabildiğince minimuma indirilmiş olabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca yapılan çalışmalarda kullanılan ark tellerinin farklı ticari markalar olması ve üretim tekniklerindeki farklılıklar elde edilen bulguların farklı olmasına sebep olmuş olabilir.

Hepyükselen ve ark (2019) SE-NiTi, Cu-NiTi ve TMA ark tellerindeki mikrobiyal kolonizasyonu inceledikleri çalışmalarında, bu üç farklı ark telinin 4'er haftalık kullanımı sonucu, alınan sürüntü örnekleri ve ark teli örneklerini kültür metodu ile değerlendirmişler, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuçlar bizim çalışmamız ile uyumludur.

Lima ve ark (2019) kaplanmış NiTi, parsiyel olarak kaplanmış NiTi, kaplanmamış NiTi ve kaplanmamış paslanmaz çelik ark telleri üzerinde bölünmüş ağız çalışması dizaynı ile yaptıkları çalışmalarında, 4 haftalık kullanım sonrası, ark tellerinde mikroorganizma adezyonunu ve yüzey pürüzlülükleri ile bakteri kolonizasyonları arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Kaplanmış NiTi ark tellerindeki bakteri adezyonunun en yüksek olduğunu, yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğünün bakteri tutulumuna etkisi olmadığı için ileri çalışmalarda SFE'nin etkisinin değerlendirilmesini tavsiye etmişlerdir.

Polke ve ark (2020) 40 hasta üzerinde, Cu-NiTi, TMA, paslanmaz çelik ve estetik kaplanmış paslanmaz çelik ark telinde 1 aylık kullanım sonrası *S.mutans*, *S.aureus* ve *C.albicans* miktarlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, Cu-NiTi ark tellerindeki bakteri tutulumunu en fazla, estetik kaplanmış paslanmaz çelik ark tellerindeki bakteri tutulumunu ise en az olarak bildirmişlerdir. Bütün ark tellerinde *S.mutans* tutulumuna yakınlık daha fazla, *C.albicans* tutulumuna yakınlık ise daha az bulunmuştur. Cu-NiTi ark telleri ise *S.aureus* tutulumuna en üst düzeyde yakınlık göstermişlerdir. Araştırmacılar dental çürük ve/veya periodontal hastalıklara yakınlığı olan bireyler için ark teli seçiminde biyofilm adezyonunun en önemli belirleyici faktör olabileceğini belirtmişlerdir.

Tawfik ve ark (2020) NiTi, Cu-NiTi, TMA ve Beta III Titanium (CNA) olmak üzere 4 farklı ark telinin, 4 haftalık ağız içi kullanımı sonrası, *S.mutans*, *S.aureus* ve *C.albicans* adezyonlarını kültür metodu ile ve yüzey pürüzlülüklerini AFM ile değerlendirdikleri çalışmalarında, yüzey pürüzlülüğünün tüm ark tellerinde arttığını ve yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında ilişki olduğunu bildirmişlerdir. CuNiTi ve NiTi ark tellerinde *S.mutans* ve *S.aureus* adezyonu açısından anlamlı bir fark bulunmamışken, *C.albicans* adezyonu açısından anlamlı olarak fark bulunmuştur. Bizim çalışmamız da *S.mutans* adezyonu açısından bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Venkatesan ve ark (2020) ortodontik tedavisi devam eden 12 hastada kaplanmamış NiTi ve titanyum dioksit (TiO₂) kaplanmış NiTi ark tellerinde, 1 aylık ağız içi kullanım sonrası, PCR ile *S.mutans* adezyonu ve SEM ile yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki ark telinde de kullanım

sonrası yüzey pürüzlülüğünde artış, kaplanmamış NiTi ark tellerinde ise daha fazla miktarda *S.mutans* adezyonu tespit etmişlerdir. Bunun TiO_2 'in antibakteriyel özelliğine bağlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri arasında, *S.mutans* ve *L.casei* miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. AFM ile yapılan inceleme sonucunda ark tellerinin yüzey pürüzlülükleri arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yüzey pürüzlülükleri arasında anlamlı bir fark olmaması, ark tellerinin farklı yüzey özellikleri göstermelerine rağmen, bakteriyel tutulumlarının benzer olmalarını açıklamaktadır. Ayrıca, hastaların belirli bir süredir tedaviye devam ettikleri göz önüne alındığında ağız hijyenlerini sağlama konusunda yeterli standarda ulaşmış olmaları ve ark tellerinin gittikçe daha ileri teknolojiyle üretilerek yüzey pürüzlülüklerinin olabildiğince minimuma indirilmiş olmasının da bu sonuçlarda etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Costa ve ark (2007) kısa dönem takipli, oral mikrofloradaki değişim üzerine yapılan çalışmalarda, bireylerde ağız hijyenini sağlama konusunda artmış motivasyon ve fırçalama etkinliklerinde artış kaydedildiğini bildirmişlerdir. 'Hawthorne etkisi' denen bu durumun sebebini de bireylerin çalışmaya dahil olduklarını bilmeleri olarak açıklamışlardır. Bizim çalışmamızda da bireylerin çalışma içerisinde olduklarını biliyor olmaları, tedavilerinin 12 aydan uzun bir süredir devam ediyor olması ve buna bağlı olarak ağızlarındaki ortodontik ataçmanlara alışmış olmaları ile diş fırçalama ve ağız hijyenini sağlama konusunda belirli bir yeterlilik kazanmış olmaları, *S.mutans* ve *L.casei* miktarları açısından ark telleri arasında fark bulamamış olmamızı açıklayabilir. Ayrıca hastaların, ağız hijyeni tedavi başından itibaren iyi olan bireyler arasından seçilmiş olması, tek hekimin en az bir yıldır takip ettiği hastalar olması ve buna bağlı olarak kooperasyonun oldukça iyi sağlanmış olması da sonucu açıklayan sebepler arasında gösterilebilir.

Bölünmüş ağız dizaynı (split mouth) olarak yaptığımız çalışmamızda farklı ark telleri hastaların hem alt hem de üst dental arklarına eş zamanlı olarak uygulanmış, böylece tellere tutunan *S.mutans* ve *L.casei* miktarlarına ait değişimler aynı tel için alt veya üst çene de bulunmasına göre de değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonucuna göre ark tellerinin aynı bireyde alt veya üst dental arkta

bulunması *S.mutans* ve *L.casei* miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Alt ve üst dental arklarda benzer *S.mutans* ve *L.casei* miktarlarının bulunması oral mikroflorada bakterilerin homojen dağıldığını göstermektedir. Çalışmamıza benzer olarak, Raji ve ark (2014) epoksi rezin kaplanmış ve kaplamasız NiTi ark tellerindeki bakteri tutulumunu alt ve üst dental arklarda değerlendirdikleri çalışmalarında, arklar arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Auschill ve ark (2004) 8 sağlıklı bireyin alt ve üst dental arklarına, akrilik splint uygulayarak ağız içerisindeki biofilm tabakasını değerlendirdikleri çalışmalarında, 48 saatin sonunda alt ve üst çenede palatal bölgede bukkal bölgeye göre daha az miktarda biyofilm bulunduğunu, ancak bukkal bölgede bulunan biyofilm kalınlığının lokalizasyondan bağımsız olduğunu bulmuşlardır. Bu bilgiler ışığında, çalışmamızın sonuçlarına göre, ark tellerinin alt veya üst dental arkta bulunması arasında *S.mutans* ve *L.casei* miktarları açısından fark bulunmamış olması literatür ile benzerlik göstermektedir.

Grass ve ark (2011) metalik bakır yüzeylerin bakteri, mantar ve virüsler üzerinde antimikrobiyal özelliklerinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu işlem için de “temasla öldürme” terimini kullanmışlardır. Çalışmamızda kullandığımız bakır içerikli Cu-NiTi ark tellerinde SE-NiTi ark tellerine göre bakteriyel tutulumda fark gözlenmemiştir. Nikel-titanyum alaşıma %5,64 oranında bakır eklenmesi ile üretilen bu ark tellerinin, içeriğindeki bakırın antimikrobiyal özellik göstermeye yetecek düzeyde bulunmamasının buna sebep olabileceği düşünülmüştür.

4.3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızın yüzey pürüzlülüğü bulguları incelendiğinde, hem Cu-NiTi, hem de SE-NiTi ark tellerinde, T1 zamanında pürüzlülük T0’a göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştır. 4 haftalık kullanım sonrası, tüm ark telleri daha pürüzlü hale gelmiştir. Sonuçlarımız bu açıdan literatürde, çeşitli ark tellerinde ağız içi kullanım sonrası yüzey pürüzlülüğünü inceleyen birçok çalışma ile uyumlu bulunmuştur. SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdığımızda ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu açıdan literatürde farklı bulguları olan çalışmalar mevcuttur.

Bourauel ve ark (1998) AFM ve profilometre ile 11 NiTi, 1 paslanmaz çelik ve 1 TMA ark telinin yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, paslanmaz çelik ark tellerinin yüzey pürüzlülüklerinin en az olduğunu bildirmişlerdir. TMA ark teli için pürüzlülüğü 0.21 μm olarak ölçerken, NiTi ark tellerinde markaya göre 0.10 ile 1.30 μm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Huang (2005) 4 farklı marka 0.016" NiTi ark telinin korozyon dirençlerini invitro olarak değerlendirdiği çalışmasında, ark tellerinin yüzey pürüzlülüklerini de AFM ile değerlendirmiş ve 3 markada üretime bağlı yüzey defektlerinin belirgin olduğunu, buna bağlı olarak yüzey pürüzlülüklerinin markalara göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. 'RMO' marka ark telinin yüzey pürüzlülüğünün en düşük, 'Ormco' marka ark telinin ise en yüksek olduğunu bildirmiştir.

Lee ve ark (2010) 4 farklı marka NiTi ark telinin yüzey özelliklerini ve yüzey pürüzlülüklerini SEM ve AFM ile değerlendirdikleri çalışmalarında, ark tellerinin yüzey kimyasal yapıları benzer olsa da, yüzey özelliklerinin ve yüzey pürüzlülüklerinin markadan markaya değiştiğini bildirmişlerdir.

D'Anto ve ark (2012) yüzey pürüzlülüklerini kıyaslamak için 4 NiTi (SentallloyH, SentallloyH High Aesthetic, Titanium Memory ThermoTi LiteH ve Titanium Memory EstheticH), 3 TMA (TMAH, Colored TMAH, and Beta TitaniumH), ve 1 paslanmaz çelik (Stainless SteelH) ark tellerinin her birinden 3'er örnek alarak AFM ile incelemişlerdir. Paslanmaz çelik ark tellerini en az, Sentallloy High Aesthetic NiTi ark tellerini ise en pürüzlü bulmuşlardır.

Abraham ve ark (2017) 16 hastada hem yuvarlak (0.016"), hem de köşeli (0.016"x0.022") ark telleri kullanmışlar, 4 haftalık ağız içi uygulama sonrası 'Ormco' marka SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin yüzey pürüzlülüğü ve SFE bulgularını, üç boyutlu profilometre ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, 4 haftalık kullanım sonrasında, tüm tellerde yüzey pürüzlülüğü ve SFE'nin arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmanın bu kısmı bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ancak, Abraham ve ark (2017) hem yuvarlak, hem de köşeli Cu-NiTi ark tellerinin yüzey pürüzlülük ve SFE değerlerinin, SE-NiTi ark tellerinden daha fazla olduğunu, değişikliklerin sadece köşeli ark tellerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak, bizim çalışmamızda, Cu-NiTi ve SE-

NiTi ark tellerinde yapılan AFM incelemesinde, yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuçlar arasındaki farkın; yüzey pürüzlülüğünü incelerken kullanılan yöntemlerin farklı olması, ya da kullanılan ark tellerinin markalarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Gravina ve ark (2014) farklı markalardan SE-NiTi ve Cu-NiTi ark tellerinin mekanik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tellerin yüzey pürüzlülüklerini de SEM ile değerlendirmişler ve markalara göre yüzey pürüzlülüklerinin değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. ‘Ormco’ marka Cu-NiTi ark tellerinin diğer ark tellerine göre en pürüzlü yüzey özelliğine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu bulgu bize, Abraham ve ark (2017) ile bizim çalışmamız arasındaki farkın markaların farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşündürmüştür.

Ghazal ve ark (2015) SE-NiTi ve heat-activated NiTi ark tellerinin yüzey özelliklerini ve nikel iyonu salınımını değerlendirdikleri çalışmalarında, 24 adet ‘American Orthodontics’ marka SE-NiTi ve 24 adet yine aynı marka heat-activated NiTi ark telinin yarısını kontrol grubu kabul edip, diğer yarısını 1 aylık ağız içi kullanım sonrası SEM ve AFM ile incelemişlerdir. Kontrol grubunda (hasta ağzında kullanılmadan önce) heat-activated NiTi ark telleri daha pürüzlü bulunurken, 1 aylık kullanım sonrası her iki ark teli grubunda da yüzey pürüzlülüğünde belirgin artış olmuştur. Aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Venkatesan ve ark (2020) 12 hastada kaplanmamış NiTi ve TiO₂ kaplanmış NiTi ark tellerinde 1 aylık ağız içi kullanım sonrası yüzey pürüzlülüğünü SEM ile değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki ark teli grubunda da yüzey pürüzlülüğünde artış bildirmişlerdir.

Bu çalışmaların sonuçlarında da görüldüğü gibi, marka ya da ark telinin çeşidinden bağımsız olarak, ağız içi kullanım sonrası ark tellerinde pürüzlülüğün artması beklenen bir sonuçtur ve bizim çalışmamızda, bu açıdan literatürdeki diğer çalışmalarla uyumludur.

Yousif ve ark (2016) 10 paslanmaz çelik, 10 NiTi, 10 TMA ve 10 Cu-NiTi olmak üzere 40 adet ark telinde, başlangıç ve 4 haftalık ağız içi kullanım sonrası, 5 farklı bölgeden AFM ile yaptıkları ölçüm sonucu; Cu-NiTi ark tellerinin TMA ve NiTi ark tellerine göre, NiTi ark tellerinin ise TMA ark tellerine göre daha fazla

yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Cu-NiTi ark tellerinin daha pürüzlü olması bizim çalışmamızdan farklıdır. AFM sırasında ölçüm yapılan bölgelerin rastgele seçiliyor olması bu farkın sebebi olarak düşünülebilir. Bu çalışmada ölçümler, 5 farklı bölgeden tek tarama alanında yapılmıştır. Bizim çalışmamızda değerlendirme yapılırken, AFM ile 4 farklı bölgeden, 10 µm x 10 µm, 20 µm x 20 µm ve 40 µm x 40 µm alanlarında tarama yapılarak, 10 µm, 20 µm ve 40 µm için bulunan bu ortalama değerler karşılaştırılmıştır. Yousif ve ark (2016) çalışmasının aksine, yapılan birçok çalışmada ise en fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip ark telinin TMA olduğu bildirilmiştir (Burstone ve Goldberg 1980, Kusy ve ark 1988, Widu ve ark 1999, Watanabe ve Watanabe 2003, Krishnan ve Kumar 2004, Doshi ve Bhad-Patil 2011).

Literatür incelendiğinde ağız içi kullanım sonrası ark tellerinde pürüzlülüğün arttığı konusunda bir fikir birliği olduğu görülmüştür. Bu sonuçların aksini kanıtlayan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızda, bu açıdan literatürle benzerlik göstermektedir. Ancak, farklı içeriğe sahip ark telleri, ya da aynı içeriğe sahip ark tellerinin farklı markaları incelendiğinde birçok farklı sonuç elde edilmiş, bu konuda bir fikir birliği sağlanamamıştır. Bunun sebebi olarak, birçok araştırmacı üretici firmaların üretim metotları arasındaki farklılıkları göstermiştir. Bizim çalışmamızda da SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri arasında yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bunun sebebinin, çalışmamızda kullanılan ark tellerinin aynı marka olması dolayısı ile üretim teknolojilerinin benzer olmasının olabileceği düşünülmüştür. Gelişen teknoloji ile birlikte, firmaların kimyasal içeriklerinden bağımsız olarak, daha pürüzsüz yüzeyli ark telleri üretme konusunda gelişim göstermiş olabileceklerini düşünmekteyiz.

Literatürde yüzey pürüzlülüğündeki ve yüzey serbest enerjisindeki artışın bakteri adezyonunda artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Gravina ve ark 2014, Espinosa-Cristóbal ve ark 2018).

Taha ve ark (2016) 30 hastada, 3 farklı marka estetik kaplanmış NiTi ark teli üzerinde, 4 ve 8 haftalık kullanım sonrası yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, yüzey pürüzlülüklerinin arttığını ve bu nedenle biyofilm adezyonlarında da artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Lima ve ark (2019) kaplanmış NiTi, parsiyel olarak kaplanmış NiTi, kaplanmamış NiTi ve kaplanmamış paslanmaz çelik ark telleri üzerinde 4 haftalık kullanım sonrası, yüzey pürüzlülükleri ile bakteri kolonizasyonları arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Kaplanmış NiTi ark tellerindeki bakteri adezyonunun en yüksek olduğunu, yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğünün bakteri tutulumuna etkisi olmadığı için ileri çalışmalarda SFE'nin etkisinin değerlendirilmesini tavsiye etmişlerdir.

Tawfik ve ark (2020) NiTi, Cu-NiTi, TMA ve CNA olmak üzere 4 farklı ark telinin 4 haftalık ağız içi kullanımı sonrası yüzey pürüzlülüklerini AFM ile değerlendirdikleri çalışmalarında, yüzey pürüzlülüğünün tüm ark tellerinde arttığını ve yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda Cu-NiTi ark telinde, *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile yüzey pürüzlülüğü parametreleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, *L.casei* sayısı ile 40 µm inceleme alanındaki parametreler arasında zayıf pozitif korelasyon, 10 µm ve 20 µm inceleme alanındaki parametreler arasında ise orta pozitif korelasyon bulunmuştur. SE-NiTi ark telinde ise, *S.mutans* ve *L.casei* sayısı ile yüzey pürüzlülüğü parametreleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, *S.mutans* sayısı ile 40 µm inceleme alanındaki parametreler arasında zayıf pozitif korelasyon bulunmuştur. Diğer korelasyonlar anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında zayıf bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

Bütçenin kısıtlı olması sebebiyle hasta sayısının az olması, sadece iki bakteri incelenebilmesi, yüzey serbest enerjisinin incelenememesi çalışmamızın limitasyonlarıdır. Daha fazla mikroorganizma çeşidi ve daha fazla katılımcı ile yüzey serbest enerjisinin de değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

5. SONUÇ

Çalışmamızın sıfır hipotezleri kabul edilmiştir.

SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri arasında 4 haftalık kullanım sonucu PCR incelemesinde, *S.mutans* ve *L.casei* miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her bir ark telinde başlangıca göre, *S.mutans* ve *L.casei* miktarlarında artış tespit edilmiştir.

Ark tellerinin hastaların alt ya da üst dental arkında bulunması, istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır.

SE-NiTi ve Cu-NiTi ark telleri arasında 4 haftalık kullanım sonucu AFM ile yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdiğimizde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yüzey pürüzlülükleri T0-T1 zamanları arasında incelendiğinde hem SE-NiTi, hem de Cu-NiTi ark tellerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Çalışmamızdaki korelasyon bulgularını değerlendirdiğimizde yüzey pürüzlülüğü ile bakteri adezyonu arasında zayıf bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

Sabit ortodontik tedavinin oral mikroflora da değişikliğe ve buna bağlı olarak da diş çürüklerinde artışa sebep olduğu bilinmektedir. Ancak iyi bir ağız hijyeni ile diş çürüklerinin oluşması engellenebilmektedir.

Bu çalışmada amacımız ortodonti pratiğinde oldukça sık kullanılan SE-NiTi ark telleri ile diş hareket etkinliğini arttıran Cu-NiTi ark telleri arasında bakteriyel adezyon açısından fark olup olmadığını incelemek ve herhangi bir üstünlük belirlenmesi durumunda özellikle çürük aktif bireylerde bu ark telinin kullanımının uygunluğunu belirlemektir. Ancak, çalışmamızın sonuçlarına göre önerimiz, kullanılan ark telinin içeriğinden çok, ağız hijyeni sağlama konusunda etkin bir motivasyonunun daha önemli olduğudur.

Daha uzun süre takipli ve daha fazla hasta ile yapılacak klinik çalışmaların, bizim elde ettiğimiz verilere ek bulgular ortaya koyabileceğini düşünmekteyiz.

6. KAYNAKLAR

- Abraham KS, Jagdish N, Kailasam V, Padmanabhan S, 2017. Streptococcus mutans adhesion on nickel titanium (NiTi) and copper-NiTi archwires: A comparative prospective clinical study. The Angle Orthodontist, 87, 3, 448-54.
- Ahn S-J, Kho H-S, Lee S-W, Nahm D-S, 2002. Roles of salivary proteins in the adherence of oral streptococci to various orthodontic brackets. Journal of dental research, 81, 6, 411-5.
- Ahn S-J, Lee S-J, Lim B-S, Nahm D-S, 2007. Quantitative determination of adhesion patterns of cariogenic streptococci to various orthodontic brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 132, 6, 815-21.
- Ahn S-J, Lim B-S, Lee S-J, 2007. Prevalence of cariogenic streptococci on incisor brackets detected by polymerase chain reaction. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 131, 6, 736-41.
- Akgül A, (2003). Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri SPSS uygulamaları [Statistical analysis techniques for medical research-SPSS applications], Ankara: Emek Ofset Ltd. Şti.
- Akin M, Basciftci FA, 2012. Can white spot lesions be treated effectively? The Angle Orthodontist, 82, 5, 770-5.
- Akin M, Tazcan M, Ileri Z, Ayhan F, 2013. Incidence of white spot lesion during fixed orthodontic treatment. Turkish J Orthod Vol, 26, 2.
- Al-Lami AAR, Al-Sheakli II, 2014. Quantitative assessment of Mutans Streptococci adhesion to coated and uncoated orthodontic archwires (In vitro study). Journal of baghdad college of dentistry, 26, 4, 156-62.
- Amano A, 2010. Host-parasite interactions in periodontitis: microbial pathogenicity and innate immunity. Periodontology 2000, 54, 1, 9-14.
- Anhoury P, Nathanson D, Hughes CV, Socransky S, Feres M, Chou LL, 2002. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. The Angle Orthodontist, 72, 4, 338-43.
- Arends J, Christoffersen J, 1986. Invited review article: the nature of early caries lesions in enamel. Journal of dental research, 65, 1, 2-11.
- Arıç Ö, 1990. Ağız Mikrobiyolojisi. 3 ed. istanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1990.
- Arneberg P, Giertsen E, Emberland H, Øgaard B, 1997. Intra-oral variations in total plaque fluoride related to plaque pH. Caries research, 31, 6, 451-6.
- Årtun J, Brobakken BO, 1986. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. The European Journal of Orthodontics, 8, 4, 229-34.
- Arya M, Shergill IS, Williamson M, Gommersall L, Arya N, Patel HR, 2005. Basic principles of real-time quantitative PCR. Expert review of molecular diagnostics, 5, 2, 209-19.
- Ashley F, Usiskin L, Wilson R, Wagaiyu E, 1998. The relationship between irregularity of the incisor teeth, plaque, and gingivitis: a study in a group of schoolchildren aged 11-14 years. The European Journal of Orthodontics, 20, 1, 65-72.
- Atack NE, Sandy JR, Addy M, 1996. Periodontal and microbiological changes associated with the placement of orthodontic appliances. A review. Journal of Periodontology, 67, 2, 78-85.
- Atassi F, Awartani F, 2010. Oral hygiene status among orthodontic patients. J Contemp Dent Pract, 11, 4, 25-32.

- Auschill T, Hellwig E, Sculean A, Hein N, Arweiler N, 2004. Impact of the intraoral location on the rate of biofilm growth. *Clinical Oral Investigations*, 8, 2, 97-101.
- Axelsson P, 1993. Current role of pharmaceuticals in prevention of caries and periodontal disease. *International dental journal*, 43, 5, 473-82.
- Axelsson P, Paulartder J, Lindhe J, 1998. Relationship between smoking and dental status in 35-, 50-, 65-, and 75-year-old individuals. *Journal of clinical periodontology*, 25, 4, 297-305.
- Baab DA, Johnson RH, 1989. The effect of a new electric toothbrush on supragingival plaque and gingivitis. *Journal of periodontology*, 60, 6, 336-41.
- Bagg J, MacFarlane TW, Poxton IR, Smith AJ, 2006. *Essentials of microbiology for dental students*. Ed. 2, Oxford university press, p.
- Baka ZM, 2013. Farklı braket ve ligasyon tiplerinin dental plak birikimi ve mikrobiyal flora üzerine etkilerinin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U, 2013. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: a quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 144, 2, 260-7.
- Balenseifen JW, Madonia J, 1970. Study of dental plaque in orthodontic patients. *Journal of dental research*, 49, 2, 320-4.
- Banks P, Chadwick S, Asher-McDade C, Wright J, 2000. Fluoride-releasing elastomerics-a prospective controlled clinical trial. *The European Journal of Orthodontics*, 22, 4, 401-7.
- Bayırlı G, Sirin S, 1982. Konservatif Dis Tedavisi. . Istanbul: Dünya Tıp Kitabevi Ltd Sti. 1982:269-337.
- Becerik S, Özçaka Ö, Nalbantsoy A, Atilla G, Celec P, Behuliak M, Emingil G, 2010. Effects of menstrual cycle on periodontal health and gingival crevicular fluid markers. *Journal of periodontology*, 81, 5, 673-81.
- Beighton D, 2005. The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. *Community dentistry and oral epidemiology*, 33, 4, 248-55.
- Bentley C, Crawford J, Broderius C, 1988. Analytical and physiological variability of salivary microbial counts. *Journal of dental research*, 67, 11, 1409-13.
- Beyth N, Redlich M, Harari D, Friedman M, Steinberg D, 2003. Effect of sustained-release chlorhexidine varnish on *Streptococcus mutans* and *Actinomyces viscosus* in orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123, 3, 345-8.
- Biermann MC, Berzins DW, Bradley TG, 2007. Thermal analysis of as-received and clinically retrieved copper-nickel-titanium orthodontic archwires. *The Angle Orthodontist*, 77, 3, 499-503.
- Biesbrock AR, Bartizek RD, Walters PA, 2008. Improved plaque removal efficacy with a new manual toothbrush. *J Contemp Dent Pract*, 9, 4, 1-8.
- Binnig G, Quate CF, Gerber C, 1986. Atomic force microscope. *Physical review letters*, 56, 9, 930.
- Birben E, 2006. Polimeraz zincir reaksiyonu. *Astım Allerji İmmünoloji*. 2006;4:92-4.
- Bishara SE, Ostby AW. White spot lesions: formation, prevention, and treatment. *Seminars in*

orthodontics, 174-82.

- Bloom RH, Brown LR, 1964. A study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 17, 5, 658-67.
- Bolgül BS, Çelenk S, Ayna BE, Atakul F, 2004. Türkiye-Diyarbakır'ın Kırsalında 7-9 Yaşındaki Çocuklarda Tükürük Mutans Streptokok/laktobasil Ve Plak Ph'sı İle Diş Çürüğü Arasındaki İlişkiler. *Türkiye Klinikleri, . Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 10, 2, 69-73.
- Bonetti GA, Parenti SI, Garulli G, Gatto MR, Checchi L, 2013. Effect of fixed orthodontic appliances on salivary properties. *Progress in orthodontics*, 14, 1, 13.
- Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R, 1998. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscope, laser specular reflectance, and profilometry. *The European Journal of Orthodontics*, 20, 1, 79-92.
- Bowen D, 2003. Mechanical plaque control: toothbrushes and toothbrushing. Darby ML, Walsh MM. *Dental Hygiene Theory and Practice 2nd Ed.*, Saunders, St. Louis, Missouri, 348-59.
- Bowen WH, 2002. Do we need to be concerned about dental caries in the coming millennium? *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13, 2, 126-31.
- Bradshaw D, Marsh P, 1998. Analysis of pH-driven disruption of oral microbial communities in vitro. *Caries research*, 32, 6, 456-62.
- Brantley WA, Eliades T, 2001. Orthodontic materials: scientific and clinical aspects. *AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS AND DENTOFACIAL ORTHOPEDICS*, 119, 6, 672-3.
- Brecx M, Rönström A, Theilade J, Attström R, 1981. Early formation of dental plaque on plastic films: 2. Electron microscopic observations. *Journal of periodontal research*, 16, 2, 213-27.
- Brêtas SM, Macari S, Elias AM, Ito IY, Matsumoto MAN, 2005. Effect of 0.4% stannous fluoride gel on Streptococci mutans in relation to elastomeric rings and steel ligatures in orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 127, 4, 428-33.
- Brewer JD, Garlapo DA, Chipps EA, Tedesco LA, 1990. Clinical discrimination between autoglazed and polished porcelain surfaces. *The Journal of prosthetic dentistry*, 64, 6, 631-5.
- Brusca M, Chara O, Sterin-Borda L, Rosa A, 2007. Influence of different orthodontic brackets on adherence of microorganisms in vitro. *The Angle Orthodontist*, 77, 2, 331-6.
- Burstone CJ, 1981. Variable-modulus orthodontics. *American journal of orthodontics*, 80, 1, 1-16.
- Burstone CJ, Goldberg AJ, 1980. Beta titanium: a new orthodontic alloy. *American journal of orthodontics*, 77, 2, 121-32.
- Burstone CJ, Liebler SA, Goldberg AJ, 2011. Polyphenylene polymers as esthetic orthodontic archwires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139, 4, e391-e8.
- Carranza F, (2006). *Clinical periodontology*. St. Louis: Saunders, Elsevier.
- Chang H, Walsh L, Freer T, 1997. Enamel demineralization during orthodontic treatment. Aetiology and prevention. *Australian Dental Journal*, 42, 5, 322-7.
- Chang H, Walsh LJ, Freer TJ, 1999. The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity, and levels of mutans streptococci and lacto bacilli. *Australian orthodontic journal*, 15, 4, 229.
- Chhattani S, Shetty PC, Laxmikant S, Ramachandra C, 2014. In vitro assessment of photocatalytic titanium oxide surface-modified stainless steel and nickel titanium orthodontic wires for its antiadherent and antibacterial properties against Streptococcus mutans. *Journal of Indian*

Orthodontic Society, 48, 2, 82-7.

- Chun M-J, Shim E, Kho E-H, Park K-J, Jung J, Kim J-M, Kim B, Lee K-H, Cho D-L, Bai D-H, 2007. Surface modification of orthodontic wires with photocatalytic titanium oxide for its antiadherent and antibacterial properties. *The Angle Orthodontist*, 77, 3, 483-8.
- Ciancio S, 2003. Improving oral health: current considerations. *Journal of Clinical Periodontology*, 30, 4-6.
- Clerehugh V, Williams P, Shaw W, Worthington H, Warren P, 1998. A practice-based randomised controlled trial of the efficacy of an electric and a manual toothbrush on gingival health in patients with fixed orthodontic appliances. *Journal of dentistry*, 26, 8, 633-9.
- Corbett J, Brown L, Keene H, Horton I, 1981. Comparison of *Streptococcus mutans* concentrations in non-banded and banded orthodontic patients. *Journal of dental research*, 60, 12, 1936-42.
- Costa M, Marcantonio RAC, Cirelli JA, 2007. Comparison of manual versus sonic and ultrasonic toothbrushes: a review. *International journal of dental hygiene*, 5, 2, 75-81.
- Çetinkaya E, Ayhan K, 2012. Mikrobiyolojide kullanılan bazı moleküler teknikler. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 2, 1, 53-62.
- Çevik A, 1994. PCR ve infeksiyöz hastalıklarda kullanımı. *Seminer, Ankara Hastanesi Klinik Mikrobiyoloji ve Enfeksiyon Hastalıkları Bölümü*.
- D'Antò V, Rongo R, Ametrano G, Spagnuolo G, Manzo P, Martina R, Paduano S, Valletta R, 2012. Evaluation of surface roughness of orthodontic wires by means of atomic force microscopy. *The Angle Orthodontist*, 82, 5, 922-8.
- Daneo-Moore L, Terleckyj B, Shockman G, 1975. Analysis of growth rate in sucrose-supplemented cultures of *Streptococcus mutans*. *Infection and immunity*, 12, 5, 1195-205.
- Darveau RP, Tanner A, Page RC, 1997. The microbial challenge in periodontitis. *Periodontology* 2000, 14, 1, 12-32.
- De Souza RA, de Araújo Magnani MBB, Nouer DF, da Silva CO, Klein MI, Sallum EA, Gonçalves RB, 2008. Periodontal and microbiologic evaluation of 2 methods of archwire ligation: ligature wires and elastomeric rings. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134, 4, 506-12.
- Diociaiuti M, Bordi F, Motta A, Carosi A, Molinari A, Arancia G, Coluzza C, 2002. Aggregation of gramicidin A in phospholipid Langmuir-Blodgett monolayers. *Biophysical journal*, 82, 6, 3198-206.
- Doshi UH, Bhad-Patil WA, 2011. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139, 1, 74-9.
- Drescher D, Bourauel C, Schumacher H-A, 1989. Frictional forces between bracket and arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96, 5, 397-404.
- Eker A, 2016. Farklı braket tiplerinin dental plak birikimi ve mikrobiyal flora üzerine etkilerinin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi.
- Elayyan F, Silikas N, Bearn D, 2008. Ex vivo surface and mechanical properties of coated orthodontic archwires. *The European Journal of Orthodontics*, 30, 6, 661-7.
- Eliades T, Eliades G, Brantley WA, 1995. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 4, 351-60.

- Erdur EA, 2015. Porselen yüzeyine lazer uygulamasının metal braketlerin bağlanma dayanıklılığı üzerine etkisi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Erganiş O, Öztürk A, 2003. Oral Mikrobiyoloji & İmmünoloji. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Ericsson I, Tehlander B, Lindhe J, Okamoto H, 1977. The effect of orthodontic tilting movements on the periodontal tissues of infected and non-infected dentitions in dogs. *Journal of Clinical Periodontology*, 4, 4, 278-93.
- Espinosa-Cristóbal LF, López-Ruiz N, Cabada-Tarín D, Reyes-López SY, Zaragoza-Contreras A, Constandse-Cortéz D, Donohué-Cornejo A, Tovar-Carrillo K, Cuevas-González JC, Kobayashi T, 2018. Antiadherence and antimicrobial properties of silver nanoparticles against *Streptococcus mutans* on brackets and wires used for orthodontic treatments. *Journal of Nanomaterials*, 2018.
- Evans T, Durning P, 1996. Aligning archwires, the shape of things to come?—A fourth and fifth phase of force delivery. *British journal of orthodontics*, 23, 3, 269-75.
- Farronato G, Maijer R, Caria MP, Esposito L, Alberzoni D, Cacciato G, 2012. The effect of Teflon coating on the resistance to sliding of orthodontic archwires. *The European Journal of Orthodontics*, 34, 4, 410-7.
- Featherstone J, Rodgers B, 1981. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries research*, 15, 5, 377-85.
- Featherstone JD, 1999. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community dentistry and oral epidemiology*, 27, 1, 31-40.
- Fejerskov O, 2004. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries research*, 38, 3, 182-91.
- Fernandes DJ, Peres RV, Mendes AM, Elias CN, 2011. Understanding the shape-memory alloys used in orthodontics. *ISRN dentistry*, 2011.
- Fine D, 1994. Evaluation of antimicrobial mouthrinses and their bactericidal effectiveness. *The Journal of the American Dental Association*, 125, 8, 11S-9S.
- Forsberg C-M, Brattström V, Malmberg E, Nord CE, 1991. Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli*. *The European Journal of Orthodontics*, 13, 5, 416-20.
- Fujiwara T, Sasada E, Mima N, Ooshima T, 1991. Caries prevalence and salivary mutans streptococci in 0–2-year-old children of Japan. *Community dentistry and oral epidemiology*, 19, 3, 151-4.
- G. E, 2015. Icon Materyali ile Resin İnfiltrasyon Yöntemi Sonucunda Materyalin Mikrosertliği, Yapay Çürük Lezyonuna Penetrasyonu ve AFM ile Yüzey Kalitesinin İncelenmesi [Doktora Tezi]. İstanbul, Yeditepe Üniversitesi; .
- Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H, 2011. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140, 4, e193-e8.
- García-Godoy F, Hicks M, 2008. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *The Journal of the American Dental Association*.139:25-34.
- Gatto E, Mateares G, 2011. Di bella G, Nucera R, Cordasco G. Load deflection characteristics of super and thermal Ni-Ti wires. *Eur J Orthod*, 10, 1-9.

- Ghazal ARA, Hajeer MY, Al-Sabbagh R, Alghoraibi I, Aldiry A, 2015. An evaluation of two types of nickel-titanium wires in terms of micromorphology and nickel ions' release following oral environment exposure. *Progress in Orthodontics*, 16, 1, 9.
- Gibson UE, Heid CA, Williams PM, 1996. A novel method for real time quantitative RT-PCR. *Genome research*, 6, 10, 995-1001.
- Gil F, Planell J, 1999. Effect of copper addition on the superelastic behavior of Ni-Ti shape memory alloys for orthodontic applications. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 48, 5, 682-8.
- Gil FJ, Espinar-Escalona E, Clusellas N, Fernandez-Bozal J, Artes-Ribas M, Puigdollers A, 2020. New Bactericide Orthodontic Archwire: NiTi with Silver Nanoparticles. *Metals*, 10, 6, 702.
- Glans R, Larsson E, Øgaard B, 2003. Longitudinal changes in gingival condition in crowded and noncrowded dentitions subjected to fixed orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 124, 6, 679-82.
- Goldberg AJ, Liebler SA, Burstone CJ, 2011. Viscoelastic properties of an aesthetic translucent orthodontic wire. *The European Journal of Orthodontics*, 33, 6, 673-8.
- Goldberg J, Burstone CJ, 1979. An evaluation of beta titanium alloys for use in orthodontic appliances. *Journal of dental research*, 58, 2, 593-9.
- Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ, 1982. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American journal of orthodontics*, 81, 2, 93-8.
- Grass G, Rensing C, Solioz M, 2011. Metallic copper as an antimicrobial surface. *Appl. Environ. Microbiol.*, 77, 5, 1541-7.
- Gravina MA, Canavaro C, Elias CN, Chaves MdGAM, Brunharo IHVP, Quintão CCA, 2014. Mechanical properties of NiTi and CuNiTi wires used in orthodontic treatment. Part 2: Microscopic surface appraisal and metallurgical characteristics. *Dental press journal of orthodontics*, 19, 1, 69-76.
- Griffiths G, Addy M, 1981. Effects of malalignment of teeth in the anterior segments on plaque accumulation. *Journal of clinical periodontology*, 8, 6, 481-90.
- Grossman E, Proskin H, 1997. A comparison of the efficacy and safety of an electric and a manual children's toothbrush. *The Journal of the American Dental Association*, 128, 4, 469-74.
- Gurgel JdA, Kerr S, Powers JM, LeCrone V, 2001. Force-deflection properties of superelastic nickel-titanium archwires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 120, 4, 378-82.
- Günel T, 2007. Gen Anlatımının Kantitatif Analizi. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 27, 5, 763-7.
- Hadler-Olsen S, Sandvik K, El-Agroudi MA, Øgaard B, 2012. The incidence of caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents with a comprehensive caries prophylactic regimen—a prospective study. *The European Journal of Orthodontics*, 34, 5, 633-9.
- Haffajee AD, 1994. Microbial etiological agents of destructive periodontal diseases. *Periodontology* 2000, 5, 78-111.
- Hallmon WW, Rossmann JA, 1999. The role of drugs in the pathogenesis of gingival overgrowth. A collective review of current concepts. *Periodontology* 2000, 21, 1, 176-96.
- Hamada S, Slade HD, 1980. Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*.

Microbiological reviews, 44, 2, 331.

Hardie J, 1992. Oral microbiology: current concepts in the microbiology of dental caries and periodontal disease. *British Dental Journal*, 172, 7, 271-8.

Harikrishnan P, Subha TS, Kavitha V, Gnanamani A, 2013. Microbial adhesion on orthodontic ligating materials: An in vitro assessment.

Hasipek S, SENISIK NE, ÇETIN ES, 2019. An Examination of Bacterial Colonisation on Nickel-Titanium Arch-wires with Different Surface Properties. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 13, 6.

Hawkins B, Kohout F, Lainson P, Heckert A, 1986. Duration of toothbrushing for effective plaque control. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985), 17, 6, 361.

Hepyukselen BG, Cesur MG, 2019. Comparison of the microbial flora from different orthodontic archwires using a cultivation method and PCR: A prospective study. *Orthodontics & craniofacial research*, 22, 4, 354-60.

Hickman J, Millett D, Sander L, Brown E, Love J, 2002. Powered vs manual tooth brushing in fixed appliance patients: a short term randomized clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 72, 2, 135-40.

Holbrook W, 1993. Dental caries and cariogenic factors in pre-school urban Icelandic children. *Caries Research*, 27, 5, 431-7.

Holbrook W, Beighton D, 1987. Streptococcus mutans levels in saliva and distribution of serotypes among 9-year-old Icelandic children. *European Journal of Oral Sciences*, 95, 1, 37-42.

Hollender L, Rönnerman A, 1978. Proximal caries progression in connection with orthodontic treatment. *Swedish dental journal*, 2, 5, 153.

Howe G, Greener E, Crimmins D, 1968. Mechanical properties and stress relief of stainless steel orthodontic wire. *The Angle Orthodontist*, 38, 3, 244-9.

Huang H-H, 2005. Variation in corrosion resistance of nickel-titanium wires from different manufacturers. *The Angle Orthodontist*, 75, 4, 661-5.

Huang R, Li M, Gregory RL, 2012. Effect of nicotine on growth and metabolism of Streptococcus mutans. *European journal of oral sciences*, 120, 4, 319-25.

Humphrey SP, Williamson RT, 2001. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *The Journal of prosthetic dentistry*, 85, 2, 162-9.

Hunter PB, 1988. Risk factors in dental caries. *International dental journal*, 38, 4, 211-7.

Igarashi T, Yamamoto A, Goto N, 1996. Direct detection of Streptococcus mutans in human dental plaque by polymerase chain reaction. *Oral microbiology and immunology*, 11, 5, 294-8.

Igarashi T, Yamamoto A, Goto N, 2000. PCR for detection and identification of Streptococcus sobrinus. *Journal of medical microbiology*, 49, 12, 1069-74.

Iijima M, Muguruma T, Brantley W, Choe H-C, Nakagaki S, Alapati SB, Mizoguchi I, 2012. Effect of coating on properties of esthetic orthodontic nickel-titanium wires. *The Angle Orthodontist*, 82, 2, 319-25.

Ingervall B, 1962. The influence of orthodontic appliances on caries frequency. *Odontol Revy*, 13, 2, 175-90.

Itagaki M, Kubota T, Tai H, Shimada Y, Morozumi T, Yamazaki K, 2004. Matrix metalloproteinase-

- 1 and-3 gene promoter polymorphisms in Japanese patients with periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 31, 9, 764-9.
- Iwasaki LR, Beatty MW, Randall CJ, Nickel JC, 2003. Clinical ligation forces and intraoral friction during sliding on a stainless steel archwire. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123, 4, 408-15.
- Jandt KD, 2001. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*, 491, 3, 303-32.
- Jurela A, Repic D, Pejda S, Juric H, Vidakovic R, Matic I, Bosnjak A, 2013. The effect of two different bracket types on the salivary levels of S mutans and S sobrinus in the early phase of orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 83, 1, 140-5.
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N, 2007. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18, 1, 155-63.
- Kao C-T, Ding S-J, He H, Chou MY, Huang T-H, 2007. Cytotoxicity of orthodontic wire corroded in fluoride solution in vitro. *The Angle orthodontist*, 77, 2, 349-54.
- Kapila S, Sachdeva R, 1989. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96, 2, 100-9.
- Karabekiroğlu S, İleri Z, Yılmaz ME, Ünlü N, 2014. Birinci büyük azı dişlerde çürük gelişme riskinde sabit ortodontik tedavinin etkisi. *Selcuk Dental Journal*, 1, 1, 20-6.
- Karunakara R, 2012. Nickel titanium wires in orthodontics: a review. *J Dent Oral Biosci*, 3, 40-2.
- Kaya S, 1997. Tükürük bezi hastalıkları. Günes Tıp Kitabevi, Ankara.
- Kazancıoğlu H, Erişen M, Demirtaş N, Türkmen A, Ak G, 2013. DİŞ ETİ BÜYÜMESİ MEYDANA GETİREN İLAÇLAR VE TEDAVİLERİ. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 47, 1, 66-72.
- Keene HJ, Shklair IL, Hoerman KC, 1976. Partial elimination of Streptococcus mutans from selected tooth surfaces after restoration of carious lesions and SnF2 prophylaxis. *The Journal of the American Dental Association*, 93, 2, 328-33.
- Kidd E, Joystan-Bechal S, 1987. Essentials of Caries Diagnosis: The Disease and its Management. *Dental Practitioners Handbook*, 31.
- Kiliçoğlu H, Yildirim M, Polater H, 1997. Comparison of the effectiveness of two types of toothbrushes on the oral hygiene of patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 111, 6, 591-4.
- Kim I-H, Park H-S, Kim YK, Kim K-H, Kwon T-Y, 2014. Comparative short-term in vitro analysis of mutans streptococci adhesion on esthetic, nickel-titanium, and stainless-steel arch wires. *Angle Orthodontist*, 84, 4, 680-6.
- Kirubaharan S, Abraham NJ, Vignesh Kailasam, and Sridevi Padmanabhan 2017. Streptococcus mutans adhesion on nickel titanium (NiTi) and copper-NiTi archwires: A comparative prospective clinical study. *The Angle Orthodontist* May 2017, Vol. 87, No. 3, pp. 448-454.
- Kj A, 2003. Phillips' science of dental materials. St. Louis: WB Saunders, 596.
- Kloehn J, Pfeifer J, 1974. The effect of orthodontic treatment on the periodontium. . *The Angle Orthodontist*, 44, 2, 127-34.
- Kokich V, 2002. The role of orthodontics as an adjunct to periodontal therapy. *Clinical periodontology*, 9, 704-18.

- Krasse B, Jordan H, Edwardsson S, Svensson I, Trell L, 1968. The occurrence of certain “caries-inducing” streptococci in human dental plaque material: With special reference to frequency and activity of caries. *Archives of oral biology*, 13, 8, 911-8.
- Krishnan V, Ambili R, Davidovitch Z, Murphy N, 2007. Gingiva and orthodontic treatment. . *Seminars in Orthodontics*; 2007.
- Krishnan V, Kumar KJ, 2004. Mechanical properties and surface characteristics of three archwire alloys. *The Angle Orthodontist*, 74, 6, 825-31.
- Kubinek I R, Zapletalova Z, Vujtek M, Novotný R, Kolarova H, Chmelickova H, 2007. Examination of dentin surface using AFM and SEM.
- Kubista M, 2008. Emerging real-time PCR application. *DDW DRUG DISCOVERY WORLD*, 9, 3, 57.
- Kubista M, Andrade JM, Bengtsson M, Forootan A, Jonák J, Lind K, Sindelka R, Sjöback R, Sjögreen B, Strömbom L, 2006. The real-time polymerase chain reaction. *Molecular aspects of medicine*, 27, 2-3, 95-125.
- Kumar A, Konda P, 2014. X-ray diffraction of orthodontic archwires for evaluation and comparison of surface deposits: An in vitro study. *Journal of Orthodontic Research*| May-Aug, 2, 2, 75.
- Kuramitsu HK, 2003. Molecular genetic analysis of the virulence of oral bacterial pathogens: an historical perspective. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14, 5, 331-44.
- Kusy R, Dilley G, 1984. Elastic property ratios of a triple-stranded stainless steel arch wire. *American journal of orthodontics*, 86, 3, 177-88.
- Kusy RP, 1991. Nitinol alloys: So, who's on first? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100, 3, 25A-6A.
- Kusy RP, 1997. A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. *The Angle Orthodontist*, 67, 3, 197-207.
- Kusy RP, Whitley JQ, Mayhew MJ, Buckthal JE, 1988. Surface roughness of orthodontic archwires via laser spectroscopy. *The Angle Orthodontist*, 58, 1, 33-45.
- Kuvvetli SS, Sandallı N, 2006. Sabit Ortodontik Tedavi Gören Hastalarda Ağız Hijyeninin Sağlanması ve Diş Çürüklerinin Önlenmesi.
- Külekcı G, 1998. Diş çürüğü aktivite testleri: Neden, ne zaman, nasıl? *Tubitak ağız biyolojisi uygulamalı eğitim programı kitabı*. 1998.
- Kwon TY, Hong SH, Kim YK, Kim KH, 2010. Antibacterial effects of 4-META/MMA-TBB resin containing chlorhexidine. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 92, 2, 561-7.
- Lang NP, Attström R, Loe H, 1998. Proceedings of the European Workshop on Mechanical Plaque Control: Status of the Art and Science of Dental Plaque Control: Castle of Münchenwiler, Berne, Switzerland, May 9-12, 1998, Quintessence Publishing (IL), p.
- Lara-Carrillo E, Montiel-Bastida NM, Sánchez-Pérez L, Alanís-Tavira J, 2012. Factors correlated with developing caries during orthodontic treatment: Changes in saliva and behavioral risks. *Journal of Dental Sciences*, 7, 3, 218-23.
- Leal S, Mickenautsch S, 2010. Salivary streptococcus mutans count and caries outcome-a systematic

- review. *Journal of Minimum Intervention in Dentistry*, 3, 4, 137-47.
- Lee H-J, Park H-S, Kim K-H, Kwon T-Y, Hong S-H, 2011. Effect of garlic on bacterial biofilm formation on orthodontic wire. *The Angle Orthodontist*, 81, 5, 895-900.
- Lee S-P, Lee S-J, Lim B-S, Ahn S-J, 2009. Surface characteristics of orthodontic materials and their effects on adhesion of mutans streptococci. *The Angle Orthodontist*, 79, 2, 353-60.
- Lee T-H, Huang T-K, Lin S-Y, Chen L-K, Chou M-Y, Huang H-H, 2010. Corrosion resistance of different nickel-titanium archwires in acidic fluoride-containing artificial saliva. *Angle Orthodontist*, 80, 3, 547-53.
- Lessa FCR, Enoki C, Ito IY, Faria G, Matsumoto MAN, Nelson-Filho P, 2007. In-vivo evaluation of the bacterial contamination and disinfection of acrylic baseplates of removable orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131, 6, 705. e11-. e17.
- Leung NM, Chen R, Rudney JD, 2006. Oral bacteria in plaque and invading buccal cells of young orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130, 6, 698. e11-. e18.
- Lim B-S, Lee S-J, Lee J-W, Ahn S-J, 2008. Quantitative analysis of adhesion of cariogenic streptococci to orthodontic raw materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133, 6, 882-8.
- Lim K, Lew K, Toh S, 1994. Bending stiffness of two aesthetic orthodontic archwires: an in vitro comparative study. *Clinical materials*, 16, 2, 63-71.
- Lima KCC, Paschoal MAB, de Araújo Gurgel J, Freitas KMS, Pinzan-Vercelino CRM, 2019. Comparative analysis of microorganism adhesion on coated, partially coated, and uncoated orthodontic archwires: A prospective clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 156, 5, 611-6.
- Lindquist B, Emilson C, 1990. Distribution and prevalence of mutans streptococci in the human dentition. *Journal of dental research*, 69, 5, 1160-6.
- Lingström P, Van Ruyven FO, Van Houte J, Kent R, 2000. The pH of dental plaque in its relation to early enamel caries and dental plaque flora in humans. *Journal of dental research*, 79, 2, 770-7.
- Little J, 2000. Epidemiology of neurodevelopmental disorders in children. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 63, 1-2, 11-20.
- Liu H, Sun J, Dong Y, Lu H, Zhou H, Hansen BF, Song X, 2011. Periodontal health and relative quantity of subgingival *Porphyromonas gingivalis* during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 81, 4, 609-15.
- Loesche W, 1994. Ecology of the oral flora. *Oral microbiology and immunology*, 2nd ed. WB Saunders, Philadelphia, Pa, 307-19.
- Loesche WJ, 1986. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiological reviews*, 50, 4, 353.
- Lovrov S, Hertrich K, Hirschfelder U, 2007. Enamel demineralization during fixed orthodontic treatment—incidence and correlation to various oral-hygiene parameters. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 68, 5, 353-63.
- Löe H, 1973. Plaque control in periodontal disease. . *The Journal of the American Dental Association*. 1973;87(5):1034-6.

- Löe H, Theilade E, Jensen SB, 1965. Experimental gingivitis in man. *The Journal of periodontology*, 36, 3, 177-87.
- Lundström F, Hamp S-E, Nyman S, 1980. Systematic plaque control in children undergoing long-term orthodontic treatment. *The European Journal of Orthodontics*, 2, 1, 27-39.
- Lundström F, Krasse B, 1987. Streptococcus mutans and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. *The European Journal of Orthodontics*, 9, 1, 109-16.
- Magno AFF, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MAN, Faria G, Nelson-Filho P, 2008. In-vivo evaluation of the contamination of Super Slick elastomeric rings by Streptococcus mutans in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133, 4, S104-S9.
- Mandal A, Singh DK, Siddiqui H, Das D, Dey AK, 2017. New dimensions in mechanical plaque control: An overview. *Indian Journal of Dental Sciences*, 9, 2, 133.
- Manganiello A, Socransky S, Smith C, Propas D, Oram V, Dogon I, 1977. Attempts to increase viable count recovery of human supragingival dental plaque. *Journal of periodontal research*, 12, 2, 107-19.
- Maret D, Marchal-Sixou C, Vergnes J-N, Hamel O, Georgelin-Gurgel M, Van Der Sluis L, Sixou M, 2014. Effect of fixed orthodontic appliances on salivary microbial parameters at 6 months: a controlled observational study. *Journal of Applied Oral Science*, 22, 1, 38-43.
- Mariotti A, 1999. Dental plaque-induced gingival diseases. *Annals of periodontology*, 4, 1, 7-17.
- Marsh P, Martin M, 1992. Acquisition, adherence, distribution and functions of the oral microflora. In: *Oral microbiology*. Eds: Springer, p. 56-97.
- Marsh PD, 1999. Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dental clinics of north America*, 43, 4, 599-614, v-vi.
- Marsh PD, 2003. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology*, 149, 2, 279-94.
- Matthews DC, Tabesh M, 2004. Detection of localized tooth-related factors that predispose to periodontal infections. *Periodontology 2000*, 34, 1, 136-50.
- Mattingly J, Sauer G, Yancey J, Arnold R, 1983. Enhancement of Streptococcus mutans colonization by direct bonded orthodontic appliances. *Journal of dental research*, 62, 12, 1209-11.
- McDougall W, 1963. Studies on the dental plaque. III. The effect of saliva on salivary mucoids and its relationship to the regrowth of plaques. *Australian Dental Journal*, 8, 6, 463-7.
- McPherson M, Moller S, (2000). *The Basics*, New York: Cromwell Press.
- Melton K, 1990. *Ni-Ti Based Shape Memory Alloys*. 1st Ed., London: Butterworth-Heinemann; 1990, p. 499.
- Mitchell L, 1992. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances—an overview. *British Journal of Orthodontics*, 19, 3, 199-205.
- Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H, 1986. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90, 1, 1-10.
- Mizrahi E, 1982. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *American journal of orthodontics*, 82, 1, 62-7.

- Mortazavi H, Baharvand M, Movahhedian A, Mohammadi M, Khodadoust A, 2014. Xerostomia due to systemic disease: a review of 20 conditions and mechanisms. *Annals of medical and health sciences research*, 4, 4, 503-10.
- Mundorff SA, Eisenberg AD, Leverett DH, Espeland MA, Proskin HM, 1990. Correlations between Numbers of Microf lora in Plaque and Saliva. *Caries research*, 24, 5, 312-7.
- Nassar PO, Bombardelli CG, Walker CS, Neves KV, Tonet K, Nishi RN, Bombonatti R, Nassar CA, 2013. Periodontal evaluation of different toothbrushing techniques in patients with fixed orthodontic appliances. *Dental press journal of orthodontics*, 18, 1, 76-80.
- Newburn E, 1989. *Cariology*. 3rd ed. Chicago. Quintessence Publishing Co; 1989. p. 380-9.
- Newman H, 1982. Calcium, matrix polymers and plaque formation. *Journal of periodontology*, 53, 2, 101-8.
- Newman vaE, 2002. Part 2 Classification and Epidemiology of Periodontal Disease in: M. G. Newman, ve ark. (Eds.), . Carranza, FA. Carranza's Clinical Periodontology Philadelphia, London, New York, St. Louis, Sydney, Toronto: W.B. Saunders Company. pp. 63-95.
- Nikiforuk G, 1985. 5 Formation, Structure and Metabolism of Dental Plaque. In: *Understanding Dental Caries*. Eds: Karger Publishers, p. 119-57.
- Nolte W, 1981. Oral microbiology with basic microbiology and immunology. ArıÇ Ö, çeviri editörü. AĞız mikrobiyolojisi. 2.Baskı. Ėstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1981. p. 314-35.
- Øgaard B, 1989. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96, 5, 423-7.
- Øgaard B. White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects. *Seminars in Orthodontics*, 183-93.
- Oltjen JM, Duncanson Jr MG, Ghosh J, Nanda RS, Frans Currier G, 1997. Stiffness-deflection behavior of selected orthodontic wires. *The Angle Orthodontist*, 67, 3, 209-18.
- Oura K, Lifshits V, Saranin A, Zotov A, Katayama M, 2013. *Surface science: an introduction*, Springer Science & Business Media, p.
- Önçağ G, Yetkiner E, Mutlu EN, 2011. Türkiye'deki Ortodonti Uzmanlarının Sabit Aparey Kullanımı: Anket Çalışması. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 32, 2, 83-9.
- Özata F, Demirbaş Kaya A, 2001. Diş çürüğü ve genetik.
- Pandis N, Bourauel CP. Nickel-titanium (niti) arch wires: the clinical significance of super elasticity. *Seminars in Orthodontics*, 249-57.
- Pandis N, Papaioannou W, Kontou E, Nakou M, Makou M, Eliades T, 2010. Salivary Streptococcus mutans levels in patients with conventional and self-ligating brackets. *The European Journal of Orthodontics*, 32, 1, 94-9.
- Paolantonio M, Festa F, di Placido G, D'Attilio M, Catamo G, Piccolomini R, 1999. Site-specific subgingival colonization by Actinobacillus actinomycetemcomitans in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 115, 4, 423-8.
- Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M, 2007. Adhesion of Streptococcus mutans to different types of brackets. *The Angle Orthodontist*, 77, 6, 1090-5.
- Papaioannou W, Panagopoulos A, Koletsis-Kounari H, Kontou E, Makou M, 2012. Adhesion of Porphyromonas gingivalis and biofilm formation on different types of orthodontic brackets.

International journal of dentistry, 2012.

- Patil SP, Patil PB, Kashetty MV, 2014. Effectiveness of different tooth brushing techniques on the removal of dental plaque in 6–8 year old children of Gulbarga. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 4, 2, 113.
- Percival R, Challacombe S, Marsh P, 1991. Age-related microbiological changes in the salivary and plaque microflora of healthy adults. *Journal of medical microbiology*, 35, 1, 5-11.
- Peros K, Mestrovic S, Anic-Milosevic S, Rosin-Grget K, Slaj M, 2012. Antimicrobial effect of different brushing frequencies with fluoride toothpaste on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* species in children with fixed orthodontic appliances. *The Korean Journal of Orthodontics*, 42, 5, 263-9.
- Peros K, Mestrovic S, Anic-Milosevic S, Slaj M, 2011. Salivary microbial and nonmicrobial parameters in children with fixed orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*, 81, 5, 901-6.
- Petersson LG, Maki Y, Twetman S, Edwardsson S, 1991. Mutans streptococci in saliva and interdental spaces after topical applications of an antibacterial varnish in schoolchildren. *Oral microbiology and immunology*, 6, 5, 284-7.
- Petti S, Barbato E, Simonetti ADA, 1997. Effect of orthodontic therapy with fixed and removable appliances on oral microbiota: a six-month longitudinal study. *The new microbiologica*, 20, 1, 55-62.
- Philip N, Sunny S, George LA, Antony P, 2016. Newer orthodontic archwires: Imparting efficacy to esthetics. *International Journal of Oral Health Dentistry*, 2, 2, 102-5.
- Pienihäkkinen K, Söderling E, Ostela I, Leskelä I, Tenovuo J, 1995. Comparison of the efficacy of 40% chlorhexidine varnish and 1% chlorhexidine-fluoride gel in decreasing the level of salivary mutans streptococci. *Caries research*, 29, 1, 62-7.
- Pınar A, Eser O, Alp A, Sarıbas Z, Ergunay K, 2009. Real-Time PCR Kursu. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı.
- Pinto AS, Alves LS, Maltz M, Susin C, Zenkner JEA, 2018. Does the duration of fixed orthodontic treatment affect caries activity among adolescents and young adults? *Caries research*, 52, 6, 463-7.
- Polke P, Jain U, Marothiya S, Agrawal P, Dixit S, Dubey C, 2020. Comparative Evaluation of Biofilm Adhesion to Different Types of Archwire and Microbiological Colonization During Orthodontic Treatment. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 0301574220957794.
- Porter SR, 1998. Gingival and periodontal aspects of diseases of the blood and blood-forming organs and malignancy. *Periodontology* 2000, 18, 1, 102-10.
- Poyato-Ferrera M, Segura-Egea J, Bullón-Fernández P, 2003. Comparison of modified Bass technique with normal toothbrushing practices for efficacy in supragingival plaque removal. *International journal of dental hygiene*, 1, 2, 110-4.
- Proffit W, Fields H, Sarver D, 2007. Treatment in preadolescent children (section V). *Contemporary Orthodontics*. 4th edition. Mosby, St Louis, 436-9.
- Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM, 2006. *Contemporary orthodontics*, Elsevier Health Sciences, p.
- Prososki RR, Bagby MD, Erickson LC, 1991. Static frictional force and surface roughness of nickel-titanium arch wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100, 4, 341-8.

- Quintão CCA, Brunharo I, 2009. Orthodontic wires: knowledge ensures clinical optimization. *Dental Press J Orthod*, 14, 6, 144-57.
- Quirynen M, Teughels W, Kinder Haake S, Newman M, 2006. Microbiology of periodontal diseases. Razi SH, Shojaei H, Ghorani PS, Rafiei E, 2014. Bacterial colonization on coated and uncoated orthodontic wires: A prospective clinical trial. *Dental research journal*, 11, 6, 680.
- Ramadan A, 2003. Removing hepatitis C virus from polytetrafluoroethylene-coated orthodontic archwires and other dental instruments. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 9 (3), 274-278, 2003.
- Ramazanzadeh B, Jahanbin A, Yaghoubi M, Shahtahmassbi N, Ghazvini K, Shakeri M, Shafae H, 2015. Comparison of antibacterial effects of ZnO and CuO nanoparticles coated brackets against *Streptococcus mutans*. *Journal of Dentistry*, 16, 3, 200.
- Rammohan SN, Juvvadi SR, Gandikota CS, Challa P, Manne R, Mathur A, 2012. Adherence of *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* to different bracket materials. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 4, Suppl 2, S212.
- Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W, 2011. Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139, 5, 657-64.
- Rosenbloom RG, Tinanoff N, 1991. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100, 1, 35-7.
- Rugg-Gunn A MI, 1978. A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. *Journal of Periodontal Research*, , 13, 4, 382-9.
- Sagarika N, Suchindran S, Loganathan S, Gopikrishna V, 2012. Prevalence of white spot lesion in a section of Indian population undergoing fixed orthodontic treatment: An in vivo assessment using the visual International Caries Detection and Assessment System II criteria. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 15, 2, 104.
- Sakamaki ST, Bahn AN, 1968. Effect of orthodontic banding on localized oral lactobacilli. *Journal of dental research*, 47, 2, 275-9.
- Saloom HF, Mohammed-Salih HS, Rasheed SF, 2013. The influence of different types of fixed orthodontic appliance on the growth and adherence of microorganisms (in vitro study). *Journal of clinical and experimental dentistry*, 5, 1, e36.
- Sanders NL, 1999. Evidence-based care in orthodontics and periodontics: a review of the literature. *The Journal of the American Dental Association*, 130, 4, 521-7.
- Sandham H, Brown J, Phillips H, Chan K, 1988. A preliminary report of long-term elimination of detectable mutans streptococci in man. *Journal of Dental Research*, 67, 1, 9-14.
- Santoro M, Nicolay OF, Cangialosi TJ, 2001. Pseudoelasticity and thermoelasticity of nickel-titanium alloys: a clinically oriented review. Part I: Temperature transitional ranges. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119, 6, 587-93.
- Sanz M, Newman M, Nisengard R, 1990. Periodontal microbiology. In: Carranza FA, editors. *Glickman's clinical periodontology*. 7th ed. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 345-346.
- Sawhney R, Sharma R, Sharma K, 2018. Microbial colonization on elastomeric ligatures during orthodontic therapeutics: an overview. *Turkish journal of orthodontics*, 31, 1, 21.
- Saygun I, Kubar A, Özdemir A, Yapar M, Slots J, 2004. Herpesviral-bacterial interrelationships in aggressive periodontitis. *Journal of periodontal research*, 39, 4, 207-12.

- Schachtele C, 1982. Dental caries: Prevention and control. In: Stallard RE, editors. A Textbook of Preventive Dentistry. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1982. p. 241-54.
- Schaeken M, De Haan P, 1989. Effects of sustained-release chlorhexidine acetate on the human dental plaque flora. *Journal of dental research*, 68, 2, 119-23.
- Scheie AA, 1994. Mechanisms of dental plaque formation. *Advances in Dental Research*, 8, 2, 246-53.
- Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O, 1984. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. *European Journal of oral Sciences*, 92, 3, 211-7.
- Schmid M, Perry D, 1990. Plaque control. In: Carranza FA, editors. *Glickman's clinical periodontology*. 7th ed. Philadelphia: Saunders, 684-685.
- Schochetman G, Ou C-Y, Jones WK, 1988. Polymerase chain reaction. *The Journal of infectious diseases*, 158, 6, 1154-7.
- Seppä L, Luoma H, Forss H, Spets-Happonen S, Markkanen S, Pelkonen K, 1989. Invasion of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus salivarius* in early caries lesions of gnotobiotic rats. *Caries research*, 23, 5, 371-4.
- Sharma N, Qaqish J, Galustians H, Goyal C, Cugini M, Thompson M, Warren P, 2005. Plaque removal efficacy of two electric toothbrushes with different brush head designs. *Journal of dentistry*, 33, 17-21.
- Sharma R, Sharma K, Sawhney R, 2018. Evidence of variable bacterial colonization on coloured elastomeric ligatures during orthodontic treatment: an intermodular comparative study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 10, 3, e271.
- Shearer B, Hall P, Clarke P, Marshall G, Kinane DF, 2005. Reducing variability and choosing ideal subjects for experimental gingivitis studies. *Journal of clinical periodontology*, 32, 7, 784-8.
- Silikas N, Watts D, England K, Jandt K, 1999. Surface fine structure of treated dentine investigated with tapping mode atomic force microscopy (TMAFM). *Journal of dentistry*, 27, 2, 137-44.
- Sinclair PM, Berry CW, Bennett CL, Israelson H, 1987. Changes in gingiva and gingival flora with bonding and banding. *The Angle Orthodontist*, 57, 4, 271-8.
- Singh DP, 2016. Esthetic archwires in orthodontics-A review. *J Oral Hyg Health*, 4, 194, 2332-0702.1000194.
- Socransky S, Haffajee A, Smith C, Dibart S, 1991. Relation of counts of microbial species to clinical status at the sampled site. *Journal of clinical periodontology*, 18, 10, 766-75.
- Spini TS, Valarelli FP, Cancado RH, FREITAS KMSd, Villarinho DJ, 2014. Transition temperature range of thermally activated nickel-titanium archwires. *Journal of Applied Oral Science*, 22, 2, 109-17.
- Steinberg D, Eyal S, 2004. Initial biofilm formation of *Streptococcus sobrinus* on various orthodontics appliances. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31, 11, 1041-5.
- Sukontapitipark W, El-Agroudi MA, Sellisetth NJ, Thunold K, Selvig KA, 2001. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. *The European Journal of Orthodontics*, 23, 5, 475-84.
- Taha M, El-Fallal A, Degla H, 2016. In vitro and in vivo biofilm adhesion to esthetic coated arch wires and its correlation with surface roughness. *The Angle Orthodontist*, 86, 2, 285-91.

- Talass M, 1992. Optiflex archwire treatment of a skeletal class III open bite. *J Clin Orthod*, 26, 245-52.
- Tatakis D, Kumar P, 2005. Etiology and pathogenesis of periodontal diseases. *Dental Clinics of North America*, 49, 491-516.
- Tawfik M, Maaly T, EL-Nagar RM, 2020. Evaluation of Surface Roughness and Microbial Biofilm Adhesion of Different Orthodontic Arch-wires. *Egyptian Dental Journal*, 66, 2-April (Orthodontics, Pediatric & Preventive Dentistry), 727-36.
- Thienpont V, Dermaut LR, Van Maele G, 2001. Comparative study of 2 electric and 2 manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 120, 4, 353-60.
- Thompson S, 2000. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International endodontic journal*, 33, 4, 297-310.
- Thylstrup A, Fejerskow O, 1986. Textbook of cariology. Copenhagen: Munksgaard; 1986. p. 74-106.
- Toi C, Mogodiri R, Cleaton-Jones P, 2000. Mutans streptococci and lactobacilli on healthy and carious teeth in the same mouth of children with and without dental caries. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12, 1, 35-41.
- Toodehzaeim MH, Zandi H, Meshkani H, Firouzabadi AH, 2018. The effect of CuO nanoparticles on antimicrobial effects and shear bond strength of orthodontic adhesives. *Journal of Dentistry*, 19, 1, 1.
- Tosun Y, 1999. Sabit Ortodontik Aparentlerin Biyomekanik Prensipleri. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Trimpeeneers L, Wijgaerts I, Grogard N, Dermaut L, Adriaens P, 1997. Effect of electric toothbrushes versus manual toothbrushes on removal of plaque and periodontal status during orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 111, 5, 492-7.
- Trossello VK, Gianelly AA, 1979. Orthodontic treatment and periodontal status. *Journal of periodontology*, 50, 12, 665-71.
- Tufekci E DJ, Gunsolley J, Lindauer SJ, , 2011. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. . *The Angle Orthodontist*, 81, 2, 206-10.
- Tuncer Ö, 1994. Periodontoloji propedötik. 2. Baskı. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi Müdürlüğü, 1994; 42-43.
- Türkkahraman H, Sayın M, Bozkurt FY, Yetkin Z, Kaya S, Önal S, 2005. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. *The Angle Orthodontist*, 75, 2, 231-6.
- Ulukapi H, Koray F, Efes B, 1997. Monitoring the caries risk of orthodontic patients. *Quintessence international*, 28, 1.
- Uysal T, Amasyalı M, Koyuturk A, 2009. Ortodontide beyaz nokta lezyonları ve güncel teşhis, korunma ve Tedavi yaklaşımları. *Cumhuriyet Dental Journal*, 12, 2, 152-61.
- Ülgen M, 1993. Ortodontik tedavi prensipleri.
- Ünlü F, Gürses N, 1997. Ana hatlarıyla periodontoloji kitabı. Ege üniversitesi yayınları, İzmir.
- Vacca-Smith A, Venkitaraman A, Quivey Jr R, Bowen W, 1996. Interactions of streptococcal glucosyltransferases with α -amylase and starch on the surface of saliva-coated

- hydroxyapatite. Archives of oral biology, 41, 3, 291-8.
- Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Carels C, 2007. The relationships between malocclusion, fixed orthodontic appliances and periodontal disease. A review of the literature. Australian orthodontic journal, 23, 2, 121.
- Van Houte J, 1993. Microbiological predictors of caries risk. Advances in dental research, 7, 2, 87-96.
- Van Houte J, 1994. Role of micro-organisms in caries etiology. Journal of dental research, 73, 3, 672-81.
- Venkataraman C, Bhatnagar D, 2007. A study of proportion of microflora in an orthodontic clinic. Journal of Indian Orthodontic Society, 41, 4, 142-6.
- Venkatesan K, Kailasam V, Padmanabhan S, 2020. Evaluation of titanium dioxide coating on surface roughness of nickel-titanium archwires and its influence on Streptococcus mutans adhesion and enamel mineralization: A prospective clinical study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 158, 2, 199-208.
- Vorburger T, Teague E, 1981. Optical techniques for on-line measurement of surface topography. Precision Engineering, 3, 2, 61-83.
- Walker J, Dougan G, 1989. DNA probes: a new role in diagnostic microbiology. Journal of applied bacteriology, 67, 3, 229-38.
- Walsh TF, Glenwright HD, 1984. Relative effectiveness of a rotary and conventional toothbrush in plaque removal. Community dentistry and oral epidemiology, 12, 3, 160-4.
- Watanabe I, Watanabe E, 2003. Surface changes induced by fluoride prophylactic agents on titanium-based orthodontic wires. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 123, 6, 653-6.
- Wayman C, 1993. Shape memory alloys. Mater Resour SocBull. 1993; 18: 49-56.
- Wayman C, Duerig T, 1990. An introduction to martensite and shape memory. Butterworth-Heinemann, Engineering Aspects of Shape Memory Alloys(UK), 1990, 3-20.
- Wichelhaus A, Geserick M, Hibst R, Sander FG, 2005. The effect of surface treatment and clinical use on friction in NiTi orthodontic wires. Dental Materials, 21, 10, 938-45.
- Wickramasinghe HK, 1990. Scanning probe microscopy: current status and future trends. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films, 8, 1, 363-8.
- Widu F, Drescher D, Junker R, Bourauel C, 1999. Corrosion and biocompatibility of orthodontic wires. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 10, 5, 275-81.
- Wilkins JC, Homer KA, Beighton D, 2002. Analysis of Streptococcus mutans proteins modulated by culture under acidic conditions. Appl. Environ. Microbiol., 68, 5, 2382-90.
- Wisth P, Nord A, 1977. Caries experience in orthodontically treated individuals. The Angle Orthodontist, 47, 1, 59-64.
- Wites M, Panuszka J, Dyras M, 2003. Evaluation of oral and orthodontic appliance hygiene in orthodontically treated patients. Przegląd lekarski, 60, 126.
- Wolinsky L, 1994. Caries and Cardiology. Oral microbiology and immunology, 341-59.
- Yoneyama T, Doi H, Hamanaka H, Yamamoto M, Kuroda T, 1993. Bending properties and transformation temperatures of heat treated Ni-Ti alloy wire for orthodontic appliances.

Journal of biomedical materials research, 27, 3, 399-402.

Yousif AA, Abd El-Karim UM, 2016. Microscopic study of surface roughness of four orthodontic arch wires. Tanta Dental Journal, 13, 4, 199.

Yu J-H, Wu L-C, Hsu J-T, Chang Y-Y, Huang H-H, Huang H-L, 2011. Surface roughness and topography of four commonly used types of orthodontic archwire. J Med Biol Eng, 31, 5, 367-70.

Zachrisson B, Alnaes L, 1974. Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. Angle Orthod 1974;44:48-55.

Zachrisson BU, 1976. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 69, 3, 285-300.

Zachrisson BU, Zachrisson S, 1971. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. European Journal of Oral Sciences, 79, 2, 183-92.

Zegan G, Sodor A, Munteanu C, 2012. Surface characteristics of retrieved coated and nickel-titanium orthodontic archwires. Rom J Morphol Embryol, 53, 4, 935-9.

Zero DT, 1999. Dental caries process. Dental Clinics of North America, 43, 4, 635-64.

Zhao H, Xie Y, Meng H, 2000. Effect of fixed appliance on periodontal status of patients with malocclusion. Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese journal of stomatology, 35, 4, 286-8.

7.2. EK-B. Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Onay Belgesi



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

NORMAL

Sayı : 68869993-511.06-E.129443
Konu : 2020-052

02.06.2020

Sayın Doç.Dr. Zeliha Müge BAKA
(Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.B.D.
Alaeddin Keykuhat Kampüsü, İsmet Paşa Caddesi No:309,
42250 Selçuklu/KONYA)

İlgi : BİLA tarihli ve BİLA sayılı başvurunuz.(Kurumumuz E- Takip No:E.222669)

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz, aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgede kayıtlı klinik araştırma başvuru dosyası ve belgeler; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince incelenmiş olup Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur.

Araştırmanın adı	İki Farklı Ortodontik Ark Telinin Bakteri Adezyonu Ve Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi
Koordinatör merkez	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Koordinatör / Sorumlu araştırmacı	Doç.Dr. Zeliha Müge BAKA
Protokol tarihi / versiyon no	05.02.2020 Versiyon No:01
Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu tarihi / versiyon no	05.02.2020 Versiyon No:01
Olgu rapor formu tarihi / versiyon no	05.02.2020 Versiyon No:01
Araştırma broşürü tarihi / versiyon no	-

Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak:

- Araştırmanın başlamaması, iptali veya sonlandırılması halinde tarafımıza bilgi verilmesi,
- Araştırmanın Helsinki Bildirgesi’nin son metni, İyi Klinik Uygulamalar İlkeleri ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,
- Araştırma süresince ortaya çıkan advers olayların/etkilerin tarafımıza bildirilmesi,

Sigirici Mahallesi, 2176 Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel : (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 00

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doğrulama: <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-ticak-dhy>
adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza adı ile ayarlar. Dokümanın doğrulama kodu : ZmXS1412W16RG8ZmXS0V3YdUjy



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

- Araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürününün, ürünlerin kullanılmasına mahsus her türlü malzemeler ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli için gönüllüden herhangi bir ücret talep edilmemesi,
- Araştırmaya ait yıllık bildirim formunun düzenli olarak Kurumumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Sorumlu araştırmacı olarak yazımızın bir örneğinin ilgili etik kurula iletilmesi hususunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Asım HOCAOĞLU
Kurum Başkanı a.
Daire Başkanı

7.3. EK-C. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

 T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bakanlığı T.C. Sağlık Bakanlığı	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (ÇOCUK)	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 1/2
		Onaylayan: Daire Başkanı

Tarih : 05.02.2020
Versiyon NO:01

Araştırmanın adı:

Onay vermeniz halinde dahil olacağınız çalışmamızın adı "İki farklı ortodontik ark telinin bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi"dir.

Çalışmanın bir araştırma olduğu:

Bu çalışma bizim klinikte sıkça kullandığımız, tedaviniz süresince farklı kalınlıklardaki hallerini uyguladığımız Süper Elastik Nikel Titanyum(SE-NiTi) ve bunun bakır içerikli hali olan Copper Nikel Titanyum(Cu-NiTi) ark telleri üzerine yapılan bir araştırmadır.

Araştırmanın amacı:

Ortodontik tedaviniz için ağızınıza yerleştirdiğim bant, braket, ark teli gibi malzemeler ağızdaki mikropların sayısını arttırmak için yüzey oluşturmalar. Bizim araştırmamızın amacı Ortodonti pratiğinde rutin olarak kullandığımız bu iki ark teli üzerinde biriken mikropların miktarlarını değerlendirilip karşılaştırmaktır. Bu araştırmaya göre mikrop miktarlarının daha az bulunduğu ark tellerini daha çok tercih edeceğiz, bu sayede diş çürüğü ve diş eti hastalığı daha az olacak.

Gönüllünün araştırmaya devam etmesi için öngörülen süre:

Bu araştırma için planladığımız toplam süre 12 ay.

Sizin araştırmada yer almanız için ihtiyacımız olan süre 5 hafta olacak.

Araştırmaya katılması belirlenen tahmini gönüllü sayısı:

Araştırmamızda 20 gönüllü olacak.

Araştırmada uygulanacak tedaviler:

Size öncelikle birtakım sorular soracağım ve dişlerinizi nasıl fırçalayacağınızı anlatacağım. Ağızımdaki ark tellerini çıkaracağım. 1 hafta boyunca ağızınızda ark teli olmadan gösterdiğim gibi günde 3 kez dişlerinizi fırçalayacaksınız. Ark tellerini çıkardığım günden 1 hafta sonrası için verdiğim randevuda yine hep yaptığım gibi tellerinizi bağlayacağım. 1 ay sonra yine hep geldiğiniz gibi kontrole geldiğinizde bu ark tellerini sökerek araştırma için incelemeye göndereceğiz. Bundan sonra tedaviniz yine benim tarafımdan tamamlanacak. Bu çalışmada rutinde uygulanan tedavi dışında herhangi bir işlem yer almayacak. Bu teller ortodontide devamlı olarak kullandığımız tellerdir.

Çalışmamızda farklı tedaviler bulunmuyor. Katılan her gönüllüye aynı teller uygulanacak.

Çalışmamızda tedavi başından beri uygulanan rutin ark teli değişimi dışında bir uygulama yapılmayacak. Herhangi bir girişimsel işlem uygulanmayacak.

Araştırmanın deneysel kısımları:

Araştırmamızın deneysel içeriği bulunmuyor. Tedavinizin başından beri yaptığımız ark teli değiştirme işlemi yapılacaktır. Kullanılacak olan ark telleri klinikte sürekli kullandığımız ark telleridir.

Gönüllünün maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar:

Çalışmaya katılmak sizin için herhangi bir risk oluşturmuyor ve devam eden tedaviniz de aksamayacak. Araştırmadan beklediğimiz yararlarla ilgili sizin için herhangi bir klinik yarar olmadığında bu durum hakkında siz ve aileniz bilgilendirileceksiniz.

Yapılacak işlem rutin bir işlem olup, tedavinizin de devamını sağlayacak.

Size herhangi bir tazminat (sigorta) ve / veya sağlanacak tedavi bulunmamakta.

Size ulaşım, yemek gibi masraflar için herhangi bir ödeme yapılmayacak.

Sayfa 1/2



BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (ÇOCUK)

Doküman Adı: KADB-F.23-R.00

Yayın Tarihi: 18.04.2013

Sayfa No: 2/2

Onaylayan: Daire Başkanı

Tarih : 05.02.2020

Versiyon NO:01

Sizin sorumluluklarımız:

Araştırma ile ilgili olarak diş fırçalamayı öğrettiğimiz gibi uygulamak, ortodontik tedavinin gerekliliklerini yerine getirmek (asitli içeceklerden, fındık ve badem gibi sert yiyeceklerden, erik ve zeytin gibi çekirdekli yiyeceklerden, sakız ve karamel gibi yapışkanlı gıdalardan uzak durmak), uygulama süresi boyunca hiçbir ilaç kullanmamak ancak zorunlu durumlarda ilaç kullanmak zorunda kaldığında mutlaka beni bilgilendirmek sorumluluklarımız olacak. Bu koşullara uymadığınız durumlarda sizi uygulama dışı bırakabiliriz.

Çalışmamıza katılıp katılmamakta tamamen serbestsiniz. Çalışmamıza katılmamanız veya yarıda bırakmanız durumunda rutin ortodontik (tel) tedaviniz bu durumdan kesinlikle etkilenmeyecektir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacak ve araştırma yayınlanırsa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Araştırma kapsamında kod, güvenlik numarası vb. yöntemler uygulanacak. Alınan bütün kayıtlar araştırma yürütücüsü tarafından toplu halde tutulacak ve saklanacak. Bütün işlemler bittikten sonra uygun şekilde arşivlenecek. Tüm hastaların kişisel bilgileri gizli tutulacak.

Araştırma konusuyla ilgili araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde siz ve aileniz zamanında bilgilendirileceksiniz.

Kendi haklarınız veya araştırmayla ilgili herhangi bir olay hakkında daha fazla bilgi temin edebilmek için yardımcı araştırmacı Arş. Gör.Emel BİCAN GEÇGEL'e 05327039667 ve çalışmanın yürütücüsü Doç.Dr.Zeliha Müge BAKA'ya 05058070984 numaralı telefondan günün 24 saatinde ulaşabilirsiniz.

Araştırmaya katılmamanın sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler:

Uygulanan tedavinin gerekliliklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız gibi nedenlerle doktorumuz, izniniz olmadan sizi çalışmadan çıkarabilir.

Sizden herhangi bir biyolojik materyal alınmayacak. Sadece takılmış olan teller 1 ay sonraki kontrolde çıkarılacak; bu teller üzerinde; bir analiz Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Ve Uygulama Merkezi'nde, diğer analiz ise Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda ve REFGEN Gen Araştırmaları ve Biyoteknoloji Ltd. Şti.'nde (Ankara) yapılacak.

Bu formun imzalı bir kopyası size verilecektir.

Katılımcı beyanı:

Yukarıdaki metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu koşullar altında "İki farklı ortodontik ark telinin bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcı

Adı soyadı:

Tarih:

İmza:

Katılımcı ile görüşen Hekim

Adı soyadı, unvanı: Arş. Gör.Emel BİCAN GEÇGEL

Tarih:

İmza:

Sayfa 2/2

 TC Sağlık Bakanlığı Selçuk Üniversitesi	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU(HASTA VELİSİ)	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 1/3
		Onaylayan: Daire Başkanı

Tarih : 05.02.2020
Versiyon NO:01

Araştırmanın adı:

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yapılan çalışmamızın adı "İki farklı ortodontik ark telinin bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi" dir.

Çalışmanın bir araştırma olduğu:

Bu çalışma ortodonti pratiğinde sıkça kullandığımız Copper Nikel Titanyum(Cu-NiTi) ve Süper Elastik Nikel Titanyum(SE-NiTi) ark telleri üzerine yapılan bir araştırmadır.

Araştırmanın amacı:

Ortodontik tedavi için çocuğumuzun ağızına yerleştirdiğimiz bant, braket, ark teli gibi malzemeler ağızdaki mikropların sayısını arttırmak için yüzey oluşturmalar. Bu araştırmanın amacı Ortodonti pratiğinde rutin olarak kullandığımız Süper Elastik Nikel Titanyum(SE-NiTi) ark teli ve bakır içerikli Nikel Titanyum(Cu-NiTi) ark telleri üzerinde biriken bakteri miktarlarının değerlendirilip karşılaştırılmasıdır. Bakteri miktarlarının daha az bulunduğu ark tellerinin tercih edilebilirliğini arttırmak ve bu sayede diş çürüğü ve diş eti hastalık riskini en aza indirmektedir.

Gönüllünün araştırmaya devam etmesi için öngörülen süre:

Bu araştırma için öngörülen toplam süre 12 aydır. Çocuğumuzun araştırmada yer alması için öngörülen süre 5 haftadır.

Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı:

Araştırmamız için planlanan gönüllü sayısı 20'dir.

Araştırmada uygulanacak tedaviler:

Çocuğumuzdan alınacak detaylı anamnezin (hekimin hastaya teşhis koymak için sorduğu sorular) ardından dişlerini nasıl fırçalaması gerektiği öğretilcektir. Mevcut ark telleri çıkarılarak 1 haftalık anamnez sürecine tabi tutulacaktır. Bu süreçte dişlerini günde 3 kere öğretildiği şekilde fırçalaması istenecektir. 1 hafta sonra çocuğumuzun ark telleri, bir çenesine süper elastik nikel titanyum ve diğer çenesine bakır içerikli olan olmak üzere araştırmada kullandığımız 2 farklı ark teli aynı hekim tarafından takılacaktır. 1 aylık rutin kontrolü için geldiğinde bu ark telleri sökülerek araştırma için incelemeye gönderilecek, bundan sonra çocuğumuzun ortodontik tedavisi yine aynı araştırmacı tarafından tamamlanacaktır. Bu çalışmada rutinde uygulanan tedavi prosedürleri dışında herhangi bir ortodontik işlem yer almayacaktır. Bu teller ortodonti pratiğinde rutin olarak kullandığımız tellerdir. Çalışmamızda farklı tedaviler bulunmamaktadır. Her çocuğa aynı teller uygulanacaktır. Çalışmamızda tedavi başından beri uygulanan rutin ark teli değişimi dışında bir uygulama yapılmayacaktır. Herhangi bir girişimsel işlem uygulanmayacaktır.

Araştırmanın deneysel kısımları:

Araştırmamızın deneysel içeriği bulunmamaktadır. Rutin yapılan ark teli değiştirme işlemi yapılacaktır. Kullanılan ark telleri rutin olarak kullandığımız ark tellerdir.

Gönüllünün maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar:

Çalışmaya katılım çocuğumuz için risk faktörü oluşumamakta beraber, yürütülmekte olan tedavilerini de aksatmayacaktır.

Sayfa 1/3

	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU(HASTA VELİSİ)	
	Doküman Adı: KADB-F-23-R-00	
	Yayın Tarihi: 18.04.2013	
	Sayfa No: 2/3	
	Onaylayan: Daire Başkanı	

Tarih : 05.02.2020
Versiyon NO:01

Araştırmadan makul ölçüde beklenen yararlarla ilgili olarak çocuğunuz açısından hedeflenen herhangi bir klinik yarar olmadığında bu durum hakkında bilgilendirileceksiniz.
Yapılacak işlem rutin bir işlem olup, tedavinin devamını sağlayacaktır.
Gönüllüye verilecek tazminat (sigorta) ve / veya sağlanacak tedavi bulunmamaktadır.
Ulaşım, yemek gibi ödemeler bulunmamaktadır.

Gönüllülerin sorumlulukları:

Çocuğunuzun diş fırçalamayı öğretildiği gibi uygulamak, sabit tedavinin gerekliliklerini yerine getirmek (asitli içeceklerden, fındık ve badem gibi sert yiyeceklerden, erik ve zeytin gibi çekirdekli yiyeceklerden, sakız ve karamel gibi yapışkanlı gıdalardan uzak durmak), uygulama süresi boyunca hiçbir ilaç kullanmamak, ancak zorunlu durumlarda ilaç kullanmak durumunda kaldığında mutlaka sorumlu araştırmacıyı bilgilendirmek sorumluluklarındandır. Bu koşullara uyulmadığı durumlarda araştırmacı çocuğunuzun uygulama dışı bırakılma yetkisine sahiptir.

Çocuğunuzun çalışmamıza katılıp katılmamasına karar vermekte tamamen serbestsiniz. Çalışmamıza katılmamanız veya yarıda bırakmanız durumunda rutin ortodontik (tel) tedavinizin bu durumdan kesinlikle etkilenmeyeceğini taahhüt ederiz.

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.

İzleyiciler, yoklama yapan kişiler, etik kurul, kurum ve diğer ilgili sağlık otoritelerinin çocuğunuzun orijinal tıbbi kayıtlarına doğrudan erişimlerinin bulunabileceğine, ancak bu bilgilerin gizli tutulacağına, yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla söz konusu erişime izin vermiş olacaksınız.

Araştırma konusuyla ilgili ve çocuğunuzun araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde çocuğunuz ve siz zamanında bilgilendirileceksiniz.

Çocuğunuzun; araştırma, kendi hakları veya araştırmayla ilgili herhangi bir zararlı olay hakkında daha fazla bilgi temin edebilmesi için yardımcı araştırmacı Arş.Gör.Emel BİCAN GEÇGEL'e 05327039667 ve çalışmanın yürütücüsü Doç.Dr.Zeliha Müge BAKA'ya 05058070984 numaralı telefondan günün 24 saatinde erişebilirsiniz.

Gönüllünün araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler:

Çocuğunuzun uygulanan tedavinin gerekliliklerini yerine getirmemesi, çalışma programını aksatması gibi nedenlerle doktorunuz izniniz olmadan çalışmadan çıkarabilir.

Gönüllülerden alınacak biyolojik materyallerin ne olduğu, hangi amaçla alındığı ve analizlerinin nerede yapılacağına dair bilgiler:

Çocuğunuzdan herhangi bir biyolojik materyal alınmayacaktır. Sadece takılmış olan teller 1 ay sonraki kontrolde çıkarılacak; bu teller üzerinde; bir analiz Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Ve Uygulama Merkezi'nde, diğer analiz ise Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda ve REFGEN Gen Araştırmaları ve Biyoteknoloji Ltd. Şti.'nde(Ankara) yapılacaktır.

Bu formun imzalı bir kopyası size verilecektir.

 T.C. Sağlık Bakanlığı Yatırım Daire Başkanlığı	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU(HASTA VELİSİ)	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 3/3
		Onaylayan: Daire Başkanı

Tarih : 05.02.2020
Versiyon NO:01

Katılımcı beyanı:

Yukarıdaki metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekeçeli veya gerekeçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Bu koşullar altında "İki farklı ortodontik ark telinein bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcı Velisi

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

Katılımcı ile görüşen Hekim

Adı-Soyadı, unvanı: Arş. Gör.Emel BİCAN GEÇGEL

Tarih:

İmza: