

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**SABİT ORTODONTİK TEDAVİ GÖREN HASTALARDA
FARKLI FIRÇA TİPLERİNİN AĞIZ HİJYENİNE ETKİSİNİN
PERİODONTAL VE MİKROBİYOLOJİK YÖNDEN
İNCELENMESİ**

Tuğba ERDEN
DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ
Tez No: 19

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI

Bu çalışma; Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi tarafından 21.DUS.007 kodlu proje ile desteklenmiştir

2022 – AFYONKARAHİSAR

TEŞEKKÜR

Ortodonti uzmanlık eğitimimde ve tezimin hazırlanmasında değerli bilgilerini, tecrübelerini, zamanını ve desteğini benden esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI'ya;

Uzmanlık eğitimimde emeği geçen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarım; Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cihan AYDOĞAN, Dr. Öğr. Üyesi Yeşim KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Saadet Çınarsoy CİĞERİM ve Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye AŞIK'a;

Tez çalışmamın hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Medikal Biyoloji ve Genetik Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Metin ERDOĞAN'a;

Uzmanlık eğitimim boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarıma ve anabilim dalımızın diğer çalışanlarına;

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, beni her konuda destekleyen ve sevgisini her zaman hissettiğim canım annem, babam ve kardeşime;

Her zaman yanımda olan ve uzmanlık eğitimim süresince göstermiş olduğu fedakarlık, anlayış ve destekten dolayı sevgili eşime ve canım kızıma;

Sonsuz teşekkür ederim.

Tuğba ERDEN

Afyonkarahisar, Nisan 2022

SABİT ORTODONTİK TEDAVİ GÖREN HASTALARDA FARKLI FIRÇA TİPLERİNİN AĞIZ HİJYENİNE ETKİSİNİN PERİODONTAL VE MİKROBİYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Tuğba Erden

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Nisan, 2022

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda manuel ve akıllı fırçaların etkinliğini periodontal indeksler ve tükürükteki bakteri içeriği açısından karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya sabit ortodontik tedavi gören 40 hasta (20 kadın, 20 erkek; yaş aralığı 12-18) dahil edilmiştir. Hastalar rastgele 1:1 oranında kapalı zarf tekniği kullanılarak iki gruba ayrılmıştır: Grup 1: Manuel ortodontik fırça (Oral-B Ortho Brush), Grup 2: Akıllı diş fırçası (Oral-B Genius 8900). Tüm katılımcılara aynı diş macunu verilmiştir (Colgate Triple Action). Her katılımcı için fırçalama prosedürü hem sözel olarak hem görsel olarak video izlettirilerek ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Çalışmanın başlangıcında (T0), 6. haftasında (T1) ve 12. haftasında (T2) hem alt hem de üst ark için plak, gingival ve sondlamada kanama indeks skorlamaları kaydedilmiştir. Ayrıca T0, T1 ve T2 zamanlarında toplanan tükürük örneklerinde gerçek zamanlı PCR analizi ile *S. mutans*, *L. casei* ve *P. gingivalis* bakterilerinin sayıları belirlenmiştir. Gruplar arası verileri karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi ve Student t testi, her grup için farklı zaman aralıklarındaki verileri karşılaştırmak için tek yönlü ANOVA ve Friedman testleri kullanılmıştır.

Bulgular: Grup 1'in T1 ve T2 zaman noktalarındaki plak indeks değerlerinin Grup 2'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki grubun gingival indeks ve sondlamada kanama skorlarının tüm zaman noktalarında benzer olduğu bulunmuştur. Grup 2'de T0 ve T2 zaman noktalarında daha fazla sayıda *S. mutans* bulunurken, T1'de gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Her üç zaman noktasında gruplar arasında *L. casei* seviyelerinde anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Grup 2'de T1 ve T2 zaman noktalarında T0'a göre daha az sayıda *L. casei* tespit edilmiştir. Her iki grubun *P. gingivalis* seviyelerinin T0 ve T2 zaman noktalarında benzer olduğu bulunmuştur.

Sonuç: Akıllı fırçanın manuel fırçaya göre plak temizliğinde daha etkili olduğu bulunmuştur. Gingival indeks skorları plak indeks skorları arasında net bir korelasyon gözlenmemiştir. Tükürükteki bazı bakterilerin sayısı ile fırça tipi arasında net bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ağız hijyeni; Plak temizliği; Gingivitis; Ortodontik tedavi gören hastalar; Elektrikli diş fırçası

MICROBIOLOGICAL AND PERIODONTAL ASSESSMENT OF ORAL HYGIENE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT TYPES OF BRUSHES IN PATIENTS WITH FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES

Tuğba Erden

Supervisor: Asst. Prof. Hasan CAMCI

Afyonkarahisar Health Sciences University Faculty of Dentistry
Department of Ortodonti Specialization Thesis

April 2022

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to compare the efficacy of manual and interactive power brushes in orthodontic patients by assessing periodontal indexes and bacterial content of saliva samples.

Materials and Methods: Forty patients (20 females, 20 males; age range 12-18) with fixed orthodontic appliances were included in the study. The patients were randomly divided into two groups in a 1:1 ratio using sealed envelopes: group 1: Manual brush (Oral-B Ortho Brush), group 2: interactive power toothbrush (Oral-B Genius 8900). All participants were given the same toothpaste (Colgate Triple Action). The brushing procedure for each patient was described in detail, both orally and visually, utilizing a video demonstration. Plaque index, gingival index and bleeding on probing scores were recorded for both the lower and upper arches at the beginning of the study (T0), 6th week (T1), and 12th week (T2). In addition, the numbers of *S. mutans*, *L. casei*, and *P. gingivalis* bacteria were determined using a Real time PCR analysis in saliva samples collected at T0, T1, and T2 times. Mann-Whitney U test and Student's t test were used to compare data between the groups, and one-way ANOVA and Friedman tests were used to compare data from different time intervals for each group.

Results: The plaque index values of Group 1's at T1 and T2 time points were higher than the the Group 2's values at the same time points. The gingival index and bleeding on probing scores of both groups were similar at T0, T1 and T2 times. While Group 2 had a larger number of salivary *S. mutans* at T0 and T2, there was no significant difference between the groups at T1. In all three time points, there was no significant difference in salivary *L. casei* levels between the groups. In Group 2, T1 and T2 time points had less number of *L.casei* compared to T0 time point. *P. gingivalis* levels of both groups were similar at T0 and T2 time points.

Conclusions: The interactive power brush was more effective at removing plaque than the manual brush. The results of the gingival index, on the other hand, did not reflect the plaque scores. The number of certain salivary bacteria and brush type did not appear to have a clear relationship.

Key words: Oral hygiene; Plaque reduction; Gingivitis; Orthodontic patients; Power toothbrush

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

°C	Derece celcius
%	Yüzde
mm	Milimetre
µl	Mikrolitre
mg	Miligram
rpm	Dakikadaki devir sayısı
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
Ct	Eşik döngü sayısı
dk	Dakika
sn	Saniye
DNA	Deoksiribo nükleik asit
RNA	Ribo nükleik asit
Hz	Hertz
MQH	Modifiye Quigley-Hein İndeksi
TMQHPI	Quigley-Hein indeksi Turesky modifikasyonu
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SS	Standart sapma
P	İstatistiksel anlamlılık
Ort	Ortalama
Ppm	Parts per million
Tm	Erime noktası

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Dental Plak	4
2.2. Oral Mikroflora	5
2.2.1. Streptococcus Mutans	6
2.2.2. Lactobacillus Casei	7
2.2.3. Porphyromonas Gingivalis	9
2.3. Periodontal Hastalıklar	12
2.3.1. Gingivitis	12
2.3.2. Periodontitis	13
2.4. Ortodontik Tedavi ile Periodontal Hastalık Arasındaki ilişki	14
2.5. Periodontal indeksler	17
2.5.1. Plak indeksi	17
2.5.2. Gingival indeks	20
2.5.3. Sondlamada kanama indeksi	21
2.6. Sabit ortodontik tedavi sırasında ağız hijyeni sağlama yöntemleri	21
2.6.1. Manuel diş fırçaları	21
2.6.2. Elektrikli diş fırçaları	23
2.6.3. Arayüz temizliği	26

2.7. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Etik Kurul Onayı	29
3.2. Hastaların Seçimi.....	29
3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	31
3.4. Yöntem.....	34
3.5. Oral Hijyen Eğitiminin Verilmesi	34
3.6. Klinik Periodontal Değerlendirme	34
3.6.1. Plak İndeksi	34
3.6.2. Gingival İndeks.....	36
3.6.3. Sondlamada Kanama İndeksi	36
3.7. Hastalardan Tükürük Örneklerinin Alınması.....	37
3.8. Mikrobiyolojik Değerlendirme	37
3.8.1. DNA İzolatlarının Eldesi.....	37
3.9. İstatistiksel Analiz	43
4. BULGULAR	45
4.1. Hasta Yaşlarının Grup ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması	45
4.2. Plak İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması.....	45
4.3. Gingival İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması	48
4.4. Sondlamada Kanama İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması	51
4.5. <i>P. Gingivalis</i> kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	54
4.6. <i>S. mutans</i> kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	57
4.7. <i>L. Casei</i> kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.....	59
5. TARTIŞMA.....	61
5.1. Çalışmanın Amacı	61
5.2. Gereç ve yöntem.....	62

5.3. Bulguların Değerlendirilmesi.....	65
5.3.1. Klinik Periodontal Bulgular.....	65
5.3.2. Mikrobiyolojik bulgular	70
5.4. Çalışmamızın Kısıtlılıkları.....	73
6. SONUÇLAR.....	74
7. KAYNAKLAR.....	75
EKLER.....	90



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1: <i>Mutans Streptococcus</i> grubunun sınıflandırılması	6
Tablo 2.2: Periodontal hastalıkların sınıflandırılması	13
Tablo 3.1: Akış diyagramı.....	31
Tablo 3.2: Modifiye Quigley-Hein İndeksi (MQH) puanlama sistemi	35
Tablo 3.3: Quigley-Hein indeksi Turesky modifikasyonu (TMQHPI) puanlama sistemi	36
Tablo 3.4: Löe Silness gingival indeks puanlama sistemi	36
Tablo 3.5: Gerçek zamanlı PCR için primer dizileri	41
Tablo 3.6: Gerçek zamanlı PCR reaksiyonunun içeriği	41
Tablo 3.7: Gerçek zamanlı PCR reaksiyonunun protokolü	42
Tablo 4.1: Grup ve cinsiyete göre hastaların yaşlarının karşılaştırılması	45
Tablo 4.2: Plak indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.3: Gingival indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	50
Tablo 4.4: Sondlamada kanama indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	53
Tablo 4.5: <i>P. Gingivalis</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	56
Tablo 4.6: <i>S. Mutans</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	58
Tablo 4.7: <i>L. casei</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1: Çalışmamızda kullanılan manuel ortodontik diş fırçası	32
Şekil 3.2: Çalışmamızda kullanılan elektrikli diş fırçası	33
Şekil 3.3: Çalışmamızda kullanılan diş macunu	33
Şekil 3.4: Tükürük örneklerinden DNA izolasyonu	38
Şekil 3.5: DNA izolasyonu esnasında örneklerin etüve yerleştirilmesi	39
Şekil 3.6: Spin kolon	39
Şekil 3.7: Applied Biosystems ViiA™ 7 Gerçek Zamanlı PCR cihazı (Life Technologies Corporation, Thermo Fischer Scientific, USA)	40
Şekil 3.8: 96 kuyucuklu plaka (VWR, USA)	40
Şekil 3.9: <i>S. mutans</i> 'ın amplifikasyon eğrisi	42
Şekil 3.10: <i>S. mutans</i> 'ın Melting curve analizi	43
Şekil 4.1: Plak indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	47
Şekil 4.2: Gingival indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	50
Şekil 4.3: Sondlamada kanama indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	53
Şekil 4.4: <i>P. gingivalis</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	56
Şekil 4. 5: <i>S. mutans</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	58
Şekil 4.6: <i>L. casei</i> kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması	60

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ortodonti; dişler ve yüzdeki düzensizliklerin (maloklüzyon) teşhisi, önlenmesi ve tedavisiyle ilgilenen diş hekimliği dalıdır. Ortodonti kelimesi; Yunanca iki kelimenin birlikte söylenmesinden oluşmuştur. Düz anlamına gelen "orthos" ile diş anlamındaki "odontos" sözcüklerinin birleşmesi sonucu "ortodonti" kelimesi türetilmiştir (1).

Ortodontik tedavi ile dişlerin daha düzgün seviyelenmiş ve hizalanmış olması temizlenmesinin daha kolay olmasını ve tüm dişlerin doğru şekilde kapanışı periodonsiyumun daha sağlıklı olmasını sağlar. Ortodontik tedavi uzun dönemde periodontal sağlığı iyileştirebilir, ancak tedavi sırasında periodontal dokulara zarar verme potansiyeli de vardır (2–4).

Ortodontik tedavi sırasında ağız hijyeninin korunması zordur. Çünkü braketler, teller ve diğer bileşenler plak oluşumunu kolaylaştırır ve geleneksel ağız hijyeni prosedürlerine bir engel oluşturur (5–7). Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda dental plak düzeyi, herhangi bir tedavi olmayan hastalardan iki ile üç kat daha yüksektir (8).

Sabit ortodontik tedavi, yalnız biyofilm oluşumunu teşvik etmekle kalmaz, aynı zamanda biyofilm içindeki asidojenik bakteri seviyesini de yükseltir (9). Hastalar ortodontik tedavi sırasında iyi ağız hijyeni sağlamazlarsa, braketin etrafındaki biyofilm mine demineralizasyonuna ve beyaz nokta lezyonlarına yol açan asitler üretecektir. Biyofilmin gelişimi aynı zamanda dişeti iltihabının varlığı ile de ilişkilidir ve plak birikimi ne kadar fazla olursa dişetinde kanama ve hiperplazi de o kadar şiddetli olur (10–12). Sonuç olarak artan dental plak, beyaz nokta lezyonu ve dişeti iltihabına zemin hazırlar (2,13).

Streptococcus mutans, dental plaktaki ana karyojenik mikroorganizma olarak tanımlanmıştır (14). Ayrıca, *Lactobacillus* türleri mevcut çürük lezyonlarının ikincil istilacıları olarak kabul edilir ve çürük ilerlemesini teşvik eder (15). Ortodontik tedavi sırasında *S. mutans* sayısı 5 kata kadar arttığı da rapor edilmiştir (16). *Lactobacillus* türlerinin yüksek sayıda olması, ortodontik ataşmanlar ile ilişkilendirilmiştir ve ortodontik tedavi sırasında artan plak düzeyleriyle ilişkili olduğu bilinmektedir (17). Bununla birlikte, *Porphyromonas gingivalis*'in dahil olduğu belirli bakteri türlerinin tükürükteki artışı periodontal problemler ile ilişkili olduğu da bildirilmiştir (18,19).

Braket yapıştırma protokolü sırasında yüzey pürüzlülüğü için kullanılan fosforik asit, minenin dekalsifikasyonuna neden olur ve böylece *S. mutans*'in yapışması ve proliferasyonu için bir destek oluşturur (20). Yapıştırma sırasında kullanılan kompozit reçineler ise gözenekliliği nedeniyle mikroorganizmaların dış yüzeyine yapışmasına ve büyümesinde eğilime neden olabilir (21,22).

Ağız boşluğuna girerken tükürük sterildir (23). Ancak ağız boşluğundan alınan tükürük incelendiğinde, bir mililitre tükürükte yüz milyonlarca bakteri vardır (24). Bu nedenle, tükürüğün mikrobiyolojik içeriği ağız yüzeylerinden dökülen bakterilerin bir derlemesi olduğu tespit edilmiştir (25,26). Bu nedenle, tükürük potansiyel olarak ağız sağlığı durumunun bir biyobelirteci olarak kullanılabilir. Ağız sağlığında, tükürük içeriği, dilde ve ağız mukozasında bulunan bakterilerle yakından ilişkilidir (27).

Ortodontik tedavi sırasında oluşan zararlı etkilerden kaçınmanın en iyi yolu biyofilm oluşumunu önlemek veya kontrol etmektir (28). Bu süreçte, ağız hijyeni sağlanması için hastaların mekanik temizliği doğru ve etkili yapmaları en temel gerekliliktir. Eğitim düzeyi veya sosyal statüden bağımsız olarak düzenli diş fırçalama ağız sağlığında önemli bir faktördür (28,29). Etkili diş fırçalama, motivasyon, bilgi ve el becerisi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (31). Elektrikli diş fırçaları, ilk olarak 1960'ların başında ticari olarak piyasaya sürülüp ve manuel diş fırçalamaya alternatif olarak ortaya çıkmıştır (32).

Ortodontik tedaviler genellikle yaşa bağlı ek sorunları olan adolesan hastalarda uygulanır. Ağız hijyeni bakımına ilişkin el becerileri ve genel motivasyonları genellikle yetersizdir; görünür olan ortodontik ataşmanların varlığı nedeniyle kötüleşen estetik görünüm, genellikle özgüvende azalmaya, vücutta rahatsızlık hissine yol açar (33).

Literatürde yapılan araştırmalara bakıldığında sabit ortodontik tedavi sırasında manuel fırça ile elektrikli fırçayı karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır. Elektrikli fırçaların ilk çıktığından günümüze kadarki geliştirilmesi sayesinde yapılan araştırmalarda kullanılan elektrikli fırçalar farklılık göstermektedir. Ayrıca yapılan araştırmalarda fırça etkinliğini belirlerken, genellikle yalnız periodontal indekslere göre değerlendirme yapılmıştır (34–39).

Günümüzde Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu, spesifik bakteri türlerinin ve miktarlarının belirlenmesi için hızlı ve kesin yöntem olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (40).

Yapacağımız araştırmanın farkı, tükürük örneğindeki çürük yapıcı bakterilerden *S. mutans*, *Lactobacillus casei* (*L. casei*) ile periodontal hastalıklarda artış gösteren *P. gingivalis*'in tükürük örneğinden izole edilerek Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile incelenmesi ve elektrikli fırça olarak rotasyonlu, salınımlı dönen interaktif teknoloji ile akıllı fırça tercih edilmesidir.

Bu bilgilere dayanarak çalışmamızın amacı, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda bluetooth teknoloji ile akıllı fırça ve manuel ortodontik fırça kullanımının ağız hijyenine etkisini periodontal indeks ölçümleri yaparak klinik açıdan, gerçek zamanlı PCR ile mikrobiyolojik yönden değerlendirmektir.

Çalışmamızın başlangıç hipotezi, ortodontik tedavi sürecinde akıllı veya manuel fırça kullanımının periodontal sağlık ve oral mikroflora açısından fark oluşturmadığı şeklindedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dental Plak

Dental plak, diş yüzeyinde bulunan, konakçı ve bakteri kökenli polimerlerden oluşan bir matrikse yerleşmiş mikroorganizmalar topluluğudur (41). Mikroorganizmalar genellikle biyofilmler olarak bilinen yüzeyle ilişkili çok hücreli topluluklar oluşturur ve bunların içinde yaşar. Biyofilmin yapısı, kimyası ve fizyolojisi, yerleşik mikroorganizmaların ve yerel ortamın doğasına göre değişir. Bununla birlikte, biyofilmler arasındaki önemli ortak nokta, yapısal bütünlüklerinin kritik olarak, hücre dışı bir matrikse bağlı olmasıdır (42). Dental plak da bir biyofilmdir (43). Plak biyofilmi, özellikle ağız hijyeninin iyi olmadığı durumlarda diş yüzeylerinde ve apareylerde bulunur. Genel olarak, oklüzal fissürler gibi konak savunmasından uzak ve mekanik temizliğin yapılamadığı anatomik alanlara yerleşir. Plak örnekleri bölgelerine göre tanımlanır ve supragingival, subgingival veya aparey ile ilişkili olarak sınıflandırılabilir (44).

Dental biyofilmdeki organizmalar, toplam hacmin yaklaşık %30'unu oluşturan organik bir matriks ile çevrilidir. Matriks, hem konakçı hem de biyofilm bileşenlerinin ürünlerini içerir. Besin rezervi ve tutucu görevi görerek organizmaları hem birbirine hem de çeşitli yüzeylere bağlar (45).

Dental plak oluşum süreci üç ana aşamaya ayrılabilir: İlk olarak diş yüzeyinde pelikül oluşumu, ikinci basamak bakterilerin yapışması ve bağlanması ve üçüncü son aşama ise bakteri kolonizasyon ve plak maturasyonudur (46).

Plak oluşumunun ilk aşaması; ağız boşluğunun tüm yüzeyleri yani hem sert hem de yumuşak dokuların pelikül ile kaplanmasıdır. Dişlerin fırçalanmasından sonra nanosaniyeler içinde, pelikül adı verilen ince, tükürük kaynaklı bir tabaka diş yüzeyini kaplar. Hücresiz çoklu katmanlardan oluşan bir yapıdadır. Pelikül, glikoproteinler (müsinler), prolin bakımından zengin proteinler, fosfoproteinler (örneğin, statherin), histidin bakımından zengin proteinler, enzimler (örneğin, a-amilaz) ve bakteriler için yapışma yerleri olarak işlev görebilen diğer moleküller dahil olmak üzere çok sayıda bileşenden oluşur. Pelikül, diş sert dokusu ve ağız ortamı arasındaki bağlantı görevi görür (47,48). Oluşumunda yer alan mekanizmalar arasında elektrostatik, van der Waals ve hidrofobik kuvvetler yer alır (46). Ayrıca pelikül, diş yüzeyini asitlerle doğrudan temasını önlemek ve demineralizasyondan korumak için doğal bir bariyer

görevi görür. Pelikül, oral biyofilmin ilk kolonize olan bakterilerini, karyojenik bakteri asidik ürünlerinin taşıma yolunu, periodontal patojenlerin kolonizasyonunu etkileyerek periodontal hastalığı ve çürükleri etkiler (49).

İkinci aşama; bakterinin pelikula dahil olmasıdır. İlk olarak, bakterinin diş yüzeyine taşınmasını içerir. Rastgele temaslar, mikroorganizmaların çökmesi, sıvı akışı veya aktif bakteri hareketi (kemotaktik aktivite) yoluyla meydana gelebilir. Bakterinin yüzeye taşınması sonrasında, bakterinin yüzeye belirli bir mesafeden geri dönüşümlü olarak yapışması gerçekleşir. İlk yapışmadan sonra, çeşitli etkileşimler (kovalent, iyonik veya hidrojen bağı) ile bakteri ve yüzey arasında sağlam bir ankraj oluşturulacaktır. Bu, doğrudan temas veya hücre dışı gerçek filamentli uzantıların (10 nm'ye kadar uzunlukta) bağlantısını takip eder.

Üçüncü aşama; bakteri kolonizasyonu ve plak maturasyonudur. Sıkıca bağlanan mikroorganizmalar büyümeye başladığında ve yeni oluşan bakteri kümeleri birbirine bağlı kaldığında, mikrokoloniler veya biyofilm gelişebilir. Bu aşamadan itibaren yeni mekanizmalar devreye girer çünkü artık bakteriler arası bağlantılar oluşabilir. Temelde tüm oral bakteriler hücre-hücre etkileşimini besleyen yüzey moleküllerine sahiptir. Bu süreç, hidrofobik, elektrostatik ve van der Waals kuvvetlerinden kaynaklanan daha az spesifik etkileşimlere ek olarak, genelde bakteri hücre yüzeylerinde bulunan protein ve karbonhidrat moleküllerinin oldukça spesifik stereokimyasal etkileşimi yoluyla gerçekleşir (46).

2.2. Oral Mikroflora

Ağız boşluğu benzersiz bir ekosistemdir. Dişler, gingival sulkus, dil, yanaklar, sert ve yumuşak damak ve bademcikler de dahil olmak üzere, kendilerine özgü, benzersiz mini çevresel koşullara sahip çok çeşitli habitatları içerir. İnsan ağız florası, çok katlı yassı epitel (keratinize ve keratinize olmayan) ile kaplanmıştır; ancak bu, işleve göre (örn. dil) alanlarda değişiklik gösterir. Dişler ve tükürük kanalları gibi diğer yapılar tarafından kesintiye uğrar. İnce tükürük tabakası oral mukozanın yüzeyini yıkar. Dişeti her dişin etrafını saran bir dokudur ve dişeti oluşundan sürekli bir dişeti oluşu sıvısı eksüdası vardır.

Belirli yüzeylerde yerleşik ve baskın olan organizmalar, her bölgenin biyolojik ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişir. Ağız boşluğunda, bakteriler, arkeler, mantarlar, mikoplazmalar, protozoalar ve zaman zaman kalıcı olabilen viral flora da

dahil olmak üzere, uyum içinde yaşayan çeşitli organizmalar bulunabilir. Toplu olarak, oral mikroflora, oral mikrobiyota ve daha yakın zamanda oral mikrobiyom olarak adlandırılmıştır (50).

Bu ortak flora, konakçı ile simbiyotik uyum içinde bulunur, ancak hastalık koşulları, mikrobiyal denge bozulduğunda ortaya çıkar, dolayısıyla disbiyoz olarak adlandırılır. İnsanlarda sık görülen diş hastalıkları, çürükler ve periodontal hastalıklar bu şekilde meydana gelmektedir (44).

Genel olarak ağız florası, 700'den fazla tür tarafından temsil edilen en az altı milyar bakteriyi barındırır (51,52).

2.2.1. Streptococcus Mutans

J. Killian Clarke, 1924 yılında çürük lezyonlarında gözlemlediği oval şekilli hücrelerin *Streptococcus* 'ların mutant formları olduğunu saptamış ve bu organizmayı izole etmiştir. Bu mikroorganizmaya *S. mutans* adını verdi (53). *Mutans streptococcus* grubunda hücre duvarı karbonhidratlarının antijenik özgülüğüne dayalı olarak, yedi farklı insan ve hayvan türü ve sekiz farklı serotip (a-h) tanımlanmıştır (54). *S. mutans*; c, e, f ve k serotipleri olarak sınıflandırılır; serotip c, yaklaşık %70-80 prevalansı ile oral kavitede en sık görülen tiptir ve bunu serotip e (yaklaşık %20) takip eder. Buna karşılık, f ve k serotiplerinin ağız boşluğundaki dağılım frekansları oldukça düşüktür ve prevalansı %5'ten azdır (55). *Mutans Streptococcus* grubunun sınıflandırılması Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: *Mutans Streptococcus* grubunun sınıflandırılması

<i>Mutans Streptococcus Sınıflandırılması</i>		
Tür	Serotip	Konak
Streptococcus mutans	c,e,f,k	İnsan
Streptococcus sobrinus	d,g	İnsan
Streptococcus cricetus	a	Hamster
Streptococcus rattus	b	Fare
Streptococcus ferus	c	Fare
Streptococcus macaræ	c	Maymun
Streptococcus downei	h	Maymun

Mutans streptococcus grubuna ait olan *S. mutans*; gram pozitif, fakültatif anaerob, hareketsiz, katalaz negatiftir ve oldukça homojen dağılım gösterir (54,56).

S. mutans'ın karyojenitesinin üç temel özellik ile ilgili olduğu kabul edilmiştir. Birincisi, sert yüzeylere kalıcı kolonizasyonu ve ekstrasellüler matriksin gelişimine yardımcı olan glukan polimerlerini sükrözden sentezleme yeteneği, çok çeşitli karbonhidratları organik asitlere taşıma ve metabolize etme yeteneği (asidojenik) ve üçüncüsü çevresel stres koşullarına, özellikle düşük pH (asidürik) altında gelişme yeteneğidir (57).

Tüm karbonhidratların içinde en karyojenik olduğu kanıtlanmış olan sükröz; glikoz ve fruktozdan oluşan β 2,1 bağlı bir disakkarittir. Hücre dışı ortamda, sükröz, sırasıyla glukanlar ve fruktanların üretimini katalize eden glukosiltransferazlar ve fruktosiltransferazlar enzimlerinin substratıdır. Glukanların oluşumu, yapışkan benzeri bir polisakkarit matriksi oluşturarak biyofilm oluşumuna katkıda bulundukları için virülansta önemli bir rol oynar. Fruktanlar ise, kısa süreli hücre dışı karbonhidrat kaynakları olarak hizmet eder ve fruktanaz enzimi tarafından parçalanır ve enerji üretimi için fruktoz verir (58).

S. mutans'ın, hücre içi enerji üretimi yalnızca glikolize dayanır. Bu organizmanın karakteristik özelliği, çok çeşitli karbonhidratları metabolize etme yeteneğidir. *S. mutans*, glikoliz ile laktik asit üretir ve oluşan bu laktik asit mine demineralizasyonuna neden olur. Demineralizasyon sonucu zamanla çürük oluşumu başlar. Bu bakterinin çürük oluşumunda anahtar rol oynadığı bilinmektedir (59).

Mutans streptococcus grubuna ait *S. mutans*, özellikle başlangıç dış çürüklerinin önemli bir patojeni olarak kabul edilir. *Streptococcus sobrinus*'un, *S. mutans* ile karşılaştırıldığında, dış çürüklerinde görülme oranı daha düşüktür. *S. Sobrinus*, serotip d ve g olarak sınıflandırılır (55).

Mutans grubu streptococcus'lar, ayrıca enfektif endokarditin en önemli sebebidir ve vakaların yaklaşık %60'ı bu mikroorganizmaya bağlıdır. Genellikle dental tedaviler sırasında salınan bakteriler, hasarlı kalp kapakçıklarına yerleşerek enfektif endokardite neden olabilir (54).

2.2.2. *Lactobacillus Casei*

Lactobacillus cinsi bakteriler, bitkisel ve hayvansal materyal (örn; süt) gibi çok çeşitli kaynaklardan izole edilmiştir. Resmi olarak tanınan 200'den fazla tür ve alt tür

içeren saprofit bakterilerdir. Gram pozitif, kokobasil formda (çoğunlukla basil), α -hemolitik veya hemolitik olmayan, fakültatif anaeroblardır. Karbonhidratları fermente ederek asit oluştururlar (asidojenik) ve asit ortamında iyi bir şekilde hayatta kalabilirler (asidürik) (54,60).

Karbonhidrat metabolizmalarına göre; homofermentatif, esas olarak laktik asit üretenler; fakültatif heterofermentatif veya zorunlu heterofermentatif olarak üçe ayrılırlar. Laktik asit yanında asetat, etanol ve karbondioksit üretebilirler (61).

Bir aileden bile daha geniş olan *Lactobacillus* genom büyüklüğü, 1.23 Mb (*L. sanfranciscensis*) ile dört kat daha büyük 4.91 Mb (*L. parakefiri*) arasında değişir. Guanin sitozin içeriği de 31.93 ile 57.02 arasında önemli ölçüde değişir. Bu nedenle, *Lactobacillus* geleneksel olarak bir cins olarak tanımlansa da, genetik çeşitliliği tipik bir aileninkinden daha fazladır (62).

Bir konakçıyı kararlı bir şekilde kolonize eden bakterilerin çoğundan farklı olarak, *Lactobacillus* planktonik, fırsatçı yerleşimciler gibi görünmektedir ve konağın yalnızca belirli nişlerinde, ağız boşluğunda, vajina ve midede toplanıp çoğalabilmektedir. İnsanlarda sürekli kolonizasyonu için temel gereksinimleri; çoğunlukla anaerobik olan durgun, kalıcı bir niş, düşük pH ortamı ve karbonhidratlara hazır erişimdir. Çürük lezyonlarında sadece belli bir kısım *Lactobacillus* türleri bulunur, ancak çürüksüz çocuklarda büyük ölçüde yoktur. Çürük lezyonlarında bulunan *Lactobacillus*, hem çürük progresyonuna önemli bir etkide bulunur hem de gastrointestinal yol için önemli bir rezervuardır (63).

Lactobacillus casei grubu *L. casei*, *L. paracasei* ve *L. rhamnosus* olarak üç türden oluşur. Bu grup, üyelerinin fakültatif heterofermentatif olması, guanin sitozin içeriğinin %45 ile %47 mol arasında olması ve oluşan peptidoglikan tipinin Lys-D-Asp olması nedeniyle homojendir. Ayrıca asetoin üretebilirler ve hepsi laktik asit oluşturur (60).

Lactobacillus ağız boşluğunda toplam floranın %1'inden azını oluştururlar. *L. casei* ve *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* ve yeni tanımlanan türler *L. oris* ağız boşluğunda yaygındır. *Lactobacillus*'un taksonomisinin sürekli revizyon altında olduğuna dikkat edilmelidir (54).

Lactobacillus'un bağırsak mikrobiyomunun homeostazını sürdürmedeki yararlı rolü kabul edilmiştir ve probiyotik olarak satılan *Lactobacillus* içeren gıda maddeleri sağlık bilincine sahip halk arasında popülerlik kazanmıştır (54).

Hem yetişkin hem de çocukluk çağı çürüklerinde baskın türler arasında *L. fermentum*, *L. rhamnosus*, *L. gasseri*, *L. casei/paracasei*, *L. salivarius*, *L. plantarum* bulunur (63).

Farklı çalışmalarda kullanılan tekniklerin çeşitliliği nedeniyle, özellikle diş çürüğü ile ilgili olabilecek bir *Lactobacillus* türü net olarak belirlenememiştir. Ancak *L. casei* grubuna ait türler çürük ile ilişkili görünmektedir (64).

Derin dentin çürük örneklerinin incelendiği bir araştırmada PCR analizi ile yapılan kalitatif tarama sonucu, çoğu dentin örneğinde en az üç farklı tür veya filotipin mevcut olduğunu gösterilmiştir. Bu nitel taramada, *L. casei*, *L. paracasei* ve *L. rhamnosus*'u içeren *L. casei* grubunun üyelerinin, örneklerin %68'inde mevcut olan en yaygın türler olduğunu ortaya çıkarılmıştır. Nicel taramada ise *L. gasseri* ve *L. ultunensis*'in (ve bununla ilgili filotipin) diğer türlerden daha yüksek sayılarda bulunduğu tespit edilmiştir (65). Yapılan başka bir çalışmada ise oral *Lactobacillus* türlerinin popülasyondaki dağılımı incelenmiştir. İncelenen tükürük örneklerinden elde edilen verilere göre en yaygın *Lactobacillus* türlerinin, *L. fermentum* , ardından *L. rhamnosus* , *L. salivarius* , *L. casei* olduğu görülmüştür (66).

Yapılan bir çalışmada her hastadan plak ve tükürük örneği alınarak *M. streptococcus* ve *Lactobacillus* bakterileri incelenmiştir. Çürük yapıcı bakterilerin incelendiği bu çalışmada tükürük ve plak örneği arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Sonuç olarak, plak veya tükürük örneğinden bakteri değerlendirilmesinin farkı olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca plağın bakteriyel bileşiminin çeşitli ağız lokasyonları arasında farklılık göstermesi nedeniyle tükürük örneğinin daha çok tercih edilebileceği belirtilmiştir (67).

Genel olarak karyojenik flora için 1 ml tükürükteki *S. mutans* ve *Lactobacillus* sayıları aşağıdaki gibi bildirilmiştir (68).

- Yüksek çürük aktivitesi: $>10^6$ *S. mutans* ve/veya $>10^5$ *Lactobacillus*
- Düşük çürük aktivitesi: $<10^5$ *S. mutans* ve/veya $<10^4$ *Lactobacillus*

2.2.3. Porphyromonas Gingivalis

Porphyromonas gingivalis; hareketsiz, asakkarolitik, gram negatif , kanlı agar üzerinde siyah pigmentli koloniler oluşturan zorunlu olarak anaerobik rod şeklinde bir bakteridir. Büyümesinde mutlaka demir ihtiyacı vardır (69).

P. gingivalis konak hücreler üzerinde zararlı etkiler ortaya çıkarabilir. Ana virülans faktörleri lipopolisakkarit, kapsüler polisakkarit, fimbria ve gingipainlerdir. Lipopolisakkarit yapı, deneysel hayvan modellerinde gösterildiği gibi, proinflamatuvar yanıtların ve kemik rezorpsiyonunun bir uyarıcısıdır (70,71).

P. gingivalis'in fimbriaları, tükürük proteinlerine, ekstrasellüler matrikse, ökaryotik hücrelere, aynı veya diğer türden bakterilere yapışmasını kolaylaştıran ince, filamentli hücre yüzeyi çıkıntılarıdır. *P. gingivalis*, fimbriaları aracılığıyla erken kolonize olan bakterilere bağlanabilir ve gelişen biyofilm yapısına katılabilir. Tip I (majör) fimbrialar kolonizasyon ve invazyonda önemli rollere sahipken, tip II (minör) fimbrialar daha yüksek proinflamatuvar kapasiteye sahiptir (72–74).

Gingipainler, *P. gingivalis*'in hücre yüzeyi sistein proteinazlarındandır. *P. gingivalis*'in toplam proteolitik aktivitesinin %85'ini oluştururlar (75). Substrat spesifikliklerine dayanarak, arginin spesifik ve lizin spesifik olarak 2'ye ayrılırlar (76,77).

P. gingivalis metabolizması karbonhidrat fermentasyonuna dayanmaz. Daha çok aminoasit degradasyonu ile enerji temin eder. Subgingival biyofilm topluluklarındaki konumu göz önüne alındığında, *P. gingivalis* geç bir kolonizatördür ve bu nedenle biyofilmin üst tabakasında bulunur (78–80).

Konakta hayatta kalma stratejilerinin bir parçası olarak, *P. gingivalis* hücreleri ve dokuları istila edebilmektedir, böylece bağışıklık gözetiminden kaçınmaktadır. *P. gingivalis*, canlılığını koruyabildiği ve çoğalabildiği dişeti epitel hücrelerini aktif olarak istila edebilir (81,82). *P. gingivalis*, konakçıyı istila etmek ve orada kalmaya devam etmek için mekanizmalar geliştirmiştir. Doğuştan gelen bağışıklık ve enflamatuvar tepkiler üzerindeki paradoksal olarak zıt (uyarıcı ve engelleyici) etkileri, dokularda hayatta kalmasını kolaylaştırmak için konakçı savunma mekanizmalarını bozmayı amaçlar. Erken aşamalarda, iltihabın baskılanması ve konakçının tanınmasından kaçınma, *P. gingivalis*'in hedeflenen bölgede koloni oluşturmaya, istila etmesine ve yerleşmesine yardımcı olacaktır. Daha sonraki aşamalarda, *P. gingivalis* iyice yerleştikten sonra, inflamasyonu indüklemek, besin maddelerindeki artan talebini kolaylaştırabilir (83).

Tek bir mikroorganizmanın değil, birçok bakterinin periodontal hastalıklarda rol oynadığı artık genel olarak kabul edilmektedir. Periodontal doku iltihabının başlangıcı, subgingival bölgenin periodontal bakteriler tarafından kolonizasyonu ile tetiklenir. Örneğin, diş yüzeylerinde erken veya birincil kolonizasyon yapan başlıca

bakteriler *Streptococcus* ve *Actinomyces*'tir. Zamanla, bu gram-pozitif fakültatif anaerobik bakterilerin oranları azalır ve sonunda Gram-negatif anaeroblar, daha yerleşik hale gelir (84).

Periodontal hastalıklara neden olan birincil etiyolojik ajanların genellikle *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella*, *Fusobacterium* ve *P. gingivalis*'i içeren gram negatif çubuklar olduğu gösterilmiştir. Bu mikrobiyal türlerin hiçbirisi tek başına, periodontal hastalığın ilerlemesinde yer alan yıkıcı olaylara neden olma yeteneğine sahip değildir, ancak ağız boşluğunda nişlerini oluşturmak için bu üyelerin uyumlu bir etkileşimi sonucu hastalık meydana gelir (85,86).

Periodontal patojenler arasında yer alan *P. gingivalis*, periodontal hastalığın enflamatuar olaylarının patogeneğinde ve ilerlemesinde başlıca etiyolojik ajanlardan biri olduğu bildirilmiştir (87).

Yapılan bir araştırmada *P. gingivalis* bakterisinin kronik periodontitisli hastalarda periodontal olarak sağlıklı kişilere göre daha yüksek sayıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu bakterinin, konakçının periferik kan mononükleer hücrelerinden daha fazla sayıda IL-1 β ve IL-8'in salınımı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (88).

Yapılan başka bir araştırmanın verilerine göre, subgingival plak örneklerinde periodontitisli hastaların %85,7'sinde *P. gingivalis*, %60,7'sinde *T. forsythensis* saptanmıştır. *T. Forsythensis*, *P. Gingivalis*'e kıyasla daha düşük prevalanslarda bulunmuştur. Ayrıca periodontal olarak sağlıklı kişilerde bu bakterilerin oranı önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur (89).

Yıkıcı periodontal hastalıklar için *P. Gingivalis*'in varlığı en güçlü bakteriyel belirteçlerden biridir (90). Periodontal tedaviyi takiben, *P. gingivalis* sayılarında bir azalma, etkilenen bölgedeki hastalığın çözülmesi ile ilişkilidir (91). Ayrıca, hayvan çalışmalarında, *P. gingivalis*'in deneysel implantasyonu, bir enflamatuar yanıt ve periodontal kemik kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (92).

Yapılan bir araştırmaya göre ortodontik apareylerin çıkarılması sonucu, klinik periodontal parametrelerde bariz bir iyileşme ile bağlantılı olarak subgingival plakta *P. intermedia*, *P. gingivalis* ve *T. forsythia*'da önemli bir azalma bulunmuştur (93).

Agresif periodontitisli hastaların, kronik periodontitisli hastaların ve oral olarak sağlıklı bireylerin tükürük mikrobiyotasını karakterize etmek için 2019 yılında yayımlanmış bir kontrollü randomize çalışmada, *P. gingivalis* dahil yedi bakteri türünün, periodontitis hastalarından alınan tükürükte, önemli ölçüde daha yüksek

olduğu bulunmuştur. *P. gingivalis*'in tükürükteki varlığı ve göreceli bolluğu, agresif ve kronik periodontitis ile ilişki olduğu, ancak agresif ve kronik periodontitis arasında ayırım yapmadığı sonucuna ulaşılmıştır (94).

Oliveira ve ark. yaptığı araştırmada, kalp kapakçığı örneklerinde *S. mutans*, *P. intermedia*, *P. gingivalis* ve *Treponema denticola*'nın sıklıkla görüldüğü PCR testi ile tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen kardiyovasküler hastalığı olan bu hastaların dental plak, tükürük ve kalp kapakçığı örneklerinde aynı tip karyojenik ve periodontopatik bakteriler bulunduğunu bildirmiştir (95).

Öte yandan koroner arter hastalığı olan hastalarda periodontal durum ile arterioskleroz durumu parametreleri arasında güçlü bir korelasyon bulunmadığını bildirilen çalışmalar da bulunmaktadır (96,97).

2.3. Periodontal Hastalıklar

Sağlıklı periodonsiyum, dişleri fonksiyonda tutmak için gerekli desteği sağlar. Periodonsiyum; dişeti, periodontal ligament, alveolar kemik ve sement olarak dört ana bileşenden oluşur. Bu periodontal bileşenlerin her birinin konumu, biyokimyasal ve hücresel bileşimi bakımından farklıdır, ancak yine de tek bir birim olarak işlev görürler (98). Dişe destek sağlayan periodonsiyumu oluşturan bu dokular bozulduğunda, periodontal hastalık oluşur (99). Periodontal hastalıklar için farklı zamanlarda çeşitli sınıflamalar yapılmıştır. 2017 yılında Uluslararası Periodontoloji Çalıştayında yeni bir sınıflama kabul edilmiştir (Tablo 2.2) (100). Periodontal hastalıkların sınıflandırılması Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

2.3.1. Gingivitis

Genel olarak dişeti hastalığının (gingivitis) 2 kategorisi vardır. Dental plak biyofilminin neden olduğu gingivitis, dental plak kaynaklı olmayan gingivitistir. Dental plağın neden olduğu gingivitis, bölge düzeyinde plak ile konağın immün yanıtı arasındaki etkileşimlerden kaynaklanır, dişeti içinde kalır, periodontal ataşmana (sement, periodontal ligament ve alveolar kemik) ulaşmaz. Bu tür iltihaplanma, mukogingival bileşkenin ötesine geçmediğinden plak düzeylerini azaltarak enflamasyon azaltılabilir (101,102).

Plak ile ilişkili gingivitis, dişlerde mikrobiyal biyofilmin birikmesi ve retansiyonu sonucu oluşan geri dönüşümlü enflamatuvar bir durumdur. Dişetinde

kızarıklık, şişlik ve kolayca kanama eğilimi ile karakterizedir. Duyarlı bireylerde gingivitis, periodontitise ve diş için yumuşak doku ve kemik desteğinin kaybına yol açabilir (103).

Plak kaynaklı olmayan gingivitis daha az yaygındır. Genel sistemik rahatsızlıkların belirtileri olarak ortaya çıktığı için hastalar için büyük önem taşır. Genellikle, genetik gelişimsel bozukluklar, spesifik enfeksiyonlar, enflamatuvar immün durumlar, reaktif oluşumlar, neoplaziler, endokrin, beslenme ve metabolik hastalıklar; travmatik lezyonlar ve dişeti pigmentasyonu ile ilgili olabilir (101).

Klinik olarak gingivitis; bıçak sırtı şeklindeki dişeti marjinin kaybı, papillada küntleşme olarak görülen şişlik, hafif sondlamada kanama ve rahatsızlık, kırmızılık, şeklinde ortaya çıkar. Epidemiyolojik olarak, sağlıklı veya periodontal tedavi sonrası iyileşmiş stabil bir periodonsiyumda, sondlama derinliğinin 3mm'den az olması ve kanama bölgelerinin %10'un altında olması gerektiği bildirilmiştir (102).

Tablo 2.2: Periodontal hastalıkların sınıflandırılması

PERİODONTAL HASTALIKLAR VE DURUMLAR

- **Periodontal Sağlık, Gingival Hastalık ve Durumlar**
 - Periodontal Sağlık ve Gingival Sağlık
 - Gingivitis (Biofilm tarafından indüklenen)
 - Gingival Hastalıklar (Biofilm tarafından indüklenmeyen)
- **Periodontitis**
 - Nekrotizan Periodontal Hastalıklar
 - Periodontitis
 - Sistemik Bir Hastalığın Bulgusu Olarak Periodontitis
- **Periodonsiyumu Etkileyen Diğer Durumlar**
 - Periodontal Destek Dokuları Etkileyen Sistemik Hastalıklar ve Durumlar
 - Periodontal Abseler ve Endodontik-Periodontal Lezyonlar
 - Mukogingival Deformiteler ve Durumlar
 - Travmatik Oklüzal Kuvvetler
 - Diş ve Protez İlişkili Faktörler

2.3.2. Periodontitis

Periodontitis; periodontal doku kaybı, radyolojik değerlendirmede interproksimal bölgede alveoler kemik kaybı, klinik ataşman kaybı ve periodontal cep varlığı ile karakterize bir enflamatuvar geri dönüşümsüz hastalıktır.

Son yapılan sınıflandırmada patofizyolojisine göre, periodontitis formu üçe ayrılarak tanımlanmıştır: Nekrotizan periodontitis, sistemik bir hastalığın bulgusu olarak periodontitis ve periodontitistir.

Periodontitis, bir önceki 1999 yılında yapılan sınıflandırmada agresif ve kronik olarak 2 alt gruba ayrılmıştır. Ancak 2017 yılında en son yapılan Periodontoloji Çalıştayı'nda periodontisi kronik ve agresif olarak sınıflayacak yeterince patofizyolojik kanıt bulunmadığı için periodontitis tek başlık altında toplanmıştır. Bulunan kanıtlara dayanarak periodontisi derecelendirme ve evrelendirme sistemine göre karakterize etmek uygun görülmüştür (104).

Periodontal enflamasyon sadece periodonsiyumun yumuşak dokularını değil aynı zamanda alveolar kemik ve sementi de etkiler. Histopatolojik kanıtlar, gingivitisin doğrusal bir ilerleme izlediğini göstermektedir. Gingivitisin nasıl periodontitise dönüştüğü açık değildir. Gingivitis periodontitis için bir risk faktörüdür (105).

Periodontal hastalıklar, organize olan biyofilmin neden olduğu enflamasyon ve buna karşı konağın enflamatuvar yanıtı sonucu oluşur. Patojen bakterilerden zengin olan biyofilmin periodontal dokularda enflamatuvar yanıtı neden olan en önemli etiyolojik ajan olduğu kabul edilmektedir (106–108).

2.4. Ortodontik Tedavi ile Periodontal Hastalık Arasındaki ilişki

Ortodontik tedavi sırasında hastaların ağız hijyenini sağlaması zordur. Ortodontik tedavi, hasta uyumu ile periodontal dokularda genellikle geri dönüşü olmayan hasara neden olmaz. Ayrıca, belirli hastalarda periodontal sağlığı iyileştirir (109). Örneğin, tek diş ön çapraz kapanış ilişkisi, sıklıkla alt kesici dişlerde dişeti çekilmesine ve şiddetli derin kapanış ilişkisi damakta yumuşak dokularının tahribatına yol açabilir. Ortodontik tedavi genellikle bu sorunları düzeltebilir veya ilerlemelerini önleyebilir (2).

Dental çapraşıklık, ağız hijyeni prosedürlerini zor hale getirir ayrıca plak tutulmasının artmasına sebep olur. Sabit ortodontik tedavi ile çapraşıklığın düzeltilmesi sonucu uzun vadede ağız hijyeni kontrolünün arttığı bildirilmiştir (110,111). Ancak, sabit ortodontik tedavi sırasında ataşmanlar ağız hijyeninin sağlanması ve sürdürülmesini engelleyerek bakteri agregasyonunun artmasına neden olabileceğinden, ortodontik tedavi bazen periodontal hastalık için hazırlayıcı bir faktör

olarak kabul edilir (7,112–116). Problem yalnızca agregasyon değildir, subgingival plağın daha agresif periopatojenik floraya geçiş olasılığıdır. Bu durum, gingivitisin periodontitise dönüşmesini destekleyebilir (117–119).

Yalnızca patojenik bir mikrofloranın varlığı, hastanın periodontal hastalığı olduğu anlamına gelmez. Çünkü, periodontal hastalığın oluşumu, konağın bireysel yanıtını modüle eden ve iltihaplanmaya yol açan karmaşık bir bakteri konak etkileşimine bağlıdır (120,121).

Yapılan bir çalışmada, sabit ortodontik tedavi sırasında subgingival plakta *A. actinomycetemcomitans* bakterisinin arttığı görülmüştür. Ayrıca braketlenmiş dişlerde plak ve sondlama skorlarında ve dişeti kanamasında önemli ölçüde artış olduğu bildirilmiştir (113).

Yapılan başka bir çalışmada ise sabit ortodontik tedavi sırasında ve tedavi bitiminden 30 gün sonra supragingival ve subgingival plak örnekleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, tedavi bitiminden sonra alınan örneklerde *B. forsythus* ve *A. actinomycetemcomitans* bakterilerinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (114).

Sabit ortodontik tedavinin, *S. mutans* ve *Lactobacillus* kolonizasyonunu önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Elastomerik ligatür ile bağlanan dişler, çelik ligatür ile bağlanan dişlerden daha fazla sayıda mikroorganizma barındırdığı bulunmuştur; ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır (115). Bununla birlikte, elastomerik ligatürle bağlanan dişlerin kanamaya daha yatkın olduğu belirlenmiştir. Ağız hijyeni kötü olan hastalarda elastomerik ligatür tercih edilmemesi gerektiği bildirilmiştir (115).

Yapılan bir araştırmaya göre sabit ortodontik tedavi gören hastalarda; tedavi görmeyen kontrol grubuna kıyasla maksiller 1. ve 2. molar dişlerin mezial bölgesindeki mine sement sınırı ile alveoler kemik arası mesafenin arttığı bulunmuştur. Bu durumun, bant yerleşimi, devrilme veya ekstrüzyon etkileri ile veya plak birikimine yol açan diş morfolojisi nedeniyle ortodontik tedavinin doğrudan bir sonucu olduğu düşünülmüştür (122).

Spesifik uzun dönem klinik ve radyografik bulgular, ortodontik bantların yerleştirildiği bölgelerde periodontal hastalığın geliştiğini ve istatistiksel olarak anlamlı ataşman kaybına yol açtığını desteklemektedir (122,123). Bant uygulanmış molar diş ile braketlenmiş molar dişlerin kıyaslandığı araştırmada, bantın daha fazla dişeti iltihabı, plak birikimi ve ataşman kaybı gösterdiği sonucuna varılmıştır (123).

Bantın bu negatif etkisinin sebepleri, siman kalıntıları, mekanik irritasyon veya plak olarak belirtilmiştir (112).

Bollen ve ark. yaptığı araştırmada, ortodontik tedavinin periodontal durum üzerinde olumlu etkileri olduğuna dair güvenilir kanıt bulunmadığı ve literatürde yeterli karşılaştırma grupları ve takip süresi olan epidemiyolojik çalışmaların eksik olduğu belirtilmiştir. Mevcut kanıtlara göre, ortodontik tedavinin periodonsiyum üzerinde küçük zararlı etkileri olduğu bildirilmiştir (2).

Yapılan bir meta-analize göre, hareketli apareylerle tedavi edilen hastaların, sabit ortodontik apareylerle tedavi edilenlere kıyasla daha iyi bir periodontal durum sergilediği gösterilmiştir. Çalışma neticesinde, daha fazla sayıda klinik çalışmanın gerektiği bildirilmiştir (124).

Ristic ve arkadaşlarının yaptığı araştırmaya göre, ergenlik dönemindeki sabit ortodontik tedavi gören bireylerde periodontal indeks değerlerinin, patojenik ve anaerob bakteri sayısının arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, periodontal hasar riski mevcut olduğundan, ortodontik tedavi süresi boyunca hastaların sürekli kontrolünün, iyi ağız hijyeni eğitiminin ve motivasyonun yenilenmesinin önemi vurgulanmıştır (7).

Yapılan bir araştırmaya göre her iki tip ortodontik ataşmanın, bant ve braket, mikroflora ve klinik periodontal değişkenler üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu, ayrıca supragingival ve subgingival plakta aerob/anaerob bakteri oranının çalışma süresi boyunca önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur. Bu düşüşe periodontal indeks skorunda önemli yükselmeler eşlik ettiği görülmüştür. Çalışma sonucunda, ortodontik tedavi sırasında hafif enflamasyon kontrol edilmediğinde periodonsiyumun zarar görebileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu konuyla ilgili çalışmaların sayısının az olduğu ve daha fazla araştırma yapılması gerektiği önerilmiştir (116).

Naranjo ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü araştırmaya göre, bondingten hemen önce ve üç ay sonra değerlendirilen ölçümler sonucu sondlama derinliğinde ve klinik ataşman seviyesinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği, ancak kanama, plak ve gingival indeks skorlarının bondingten sonra arttığı görülmüştür. Çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla, *P. gingivalis*, *P. Intermedia*, *Prevotella nigrescens*, *T. forsythia* ve *Fusobacterium* bakteri türlerinin daha yüksek sayıda olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, braket yerleşimi plak birikimini ve önemli periodontopatik ve süperenfekte edici bakterilerin kolonizasyonunu etkileyerek daha fazla enflamasyon ve kanamaya neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Serratia*

marcescens gibi süperenfekte edici mikroorganizmaların bondingten üç ay sonra çalışma grubunda görüldüğü bildirilmiştir. (118).

Ortodontik apareylerin yerleştirilmesinden sonra yeterli hijyen sağlanamayan hastalarda, klinik olarak gözlenen etkiler; ağız ekosisteminde değişiklik, normal floradan periodontopatik floraaya geçiş, gingival enflamasyon, geri dönüşümsüz gingival hiperplazi, periodontal ataşman ve kemik kaybıdır (28).

Geçirilmiş periodontitis sonrası azalmış doku desteği olan fakat sağlıklı periodonsiyuma sahip hastalar; yeterli plak kontrolü ile ortodontik tedavi görebileceği klinik çalışmalarda gösterilmiştir (125–127). Bununla birlikte, klinik ve deneysel çalışmalarda, enflamasyon tam olarak kontrol edilmediğinde ortodontik tedavinin enflamatuvar süreçleri tetikleyebileceğini ve ağız hijyeni iyi olan hastalarda bile periodontal yıkımın ilerlemesini hızlandırarak daha fazla ataşman kaybına yol açabileceğini göstermiştir (128,129).

2.5. Periodontal indeksler

Ortodontik tedavi gören hastalarda biyofilm yapısındaki mikrobiyal dental plak oluşumu, olağan ağız içi plak oluşum mekanizmalarıyla benzerdir. Fakat bu ortodontik tedavi materyalleri, ağız hijyeninin korunmasını engeller ve ağız boşluğuna yabancı özellikleri olan, bakterilerin yapışabileceği çok sayıda ek yüzey sağlar (130). Tedavi sırasında biyofilm ile ilişkili yan etkiler yaygındır ve tedavi sonuçlarının kalitesini ve hastanın yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebilir. Bu nedenle, klinisyenlerin mikrobiyal dental plağın biriktiği yerler hakkında bilgi sahibi olmaları önemlidir. Dental plağın oluşumu için risk altında olan yerleri anlamak, beyaz nokta lezyonların gelişimini en aza indirmek için önleyici stratejiler uygulanması konusunda ortodontistlere ve hastalara yardımcı olabilir (131).

2.5.1. Plak indeksi

Plak indeksi, biyofilm oluşum düzeyini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (132). Al anezi ve Harradine yaptığı sistematik derlemede; sabit ortodontik tedavi gören hastalarda çoğunlukla Silness Loe indeksi olmak üzere; modifiye Silness Loe indeksi, O'leary indeksi, Quigley Hein indeksi, Bonded Braket indeksi, Orto plak indeksi, Dijital plak görüntüleme analizi gibi çeşitli plak indekslerinin kullanıldığını belirtmiştir (133).

Silness L e plak indeksinde diş; bukkal, lingual mezial ve distal olarak 4 bölgeye ayrılır ve 0 ile 3 arası puanlama yapılır.  l um ayna, sond ve ışık kullanılarak yapılır. Puanlama aşağıda gösterildiğı gibidir:

0: Dişeti kenarında plak yok.

1: Dişeti kenarında veya interdental bölgede gözle görülebilen plak yok ancak sond ile bakıldığında veya plak boyayıcı ajan ile görünür hale gelen plağı tanımlar.

2: Dişeti kenarında veya interdental bölgede ince veya orta kalınlıkta gözle görülür plak var.

3: Dişeti kenarında ve interdental bölgede yoğun plak birikimini ifade eder.

Bir diş için elde edilen toplam puan 4'e bölünerek dişin ortalama plak indeksi bulunur (134).

Bu plak indeksi skorları sadece diş yüzeylerinin gingival sınırındaki yumuşak birikintinin kalınlığı açısından farklılıkları göz önüne alır ve plağın koronal uzantısına dikkat etmez (132).

Williams ve ark. (1991) Silness L e plak indeksini, ortodontik tedavi gören hastalarda braketlenmiş dişler için plak birikim paternini hesaba katarak değıştirmişlerdir. Bu indekste diş, brakete göre mezial, distal, gingival ve insizal 4 bölgeye ayrılır. Daha sonra plak, orijinal Silness L e indeksinde kullanılan dört koda dayalı olarak her alanda puanlanır (135).

O'leary tarafından 1972 yılında plak kontrol kaydı adı verilen yeni bir plak indeks geliştirilmiştir. Tüm dişlerin mezial, distal, fasiyal, ve lingual yüzeylerinin plak varlığının veya yokluğunun kaydedildiğı bu formun ayrıca hastanın motivasyonunu artırdığı belirtilmiştir. Plak boyayıcı ajan ile plak boyandıktan sonra sondun ucu ile dentogingival bölgelerdeki plak birikimi kontrol edilir ve plak var ise kayıt formuna tire şeklinde işaretlenir. Sadece dentogingival bölgedeki plaklar kaydedilir, haricindeki plaklar kaydedilmez. Tüm dişler incelendikten sonra plak içeren yüzey sayısının mevcut toplam yüzey sayısına bölünmesiyle plak görülen dişlerin yüzdesi elde edilebilir (136).

Quigley-Hein indeksi ve onun modifikasyonu olan Turesky indeksi ise plak boyayıcı ajan kullanılarak yapılır. Bu indekslerde aşağıdaki gibi tüm dişlerin fasiyal ve lingual yüzeyleri 0 ile 5 arası puanlanır:

0: Plak yok.

1: Dişin servikal kenarında ayrı ayrı görülen plak birikintileri.

- 2: Dişin servikal kenarında ince sürekli plak bandı (bir mm'ye kadar).
- 3: Bir mm'den daha geniş ancak diş kronunun üçte birinden daha azını kaplayan bir plak bandı.
- 4: Diş kronunun en az üçte birini ancak üçte ikisinden azını kaplayan plak.
- 5: Diş kronunun üçte ikisini veya daha fazlasını kaplayan plak.

Bu indeks sistemleri diş yüzeyini kaplayan plağın aşamalı olarak ilerleyen koronal uzantısını ölçer (137,138). Ortodontik braket varlığında tipik progresif plak birikimi paternini yansıtmamaktadır. Örneğin, ark telinin arkasında bir plak çizgisi varsa, ancak dişte başka bir plak yoksa, hangi puan tahsis edileceği belirtilmemiştir (133).

Kossack ve Jost-Brinkmann tarafından, sabit ortodontik apareylerin bulunduğu vestibül diş yüzeylerindeki plak seviyelerini değerlendirmek için Modifiye Quigley-Hein İndeksi (MQH) tanımlanmıştır. Ortodonti hastaları için MQH plak skorları aşağıdaki gibidir:

- 0: Plak yok.
- 1: Ayrı ayrı görülen plak birikintileri.
- 2: Dişin servikal kenarında ve/veya braket etrafında plak bandı.
- 3: Diş yüzeyinin üçte birine kadar plak uzantısı ve braket çevresinde ince plak şeridi.
- 4: Diş yüzeyinin üçte ikisine kadar plak uzantısı ve geniş plak şeridi.
- 5: Diş yüzeyinin üçte ikisinden fazla plak uzantısı. (139)

Bonded Braket Plak İndeksi ise Kılıçoğlu ve arkadaşları tarafından braketli dişler için tanımlanmıştır. Dişler üzerinde braket etrafından başlayarak 0 ile 5 arasında aşağıda gösterildiği gibi skorlama yapılır:

- 0: Braket veya diş yüzeyinde mikrobiyal plak yok.
- 1: Yalnız braket üzerinde mikrobiyal plak görülür.
- 2: Braket ve diş yüzeyinde mikrobiyal plak var; ancak dişetine doğru yayılmıyor.
- 3: Braket ve diş yüzeyinde mikrobiyal plak var ve papile doğru yayılıyor.
- 4: Braket ve diş yüzeyinde mikrobiyal plak var ve dişetin bir kısmı plak ile kaplıdır.
- 5: Braket ve diş yüzeyinde mikrobiyal plak var ve dişeti tamamen plak ile kaplıdır (140).

Bu indeksteki bazı kodların belirsiz olduğu belirtilmiştir. Ortodontik brakete atıfta bulunsa da, kategoriler dişetine doğru yayılmaya ve onunla temasa önem vermektedir (133).

Ağız içi dijital fotoğraflar kullanılarak diş üzerindeki plağın kapladığı alanı ölçmek için yeni bir analiz yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri normal popölasyonda ve daha güncel olarak ortodontik tedavi gören hastalarda kullanılan dijital görüntüleme analizinde dental plak boyanır. Her hastadan aynı standartlarda dijital fotoğrafları alınarak bu fotoğraflar bilgisayar ortamına aktarılır. Depolanan bu dijital fotoğraflar uygun yazılım programı ile alan değerlendirilmesi yapılarak plak kaplı alanların yüzdesi elde edilir (8,133).

2.5.2. Gingival indeks

Löe Silness gingival indeksi; dişlerin gingival marjinleri mezial, distal, bukkal ve lingual olarak 4 bölgeye ayrılır. Bu sisteme göre puanlama; dişlerin ve dişetinin kurutulularak, ayna sond ve ışık kullanımını gerektirir. Bölgeler 0 ile 3 arasında puanlanır. İncelenen dişin gingival indeksi her yüzeyden elde edilen toplam puan 4'e bölünerek bulunur. İndeks skorlamaları aşağıdaki gibidir:

0: Normal gingiva.

1: Hafif enflamasyon, hafif renk değişikliği ve hafif ödem, sondlamada kanama yok.

2: Orta derecede enflamasyon, dişetinde kızarıklık, ödem ve parlaklık görülür, sondlamada kanama var.

3: şiddetli enflamasyon dişetinde belirgin kızarıklık ve ödem, ülserasyon, spontan kanama eğilimi.

Bu gingival indeks sistemini oluşturmanın temel amacı, dişetini değerlendirmesi için dişeti sağlığı veya hastalık derecesi (lezyonun şiddeti) ve alan (miktar) açısından açıkça ayırt edilen bir sistem sunmaktır. Periodontal cep derinliğini, kemik kaybı derecelerini veya periodonsiyumdaki diğer herhangi bir niceliksel değişikliği dikkate almaz. Kriterler tamamen dişeti yumuşak dokusundaki kalitatif değişikliklerle sınırlıdır (141).

Dişeti kanaması, dişeti bağ dokusundaki objektif bir enflamasyon belirtisidir. Kanama, periodontal bir cebin yumuşak doku duvarını çizen epitelyumdaki sık mikro ülserasyonlar nedeniyle oluşur. Dişeti kanaması bir tanı değildir; periodontal

hastalıkların farklı formları arasında ayırım yapmaz ve herhangi bir hastalığın karakteristik özelliği değildir (142).

2.5.3. Sondlamada kanama indeksi

Sondlamada kanama indeksi (143) tüm dişlerin dört yüzeyini (mezial, distal, bukkal ve lingual), sondlama işlemi sırasında kanama olup olmaması açısından değerlendirir. Dişeti iltihabının şiddeti yüzde olarak ifade edilir. Kanama olan yüzeylerin toplam incelenen yüzeye oranı yüzde olarak hesaplanır(144).

2.6. Sabit ortodontik tedavi sırasında ağız hijyeni sağlama yöntemleri

2.6.1. Manuel diş fırçaları

İngilizce “diş fırçası” kelimesi ilk olarak 1690'da J. Barret'ten bir diş fırçası aldığını yazan Anthony Wood'un otobiyografisinde görülmüştür. Bununla birlikte, yazılı tarih öncesinden beri ağız temizliği için çeşitli araçlar kullanılmıştır. Bunlar; çiğneme çubukları, ağaç dalları, kuş tüyleri, at kılı, hayvan kemikleri ve kirpi tüyleridir.

Diş fırçasının öncüsü, milattan önce 3500'de Babil'de keşfedilen bir çiğneme çubuğudur. Çiğneme çubukları, diş çürümesi ve dişeti hastalıklarının önlenmesine yardımcı olmak için antimikrobiyal özelliklere sahip sakız ağacı ve zeytin gibi çeşitli ağaç türlerinin dallarından yapıldığı kaydedilmiştir (144).

İlk diş fırçasının, milattan sonra 1000 yılı civarında Çin'de icat edildiği düşünülmektedir. Bulunan ilk fırçanın, fil dişi sapı ve at yelelerinden yapılmış kılları olduğu tespit edilmiştir. Diğer erken dönem diş fırçalarında ise domuz kılları kullanılmıştır (146). Avrupa'da, İngiltere'den William Addis tarafından 1780'de modern diş fırçasının ilk defa seri üretimi yapılmaya başlanmıştır. Buluşundan sonra, diş fırçası üreten bir şirket kurmuştur. Şirket bugün hala “Wisdom Toothbrush” adıyla faaliyet göstermektedir (145,146).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1857'de ise ilk manuel diş fırçası Henry Wadsworth tarafından geliştirilmiş ve patenti alınmıştır. 1900'lerde kemik sapları yerine selüloitler tercih edilmeye başlanmıştır. 1938'de DuPont, diş fırçasında kullanılan hayvan kılları yerine ilk defa naylon kıllar kullanmaya başlamıştır. 1950'lerde daha yumuşak naylon kıllı diş fırçaları üretilmiştir (147).

İdeal diş fırçası tasarımının, kullanıcı dostu olması, plağı etkin bir şekilde temizlemesi ve zararlı yumuşak veya sert doku etkisi olmaması gerektiği belirtilmiştir. Amerikan Diş Hekimleri Birliği 'ne göre kabul edilebilir diş fırçası özellikleri şunlardır: Fırçalama yüzey uzunluğu 1-1,25 inç, genişliği 5/16-3/8 inç, yüzey alanı 2,54-3,2 cm, 2-4 sıra kıl , her sırada 5-12 demet ,demet başına 80-85 kıl (148).

Piyasada farklı kıl tasarımına sahip çeşitli diş fırçası türleri mevcuttur. Diş fırçaları, kılların çaplarına göre ultra yumuşak (0,11 mm), yumuşak (0,2 mm), orta (0,3 mm) ve sert (0,4 mm) olarak sınıflandırılır. Genel olarak, diş fırçası kılları uzunluk, sertlik, düzen, boyut ve tasarım açısından farklılık gösterir (148,149).

Keskin kenarlı diş fırçası kılları ağız dokularına uçları yuvarlak kıllardan daha fazla zarar verir. Amerikan Diş Hekimleri Birliği yumuşak kıllı fırçaların uçlarının yuvarlatılması gerektiğini bildirmektedir (148).

Bass, kılların bir kısmının dişeti oluşuna girip titreşim hareketi yaptırılarak fırçalanmasının diş plağını etkili bir şekilde kontrol edebileceğini ve ucu yuvarlatılmış diş fırçalarının dişeti travmasını ve dental abrazyonu en aza indirebileceğini bildirmiştir (150). Klinik çalışmalarda ise kıl uçlarının yuvarlatılmasının dişeti abrazyonunun insidansını etkileyebileceğini (151) ve ucu yuvarlatılmış diş fırçasından kaynaklanan dişeti abrazyonunun, ucu yuvarlatılmış olmayan diş fırçalarına göre %30 daha az olduğunu doğrulanmıştır (152).

Schatzle ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada; ortodontik tedavi gören 35 hasta rastgele üç gruba ayrılmıştır. Hastalara, 2 farklı seviyede kıl uzunluğu olan fırça tipi (staged, 2 level), V kesimli kıl yapısına sahip ortodontik fırça ve kontrol grubuna ise düz kesimli kıl yapısına sahip olan diş fırçası verilmiştir. Kontrol ve staged grubunun, oral hijyen seviyesinde küçük bir iyileşme gösterdiği bulunmuştur. Buna karşılık, ortodontik fırça kullanan grupta ağız hijyeni seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gösterdiği tespit edilmiştir (153).

Yapılan başka bir çalışmada, ortodontik tedavi gören hastalarda iki farklı tip manuel fırçanın (geleneksel ve ortodontik) etkinliği karşılaştırılmıştır. Daimi dentisyondaki, yaş ortalaması 17,8 olan toplam 64 hasta (30 erkek ve 34 kadın); plak ve gingival indeks parametreleri yönünden incelenmiştir. Her iki tip diş fırçası hastalara teslim edilip, hastalardan rastgele olarak ağızın bir tarafına (bölünmüş ağız tasarımı) yaklaşık 4 hafta boyunca belirtilen şekilde kullanılması istenmiştir. Araştırma sonucunda, manuel ortodontik diş fırçası kullanılan bölgelerde, istatistiksel olarak anlamlı olmayan ancak daha düşük bir plak indeksi olduğu bulunmuştur (154).

Rafe ve ark. yaptığı randomize kontrollü çalışmada ortodontik tedavi gören hastalar (n = 94; ortalama yaş, 15,6 +/- 3,9 yıl) rastgele olarak üç gruba ayrılmıştır. Üç başlıklı fırça, ortodontik manuel diş fırçası ve geleneksel diş fırçası karşılaştırılmıştır. Plak indeksi, gingival indeks ve kanama indeksi başlangıçta ve 4 haftalık kullanımdan sonra kaydedilmiştir. Memnuniyet düzeyi 4 hafta sonra değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, üç başlıklı fırça, plak çıkarma ve gingival sağlık konusunda daha etkin olduğu bulunmuştur. Ayrıca üç başlıklı fırça kullanan hastalar diğer manuel fırça kullananlardan daha memnun olduğu belirtilmiştir (155).

2015 yılında yapılmış randomize, tek kör, kontrollü klinik çalışmada, lingual ortodontik tedavi gören hastalardan (N = 26, ortalama yaş 27,3 yıl) bir ay boyunca yalnızca üç başlıklı fırça veya ortodontik manuel diş fırçası ile dişlerini fırçalamaları istenmiştir. Ek bir ay boyunca ise tek demet diş fırçası ile birlikte fırçalamaları istenmiştir. Periodontal değerlendirmeler sonucunda, üç başlıklı diş fırçasının ortodontik manuel diş fırçasına göre daha etkili plak temizliği yaptığı bulunmuştur. Fakat, tek demet diş fırçasının eklenmesi, gruplar arasındaki farklılıkları ortadan kaldırdığı görülmüştür (156).

Sabit ortodontik tedavi gören 12-22 yaş arasındaki 20 hastaya ortodontik manuel diş fırçası ile geleneksel diş fırçası kullanıdırılmıştır. Fırçalar, plak temizliği ve periodontal doku sağlığının korunması açısından karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında plak indeksi, gingival sulkus kanama indeksi ve periodontal cep derinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (140).

Manuel diş fırçası ile ortodontik manuel diş fırçasının karşılaştırıldığı 2021 yılında yayımlanan sistematik derleme ve meta-analize göre, ortodontik manuel fırçanın plak indeks skorunu azaltmada daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ancak, kanıtlar ikinci dereceden olduğu için bu durumun tam olarak açıklığa kavuşturulamadığı belirtilmiştir. Dişeti kanama indeksi açısından ise fırçalar arasında bir fark bulunmamıştır (157).

2.6.2. Elektrikli diş fırçaları

İlk elektrikli diş fırçası Broxodent 1954'te, İsviçre'de Dr. Philippe-Guy Woog tarafından tasarlanmıştır. Diş fırçaları, sınırlı motor becerileri olan hastalar ve dişlerini temiz ve sağlıklı tutmakta zorluk çeken ortodontik tedavi gören hastalar hedeflenerek üretilmiştir. Elektrikli diş fırçalarının hızlı gelişimi ve ilerlemesi sayesinde, artık

piyasada pek çok türü bulunmaktadır. Elektrikli diş fırçalarını, 2 farklı şekilde hareket türlerine göre veya hareket mekanizmasına göre sınıflandırabiliriz (145,146).

Hareket türlerine göre, elektrikli diş fırçası yan yana (side to side), karşıt salınımlı (counter oscillation), rotasyonlu salınımlı (rotation oscillation), sirküler, ultrasonik ve iyonik olmak üzere 6 gruba ayrılır (158).

Hareket mekanizmasına göre ise; mekanik, sonik ve iyonik olarak fırçalar üç gruba ayrılır. Mekanik hareketle çalışan diş fırçaları, rotasyon veya salınım hareketi yapan başlıklarla birlikte kullanılır. Kıllar dişlere ve dişetine değdirildiğinde hızlı ve sürekli hareket sayesinde, plakları ve yiyecek parçacıklarını giderir (146).

Sonik diş fırçaları, insan kulağının duyabileceği frekans aralığında ses çıkarabilecek kadar hızlı titreşebilen diş fırçalarıdır (20 Hz ila 20.000 Hz). Sonik diş fırçasının başlığı temelde manuel diş fırçasına benzer. Sonik diş fırçası kullanılırken, fırça manuel bir diş fırçasıymış gibi aktif olarak hareket ettirilmelidir. Bu fırçadan daha yüksek hareket hızına sahip elektronik diş fırçaları ise ultrasonik diş fırçaları olarak bilinir (145).

İyonik diş fırçalarının, dişlerin polaritesini tersine çevirerek çalıştığı düşünülmektedir. Dişler doğal olarak negatif bir iyonik yüke sahiptir ve bunun tersine, gıda parçacıkları doğal olarak pozitif bir iyonik yüke sahiptir. Bu zıt yükler birbirini çeker ve yiyecek parçacıklarının dişlere yapışmasına neden olur. İyonik diş fırçası, dişin negatif iyon yükünü geçici olarak pozitif bir yüke değiştirir. Ardından diş fırçasının bir parçası pozitif olarak yüklenir. Pozitif yüklü fırça, pozitif yüklü olan plak ve yiyecek parçacıklarını diştan uzaklaştırır. Ayrıca fırça kılları ile gevşemiş plak fırçalanarak uzaklaştırılır (146).

Yapılan randomize klinik bir çalışmada, ortodontik tedavi gören hastalarda interaktif olmayan elektrikli diş fırçası (rotasyon, salınım, titreşim) ile manuel diş fırçası plak indeksi ve gingival indeks açısından karşılaştırılmıştır. Üç ay süren araştırmada, plak temizleme etkinliği ve dişeti iltihabı açısından fırçalar arasında fark bulunamamıştır (159).

2021 yılında sabit ortodontik tedavi gören hastalarda elektrikli diş fırçalarının etkinliğinin incelendiği network meta-analiz yayımlanmıştır. Yapılan bu çalışmaya göre, manuel diş fırçası kullanan hastalarda önemli ölçüde daha yüksek plak ve kanama skorları gösterilmiştir. Ayrıca elektrikli diş fırçası kullanımı ile cep derinliğinde önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, elektrikli diş fırçaları, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda plak kontrolü için umut

verici bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır. Önerilere dayalı uzun vadeli klinik çalışmaların eklenmesiyle daha güçlü kanıtlar oluşturulabileceği belirtilmiştir (160).

Erbe ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptığı araştırmada salınlımlı rotasyonlu dönen elektrikli diş fırçasıyla sonik diş fırçası karşılaştırılmıştır. Araştırmada maksilla ve mandibuladaki anterior keser ve kanin dişleri dijital plak görüntü analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, ortodonti hastalarında salınlımlı rotasyonlu dönen diş fırçasının daha fazla plak uzaklaştırdığı sonucuna varılmıştır (161).

Marini ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada, ortodontik tedavi gören hastaları, tekrarlayan oral hijyeni eğitimi ve manuel veya elektrikli diş fırçasının plak indeksine etkisi açısından karşılaştırılmıştır. Mevcut sonuçlar, kullanılan diş fırçası türünden bağımsız olarak tekrarlanan oral hijyeni eğitiminin plak indeks skorunu azaltmada etkili olduğu bulunmuştur. Diş fırçası tipinin ise plak indeksi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır (38).

Ortodonti hastalarında elektrikli ve manuel diş fırçalarının karşılaştırıldığı 2020 yılında yayımlanan sistematik derleme ve meta-analize göre 4 ve 8 haftalık takiplerde farklı tip fırça kullanımının plak ve gingival indeks açısından bir fark oluşturmadığı bulunmuştur. Bu konuda yapılmış çalışmaların güvenilirliğinin ve sayısının az olması sebebiyle iyi tasarlanmış kısa ve uzun dönem randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (162).

Yapılan başka bir araştırmada ise, ortodonti hastalarında interaktif elektrikli diş fırçası ile manuel ortodontik diş fırçası karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda interaktif elektrikli fırçanın manuele kıyasla önemli ölçüde daha fazla plak uzaklaştırdığı bulunmuştur (39).

Ortodontik tedavi gören hastalarda, elektrikli diş fırçalarının ağız hijyenine etkisinin uzun dönem ve kısa dönem etkilerinin incelendiği sistematik derleme ve meta-analiz sonucunda, elektrikli diş fırçalarının gingival indeks ve gingival kanama değerlendirmeleri açısından manuel diş fırçalarına göre daha çok fayda sağladığı bildirilmiştir. Ancak, elektrikli fırçaların açık olarak üstün olduğu gösterilememiştir (163).

Teknolojinin ilerlemesiyle ortaya çıkan akıllı telefon uygulamaları ve aktif hatırlatıcıların ortodonti hastalarının ağız hijyeni artırma yönünde etkileri olduğu birçok çalışmada tespit edilmiştir (164–167).

Yapılan başka bir araştırmada, elektrikli diş fırçasına bağlı akıllı telefon uygulamasının kullanımının ergenlik dönemindeki ortodonti hastalarının ağız hijyeni

uyumunu iyileştirip iyileştirmedigine bakılmıştır. Katılımcılara, fırçalama yardım uygulamasına bağlı interaktif elektrikli diş fırçası ve interaktif olmayan elektrikli diş fırçası verilmiştir. 16 haftalık sonuca göre plak indeksi ve gingival indeks her iki grupta zamanla azaldığı ancak anlamlı farklılığın görülmediği belirlenmiştir. Akıllı fırça grubunda, uygulama kullanımının zaman içinde belirgin bir düşüş gösterdiği ortaya çıkmıştır (168).

2.6.3. Arayüz temizliği

Diş fırçalamaya ek olarak diş ipi veya arayüz fırçası kullanmak, dişeti iltihabını veya plağı veya her ikisini tek başına diş fırçalamaya göre daha fazla azaltır. Ara yüz fırçasının diş ipinden daha etkili olduğu belirtilmiştir (169). Sabit ortodontik apareyleri olan tüm hastalara interdental temizleme yardımcılarının kullanımı önerilmelidir.

Yüksek motivasyonlu ve iyi eğitilmiş hastalar, manuel diş fırçası gibi kolay ulaşılabilir ve maliyeti az olan ürünler ile etkili bir temizliği kolaylıkla sağlayabileceği ancak, ağız hijyeni kötü olan bireyler için ise bazen manuel diş fırçasının tek başına yetersiz kalabileceği belirtilmiştir. Manuel fırça ile birlikte ağız duşu kullanımının, ağız hijyeni kötü olan hastalarda tek başına manuel diş fırçalamasından daha etkili olduğu bildirilmiştir (139).

Yapılan bir araştırmaya göre braket çevresi plak temizleme etkinliği açısından elektrikli interdental fırçanın, manuel ara yüz fırçasından daha etkili olduğu bulunmuştur (170).

Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda tek demet diş fırçası ile ara yüz fırçasını karşılaştıran bir çalışmada fırçalar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Ancak katılımcılar ara yüz fırçası kullanımıyla daha az ağrı yaşadıkları ve ark telinin arkasına daha iyi erişim sağladıklarını bildirmişlerdir (171).

Diş ipi kullanımının sabit ortodontik tedavi gören hastalardaki etkisini inceleyen bir araştırmaya göre ise; düzenli diş ipi kullanan ortodonti hastalarının, diş ipi kullanmayanlara göre daha iyi periodontal sağlığa sahip olduğu bulunmuştur (172).

Ortodonti hastalarında manuel fırçaya ek olarak kullanılan ağız duşu, elektrikli ara yüz fırçası ve manuel ara yüz fırçasının etkisini araştıran doktora tezinin sonucuna göre posterior bölgelerde telin altında kalan alan için ağız duşunun daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (173).

2.7. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Polimeraz Zincir Reaksiyon (PCR)'un bulunması biyoloji ile ilgili bilim dallarında devrim yaratmıştır (174). Büyük miktarlarda DNA'dan bir bölgenin spesifik olarak seçilip çok miktarda kopyalanmasını ilk kez sağlayan yöntemdir (175). Son 100 yılda PCR ile önem açısından yarışabilecek çok az buluş gösterilebilir (176). PCR'ın gündelik tıbbi tanıdan, biyolojik sistematik biliminin teorik çerçevesine, adliyelerden hayvan davranışı çalışmalarına kadar geniş kullanım alanları vardır. Daha önceki DNA kopyalama yöntemlerine göre çok daha basit ve ucuz olduğundan genetik çalışmaları demokratize ettiğini belirtilmiştir (177).

PCR'ın ilk kullanımları sırasında *Escheria coli* bakterisinden üretilen ısıya duyarlı Klenow fragmenti kullanımının pratik olmadığı, her denatürasyondan sonra yeniden eklenmeleri gerektiği bildirilmiştir. PCR'ın rutin kullanılmasını sağlayan önemli yenilik *Thermus Aquaticus* bakterisinden elde edilen termostabil DNA polimeraz enziminin kullanılmasıdır (178). Bu yenilik ile PCR döngüleyici ve kimyasal komponentlerin yaygınlaşması PCR'ın in vitro amplifikasyonda dünya çapında kabul gören yöntem olmasını sağlamıştır (179).

PCR ile bir DNA ya da RNA sekansından basit bir üç aşamalı döngü sistemiyle kolaylıkla bir milyondan fazla kopya elde edilebilir. PCR işlemi çift zincirli deoksiribonükleik asit denatürasyonu ile başlar, karşılıklı iplikler ayrılır. İkinci aşamada primerler, ayrılmış tek zincirli deoksiribonükleik asite bağlanır. Üçüncü aşamada primerler DNA polimeraz enziminin katalizasyonu ile uzar ve bu üç aşama sürekli yinelenir. PCR reaksiyonu DNA'nın karşılıklı ipliklerine bağlanan iki ayrı primer kullanır, biri sola (5' ucuna) diğeri sağa (3' ucuna) bağlanır ve iki primerin arasında kalan hedef DNA'yı amplifiye (çoğaltmak) eder. Oluşan DNA kopyalarına amplikon denir. Amplikonlar, enzimatik reaksiyon sonucu 3-5 dakika süren her döngü ile sayıları 2 katına çıkarak, yaklaşık 30 döngü sonucunda birkaç saatte üretilir (180).

PCR değerli bir yöntem olsa da limitasyonları da vardır. PCR çok hassas bir yöntem olduğundan en küçük bir kontaminasyon bile, eser miktarda dahi olsa, yanlış sonuç üretilmesine neden olabilir (175).

PCR'ın kullanılmasında en büyük dönüm noktası DNA amplifikasyonunun gerçek zamanlı görüntülenebilmesidir (181,182). Gerçek zamanlı PCR'ın özgülüğünü, doğruluğunu ve genel faydasını artırmak için, amplifiye PCR ürünlerini saptamak için floresans etkili oligonükleotit problemleri kullanılabilir.

Nükleik asit amplifikasyonu ve tespiti aynı kapalı kapta gerçekleşir, böylece analizler arasında çapraz kontaminasyon (amplifiye edilmiş ürün taşınması) olasılığı en aza inmiş olur (183). Gerçek zamanlı PCR’da floresans her döngüden sonra ölçülür ve floresans sinyalin yoğunluğu örnekte o andaki DNA amplikonlarının miktarıyla orantılıdır. İlk döngülerde yalnızca, hedef DNA’dan kaynaklanmayan arka plan floresansı tespit edilebilir. Bu dönemde floresans miktarı nispeten sabittir. Hedef DNA yeterince amplifiye olduğunda, floresans arka planı aşacak dereceye geldiğinde tespit edilen floresans hızla artar. Hedef DNA floresansının arka plan floresansını aştığı noktadaki döngü sayısına eşik döngü sayısı (Ct) denir. Başlangıçta hedef DNA miktarı ne kadar çoksa Ct’ye o kadar erken ulaşılır. Böylece Ct değeriyle hedef DNA başlangıç miktarı belirlenir (179,184–186).

Geleneksel PCR’da kantifikasyon, işlem bittikten sonra yapılan son nokta analizi ile amplikonların sayılmasıyla yapılır. Bu son nokta analizi PCR ürününün jel elektroforezle ayrılması gibi ekstra aşamalar içerir ve kolay bir işlem değildir. Geleneksel PCR’ın aksine gerçek zamanlı PCR’da amplikonlar amplifikasyon sırasında gerçek zamanlı sayılır, işlemler kapalı tüp sistemi içinde gerçekleşmiş olur (187).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu çalışmaya, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 06.11.2020 tarih ve 2020/488 sayılı karar ile etik onay verilmiştir (EK-1). Çalışmaya dahil edilecek olan hastalar ve hasta velileri çalışma hakkında bilgilendirilmiş olup kabul edenlere gönüllü onam formu imzalatılarak çalışmaya başlanılmıştır (EK-2).

3.2. Hastaların Seçimi

Veri toplama aşamasından önce araştırma için gerekli örneklem sayısı G*Power 3.1 programı kullanılarak belirlenmiştir. Etki büyüklüğü 0.5, alfa düzeyi 0.05 ve güç %80 olarak alındığında her grup için en az 18 katılımcının gerekli olduğu görülmüştür.

Çalışmamıza, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı kliniğinde sabit ortodontik tedavi gören 12-18 yaş aralığında 40 hasta (20 kız ve 20 erkek) dahil edilmiştir. Hastalar randomize olarak iki gruba ayrılmıştır. Randomizasyon yöntemi olarak kapalı zarf tekniği kullanılmıştır. Kız ve erkek hastaların gruplara eşit sayıda dağılması için tabakalı randomizasyon (stratified random sampling) yapılmıştır. İlk gruba manuel ortodontik diş fırçası, ikinci gruba akıllı diş fırçası verilmiştir. Çalışmamızın akış diyagramı Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Hastaların çalışmaya dahil edilmesinde aşağıda yer alan kriterler göz önüne alınmıştır:

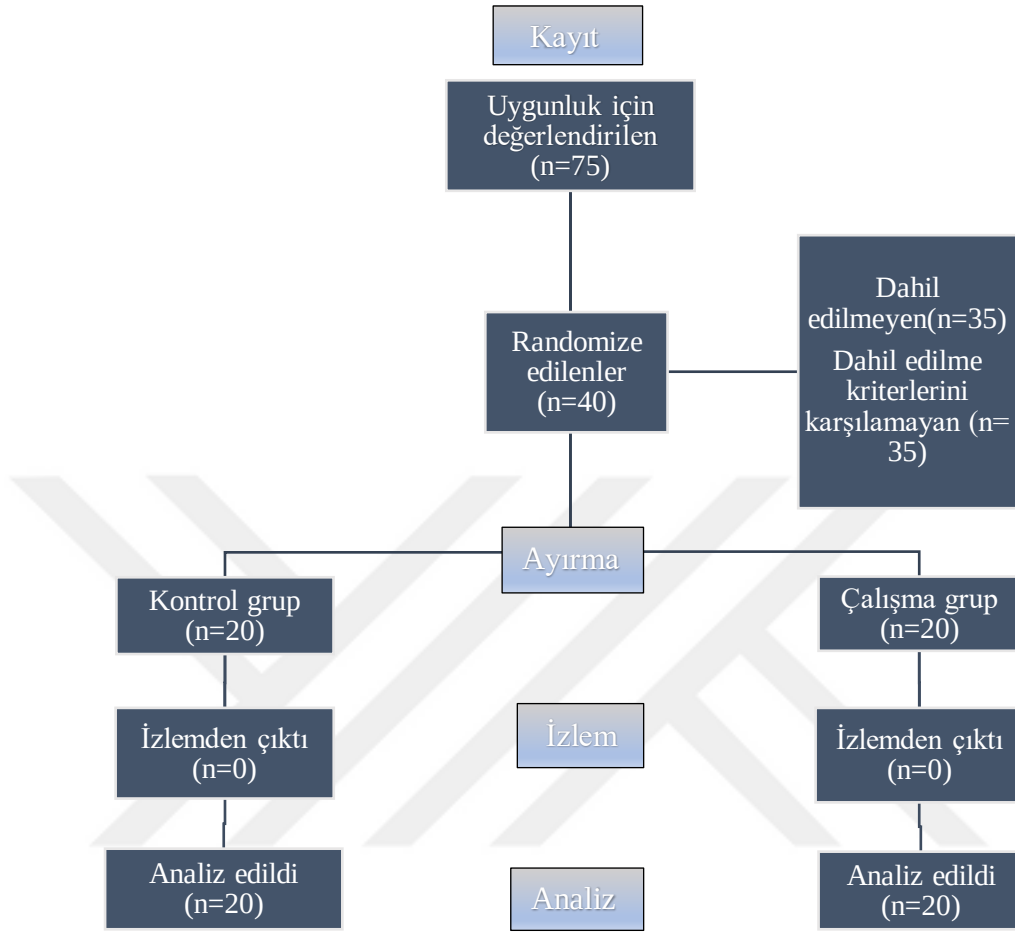
- Seviyelenme aşaması tamamlanmış olması
- 0.018 slot roth braket ve tel ligatürleme tekniği kullanılmış olması
- Diş fırçalamasını etkileyen herhangi bir fiziksel ve mental problemi olmaması
- Sağ elini kullanması
- Daimi dentisyonda olması
- En az 20 daimi dişte braket bulunması (3. molarlar hariç)
- 12-18 yaş aralığında olması
- Rutin manuel diş fırçası ve ara yüz fırçası kullanıcısı olması

- Turesky modifiye Quigley Hein Plak indeksine göre ortalama plak indeks skoru $\geq 1,75$ olması (Ağız hijyeni çok iyi olan hastalar araştırmaya dahil edilmedi.) (39)

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri ise şunlardır:

- Sistemik rahatsızlığa sahip olması
- Sürekli ilaç kullanılması
- Rotasyon veya diasteması olması
- Çalışma süresince zincir, sekiz ligatür, coil spring gibi ek malzemeye ihtiyacı olması
- Kooperasyonu iyi olmaması
- Sigara kullanılması
- Dişlerin labial yüzeyinde skorlamayı etkileyecek restorasyon bulunması
- İleri gingivitisi ve periodontitisi olması
- Aktif çürüğü bulunması
- Son üç ay antibiyotik tedavisi görmesi veya antibakteriyel ajan kullanması
- Birbirini takip eden randevularda antibiyotik veya antibakteriyel ajan kullanması

Tablo 3.1: Akış diyagramı



3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamıza, dahil edilme kriterlerine uygun sabit ortodontik tedavi gören toplam 40 hasta seçilmiştir. Her grupta 10 kız ve 10 erkek olacak şekilde randomize olarak 2 gruba ayrılmıştır.

Kontrol grubundaki hastalara 20 adet manuel ortodontik diş fırçası (Oral-B Ortho Brush, Procter & Gamble, İreland) verilmiştir (Şekil 3.1). Kullanılan manuel ortodontik diş fırçasının, orta bölümündeki kılları daha kısadır. Fırça kıllarının dizaynı V şeklinde kesimli olup ve kıllar yumuşak yapıdadır.



Şekil 3.1: Çalışmamızda kullanılan manuel ortodontik diş fırçası

Çalışma grubundaki hastalara ise 20 adet akıllı diş fırçası (Oral-B Genius 8900, Procter & Gamble, Marktheidenfeld, Almanya), precision clean fırça başlığı (EB20, Procter & Gamble, Marktheidenfeld, Almanya), telefon tutucu ve şarj aleti verilmiştir (Şekil 3.2). Kullanılan elektrikli fırça; rotasyon, salınım ve titreşim hareketi ile plak temizliği yapmaktadır. Fırçanın 5 farklı modu olup, dakikada 10.500 rotasyonlu salınım (rotating- oscillating) ve 45.000 titreşim (pulsating) hareketi yapabilmektedir. Çalışmaya katılan bireylerden günlük temizleme modunda dişlerini fırçalamaları istenmiştir. Bu fırçalarla dişlere ve dişetine fazla baskı yapıldığında kırmızı uyarı ışığı yanar ve fırça yavaşlar. Bluetooth teknolojisi ile akıllı cep telefonlarına bağlanabilme özelliği mevcuttur. Telefona indirilen uygulama ile fırçalama esnasında bireyler hangi bölgeyi ne kadar süre fırçaladıklarını görebilirler. Uygulama, bir bölge yeterli süre fırçalandığında diğer bölgelere yönlendirme yapmaktadır. Ayrıca geçmişe yönelik hangi bölgenin ne kadar süre fırçalandığını bireyler uygulama üzerinden görebilirler. Tam şarj edildikten sonra yaklaşık 12 gün çalışma zamanı vardır.



Şekil 3.2: Çalışmamızda kullanılan elektrikli diş fırçası

Çalışmaya katılan tüm bireylere aynı diş macunu (Colgate Triple Action, Colgate-Palmolive, Çin) kullandırılmıştır (Şekil 3.3). Florür oranı 1450 ppm olan ve ilave özelliği olmayan klasik bir macun tercih edilmiştir.



Şekil 3.3: Çalışmamızda kullanılan diş macunu

3.4. Yöntem

Çalışmaya katılan tüm bireylerden verilen fırça ve macunu 12 hafta boyunca kullanmaları istenmiştir. Üç farklı zamanda tükürük örnekleri ve periodontal indeks ölçümleri alınmıştır. Ölçümler, çalışmaya başlamadan hemen önce (T0), fırça verildikten 6 hafta sonra (T1) ve fırça verildikten 12 hafta sonra (T2) olmak üzere üç ayrı zamanda yapılmıştır. Periodontal ölçümler ve tükürük örneklerinin toplanması tek bir araştırmacı (T.E.) tarafından yapılmıştır. Çalışmamız, uygulayıcı-kör (examiner blind) (39) bir araştırma olarak tasarlandığı için fırça teslimi ve hijyen eğitimi başka bir klinisyen (M.Ş.) tarafından yapılmıştır.

3.5. Oral Hijyen Eğitiminin Verilmesi

Çalışma başlangıç zamanında (T0), ilk tükürük örnekleri alınıp ve periodontal indeks ölçümleri yapıldıktan sonra klinisyen M.Ş. tarafından hastaların atandığı gruba ait fırça ve macun verilmiştir. Manuel fırça kullanan gruba Modifiye Bass diş fırçalama tekniği sözlü olarak anlatılmıştır, ayrıca fırçalama videosu gösterilmiştir. Elektrikli fırça kullanan gruba da hem sözlü olarak hem de video izlettirilerek detaylı bir şekilde fırçalama ve cihaz konusunda bilgi verilmiştir.

Her hastaya, verilen fırça ve macun ile günde 2 defa 2 dakika boyunca dişlerini fırçalaması gerektiği söylenmiştir.

Tüm hastalardan yalnızca verilen fırça ve macunu kullanmaları istenmiştir. Hastalar başka herhangi bir ağız bakım ürününü kullanmaması için uyarılmıştır.

3.6. Klinik Periodontal Değerlendirme

Çalışmaya katılan hastalardan T0, T1 ve T2 zamanlarında plak indeksi, gingival indeks ve sondlama kanama indeksi ölçümleri yapılmıştır.

3.6.1. Plak İndeksi

Kullandığımız plak indeks sistemleri diş yüzeyini kaplayan plağın aşamalı olarak ilerleyen koronal uzantısını ölçer (137,138). Hastalardan, Mira-2-Ton tableti (Hager Werker, Almanya) 1 dk boyunca çiğnemeleri, çiğnedikten sonra dilin yardımıyla dişlerin tüm yüzeylere yaymaları ve en son ağızda kalan ajanı tükürmeleri istenmiştir. Tüm dişler boyandıktan sonra hafifçe kurutularak; santral, lateral, kanin,

premolar ve 1. molar dişlerin hem vestibül hem lingual bölgeleri 0'dan 5'e kadar puanlanmıştır.

Dişlerin vestibül bölgesinin plak skorlaması, Modifiye Quigley-Hein İndeksi (MQH) ile, lingual bölge plak skorlaması ise Quigley-Hein indeksinin Turesky modifikasyonu (TMQHPI) ile yapılmıştır. MQH puanlama sistemi Tablo 3.2'de, TMQHPI puanlama sistemi ise Tablo 3.3'de belirtilmiştir.

Tablo 3.2: Modifiye Quigley-Hein İndeksi (MQH) puanlama sistemi

0	Plak yok.	
1	Ayrı ayrı görülen plak birikintileri.	
2	Dişin <u>servikal</u> kenarında ve/veya braket etrafında plak bandı.	
3	Diş yüzeyinin üçte birine kadar plak uzantısı ve braket çevresinde ince plak şeridi.	
4	Diş yüzeyinin üçte ikisine kadar plak uzantısı ve geniş plak şeridi.	
5	Diş yüzeyinin üçte ikisinden fazla plak uzantısı.	

Tablo 3.3: Quigley-Hein indeksi Turesky modifikasyonu (TMQHPI) puanlama sistemi

Skor	Durum
0	Plak yok.
1	Dişin servikal kenarında ayrı ayrı görülen plak birikintileri.
2	Dişin servikal kenarında ince sürekli plak bandı (bir mm'ye kadar).
3	Bir mm'den daha geniş ancak diş kronunun üçte birinden daha azını kaplayan bir plak bandı.
4	Diş kronunun en az üçte birini ancak üçte ikisinden azını kaplayan plak.
5	Diş kronunun üçte ikisini veya daha fazlasını kaplayan plak.

3.6.2. Gingival İndeks

Löe Silness gingival indeksi ile plağa bağlı enflamasyon derecesi değerlendirilmiştir. Diş ve dişeti kurutulmuştur. Periodontal sond (Williams tipi) ile gingivanın kenarı boyunca gezdirilerek mesiobukkal, mesiolingual, midbukkal, midlingual, distobukkal ve distolingual bölgeler 0 ile 3 arasında puanlanmıştır ve kaydedilmiştir. İncelenen dişin gingival indeksi elde edilen toplam puan 6'ya bölünerek bulunmuştur (142). Löe Silness gingival indeks puanlama sistemi Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Löe Silness gingival indeks puanlama sistemi

Skor	Durum
0	Normal gingiva.
1	Hafif enflamasyon, hafif renk değişikliği ve hafif ödem, sondlamada kanama yok.
2	Orta derecede enflamasyon, dişetinde kızarıklık, ödem ve parlaklık görülür, sondlamada kanama var.
3	Şiddetli enflamasyon dişetinde belirgin kızarıklık ve ödem, ülserasyon, spontan kanama eğilimi.

3.6.3. Sondlamada Kanama İndeksi

Periodontal sond ile tüm dişlerin mesiobukkal, mesiolingual, midbukkal, midlingual, distobukkal ve distolingual olmak üzere 6 bölgesi sondlama işlemi sırasında kanama olup olmaması açısından değerlendirilmiştir. Kanama olan yüzeyler

var ya da yok olarak (+,-) işaretlenip, kanama olan yüzeylerin toplamı incelenen yüzeye oranı yüzde olarak hesaplanmıştır (143,144).

3.7. Hastalardan Tükürük Örneklerinin Alınması

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan T0, T1, T2 zamanlarında tükürük örnekleri toplanmıştır. Hastalar sabah saatlerinde çağrılmış ve en az 2 saat önceden bir şey yiyip içmemesi ve dişlerini fırçalamamaları konusunda uyarılmışlardır. Periodontal değerlendirilme yapılmadan önce tükürük örnekleri toplanmıştır. Hastalar steril bir kaba başlarını hafifçe öne eğerek 3-4 ml olacak şekilde tükürük örneklerini biriktirmişlerdir. Uyarılmamış tükürük örnekleri biri yedek olmak üzere iki defa alınmıştır. Alınan örnekler üzerine, hastaların bilgileri ve örnek alım zamanı not edilmiştir. Örnekler, mikrobiyolojik değerlendirilme için soğuk zincir altında Afyon Kocatepe Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Genetik Laboratuvarı'na götürülmüştür. Mikrobiyolojik değerlendirme yapılmaya kadar örnekler -80°C'de saklanmıştır.

3.8. Mikrobiyolojik Değerlendirme

Hastalardan alınan tükürük örneklerinde, *S. mutans*, *L. casei* ve *P. Gingivalis* bakterileri incelenmiştir.

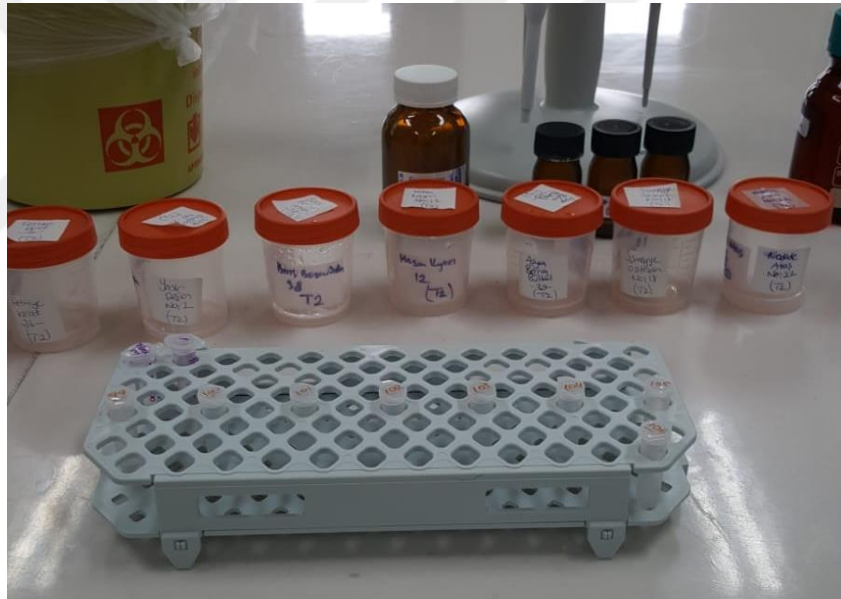
Örneklere sırasıyla, DNA izolatlarının eldesi ve Gerçek zamanlı PCR işlemi yapılmıştır.

3.8.1. DNA İzolatlarının Eldesi

Toplanan tükürük örneklerinden DNA izolatlarının eldesi için, aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmıştır (Şekil 3.4).

- 250 µl tükürük örneği ile 250 µl lizozim solüsyonu etüvde 37°C'de 1 saat inkübe edilmiştir.
- Sonra üzerine 20 µl Proteinaz K (20mg/µl) ve 500 µl Extraction Buffer eklenip vortex yapılmıştır. Etüvde 56°C'de 30 dk inkübe edilmiştir (Şekil 3.5).
- Daha sonra üzerine 500 µl Binding Buffer eklenmiştir. Karışımdan 650 µl alınıp, spin kolon içine aktarılmıştır (Şekil 3.6). 6000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvı dökülmüştür.

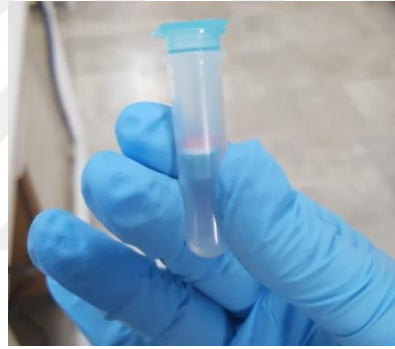
- Kalan karışım çekilip tekrar spin kolona aktarılmıştır ve 6000 rpm’de 1 dk santrifüj edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvı dökülmüştür.
- Kolona 650 µl Wash Buffer I eklenmiştir. 6000 rpm’de 1 dk santrifüj edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvı dökülmüştür.
- Kolona 500 µl Wash Buffer II eklenmiştir. 6000 rpm’de 1 dk santrifüj edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvı dökülmüştür.
- Kolona 250 µl Wash Buffer II eklenmiştir. 14.000 rpm’de 3 dk santrifüj edilmiştir. Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvı dökülmüştür.
- Kolonlar yeni 1,5 ml’lik Mikrosantrifüj tüpüne alınmıştır.
- Kolona 75 µl Tris-EDTA Buffer eklenip 5 dk beklenmiştir. Daha sonra 8000 rpm’de 1 dk santrifüj edilmiştir.
- Mikrosantrifüj tüpün içindeki sıvıda DNA elde edilmiştir.



Şekil 3.4: Tükürük örneklerinden DNA izolasyonu



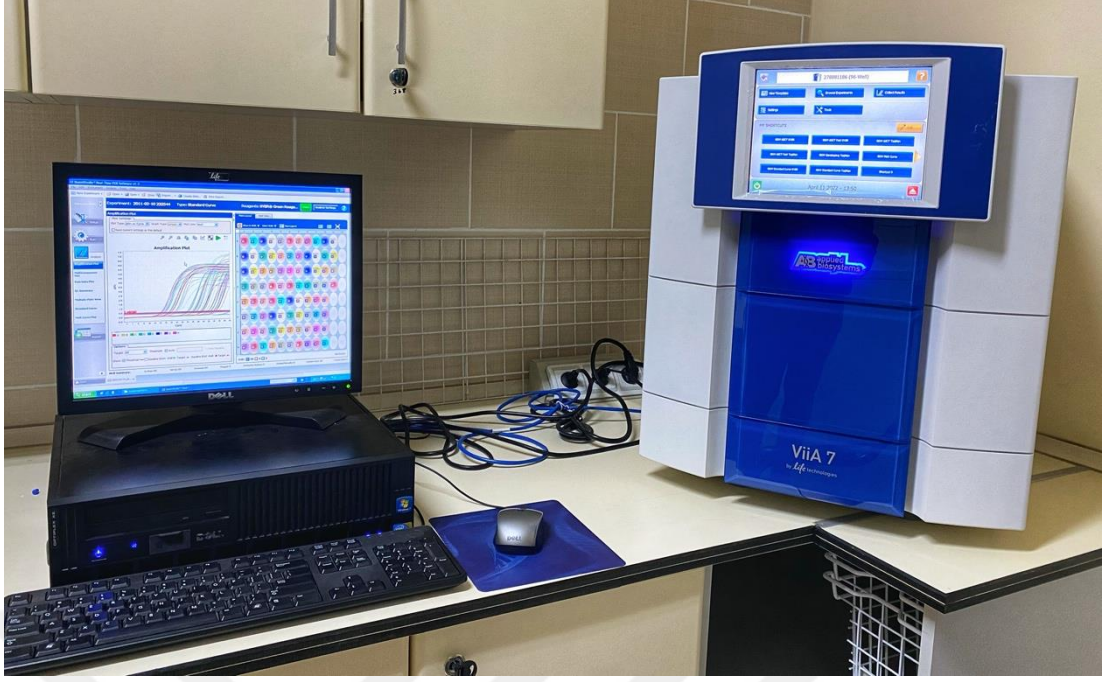
Şekil 3.5: DNA izolasyonu esnasında örneklerin etüve yerleştirilmesi



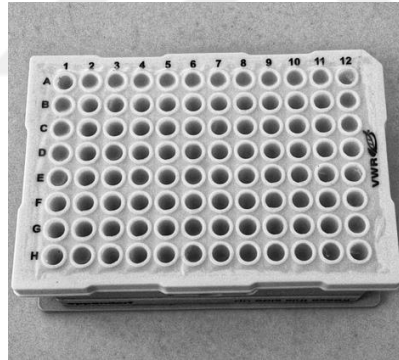
Şekil 3.6: Spin kolon

3.8.2. Elde Edilen DNA İzolatlarının Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu işlemine Tabi Tutulması

PCR cihazı olarak, Applied Biosystems ViiA™ 7 (Life Technologies Corporation, Thermo Fisher Scientific, USA) kullanılmıştır (Şekil 3.7). PCR karışımının hazırlandığı 96 kuyucuklu plaka (VWR, USA), Ultra şeffaf kapatıcı film (Axygen, USA) ile kapatılmıştır (Şekil 3.8). 96 kuyucuklu plaka PCR cihazına yerleştirilerek analizler yapılmıştır.



Şekil 3.7: Applied Biosystems ViiA™ 7 Gerçek Zamanlı PCR cihazı (Life Technologies Corporation, Thermo Fischer Scientific, USA)



Şekil 3.8: 96 kuyucuklu plaka (VWR, USA)

Gerçek zamanlı PCR işlemi sırasında RealQ Plus 2x Master Mix Green, Low Rox kiti (Ampliçon, Denmark) kullanılmıştır. PCR analizinde kullanılacak olan primer-forward ve primer-reverse dizileri FastPCR Professional 6.1.2 beta 2 bilgisayar programı yardımıyla dizayn edilmiştir (188). Gerçek zamanlı PCR için primer dizileri Tablo 3.5’te gösterilmiştir.

Tablo 3.5: Gerçek zamanlı PCR için primer dizileri

Bakteri	Dizi	Baz uzunluğ u (bp)	T _m (°C)	Referans
<i>S. mutans</i>				
Forwar d	GCCTTTACGGTGTGGTCCATC AA	123	58	NZ_CP044221. 1
Revers	AACTGTCTTGCACCAATGGCG A			
<i>L. casei</i>				
Forwar d	AACTGTTGTCGGCGTGACGGT A	172	58	NR_041893.1
Revers	GATGCGCTTCCTCGGTAAAGC			
<i>P. gingivalis</i>				
Forwar d	GACCAGACTCCTACGGGAGG CA	222	58	NR_114574.1
Revers	CCGGATAACGCTCGCATCCTC			

PCR reaksiyonu için 96 kuyucuklu plaka içerisine gerekli olan malzemeler Tablo 3.6’da gösterildiği gibi eklenmiştir. Bu hazırlanan reaksiyon içeriği her üç bakteri primeri için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Reaksiyonda pozitif ve negatif kontrol kullanılmıştır.

Tablo 3.6: Gerçek zamanlı PCR reaksiyonunun içeriği

Reaksiyon İçeriği	Hacim
Master Mix	5.0 µl
Forward primer	0.3 µl
Reverse primer	0.3 µl
Örnek DNA	1 µl
DNase free su	3.4 µl

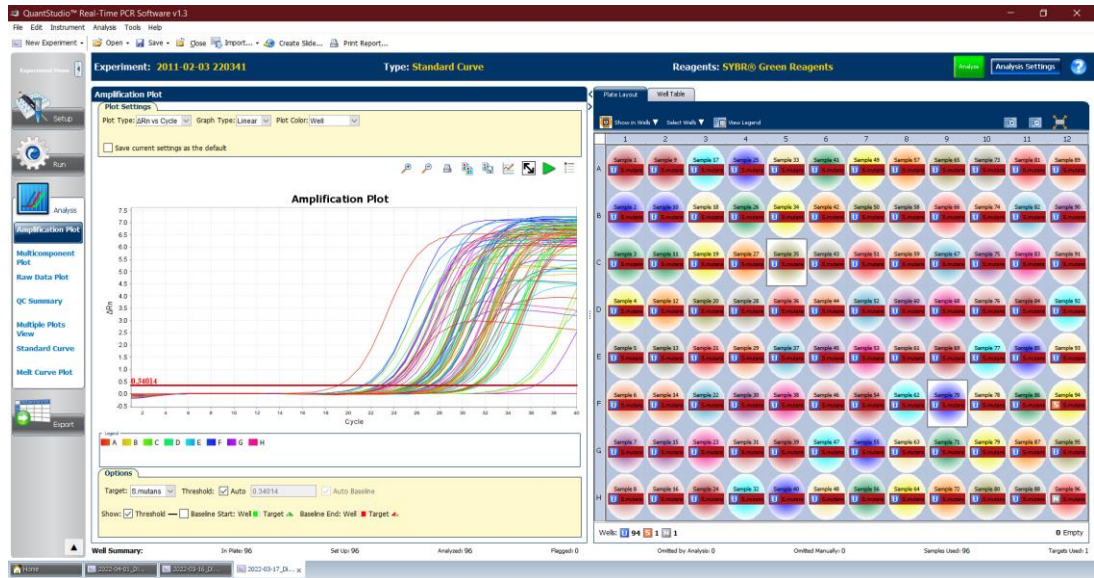
Hazırlanan içerik PCR cihazına yüklenmiştir. Tablo 3.7’de belirtilen protokol ile gerçek zamanlı PCR analizi yapılmıştır.

Tablo 3.7: Gerçek zamanlı PCR reaksiyonunun protokolü

	Reaksiyon Koşulları		Siklus Sayısı
1. Basamak	50 °C	1 dk	1
	95 °C	15 dk	
2. Basamak	95 °C	20 sn	40
	58°C	30 sn	
	72°C	30 sn	
3. Melting curve	95-60°C	15 sn	1

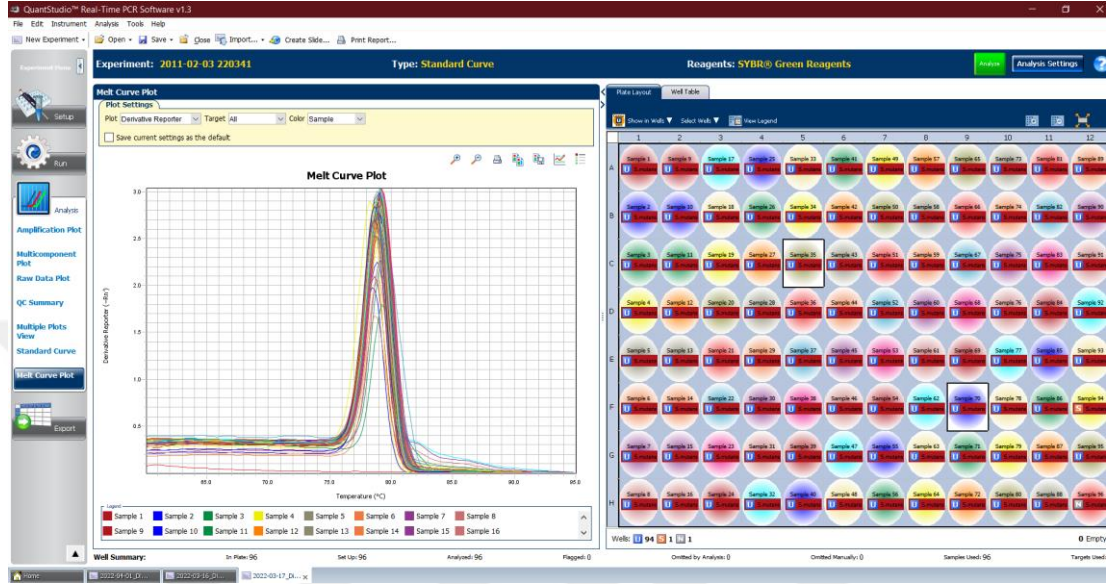
PCR reaksiyonu sırasında her bir siklusta artan floresan sinyal gerçek zamanlı olarak tespit edilmiştir. PCR cihazının yazılımı ile cihaza bağlı olan bilgisayardan floresan ışığına göre çizilen logaritmik eğri sayesinde hedef DNA'nın düzeyleri değerlendirilmiştir.

Her bir örnekteki *S. mutans*, *L. casei* ve *P. Gingivalis* bakteri yoğunluğu Ct değerlerine dayanarak hesaplanmıştır. Bakteri miktarının hesaplanabilmesi için kopya sayısı bilinen örnek ile çalışılmıştır. Bu örnek, ½ oranında azalan bir seri dilüsyona tabi tutularak her bir parametre değerleri hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalar, Quant Studio Real Time PCR Software v1.3 kullanılarak yapılmıştır. *S. Mutans*'in amplifikasyon eğrisi Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9: *S. mutans*'in amplifikasyon eğrisi

PCR işlemi bittikten sonra Melting Curve Analizi yapılarak, PCR reaksiyonunda farklı bir DNA kontaminasyonunun ve primer dimerlerinin olup olmadığı belirlenmiştir. Melting Curve Analizi de sıcaklığın kademeli olarak düşürülmesi (95-60 °C) ile yapılmıştır. *S. mutans*'ın Melting curve analizi Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: *S. mutans*'ın Melting Curve Analizi

3.9. İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler; kategorik değişkenlerin tanımlanmasında ise frekans (n) ve yüzde (%) değerleri verilmiştir. Sürekli değişkenlerin normallik varsayımları Shapiro-Wilk test ile incelenmiştir.

Normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin ikili gruplarda gruplar arası (between-subjects) karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi, normal dağılım gösteren değişkenlerin ikili gruplarda gruplar arası karşılaştırılmasında ise Bağımsız Örneklemelerde t test (Independent samples t test) yapılmıştır. Üç ve üzeri gruplarda ise sürekli değişken normal dağılım gösteriyorsa grup içi (within-subjects) karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi (one-way repeated measures ANOVA), sürekli değişken normal dağılım göstermiyorsa ise Friedman testi yapılmıştır. Anlamlı farklılığın elde edilmesi durumunda ise Bonferroni düzeltmeli ($p < .017$) çoklu testler uygulanmıştır. Son olarak kategorik değişkenler arasındaki

ilişkiler ise Ki kare analizi ile incelenmiştir. Bütün analizlerde IBM SPSS.25 programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi olarak $p < .05$ değeri kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Hasta Yaşlarının Grup ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Çalışmaya dahil olan kadın ve erkek hastaların yaşları karşılaştırılmıştır. Kadın ($p=.393$) ve erkek hastaların ($p=.529$) yaşlarının anlamlı olarak farklı olmadığı, bir diğer ifade ile istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur.

Ayrıca, manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastaların yaşları da karşılaştırılmış ve hem manuel ($p=.912$) hem de akıllı ($p=.218$) diş fırçası kullanan hastaların yaşlarının anlamlı olarak farklı olmadığı bir diğer ifade ile istatistiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.1: Grup ve cinsiyete göre hastaların yaşlarının karşılaştırılması

Cinsiyet	Kadın			Erkek			p**
Grup	n	Ort. $\pm$ SS.	Medyan (Min. - Maks.)	n	Ort. $\pm$ SS.	Medyan (Min. - Maks.)	
Manuel	10	15.52 $\pm$ 1.55	15.30 (12.80 – 17.50)	10	15.49 $\pm$ 1.41	15.40 (13.40 – 17.50)	.912
Akıllı	10	14.69 $\pm$ 2.98	14.45 (12.30 – 17.50)	10	15.86 $\pm$ 1.63	16.70 (12.90 – 17.50)	.218
p*		.393 ^a			.529 ^a		

*Kadın ve erkek hastaların yaşlarının Mann-Whitney-U testi ile karşılaştırılması

**Manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastaların yaşlarının Mann-Whitney-U testi ile karşılaştırılması

4.2. Plak İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması

Hastaların plak indeks skorlarının gruplar arası karşılaştırılması ‘Bağımsız Örneklem t Test’ ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.2’de gösterilmiştir. T0 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda plak indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.632$). T1 zaman noktasında manuel diş fırçası kullanan hastaların plak indeks skorları akıllı diş fırçası kullanan hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=.001$). Son olarak, T2 zaman noktasında manuel diş fırçası kullanan hastalarda plak indeks skorları akıllı diş fırçası kullanan hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=.010$).

Manuel diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan plak indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Tekrarlı Ölçümler Tek Yönlü Varyans Analizi’ ile incelenmiştir. Grup içi karşılaştırmada anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından

kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- T1 zamanda elde edilen plak indeks skorunun T0 zamanında elde edilen plak indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen plak indeks skorunun T0 zamanında elde edilen plak indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen plak indeks skorunun T1 zamanda elde edilen plak indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür ($p=.010$).

Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan plak indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı tekrarlı ölçümler ‘Tek Yönlü Varyans Analizi’ ile incelenmiştir. Grup içi karşılaştırmada anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

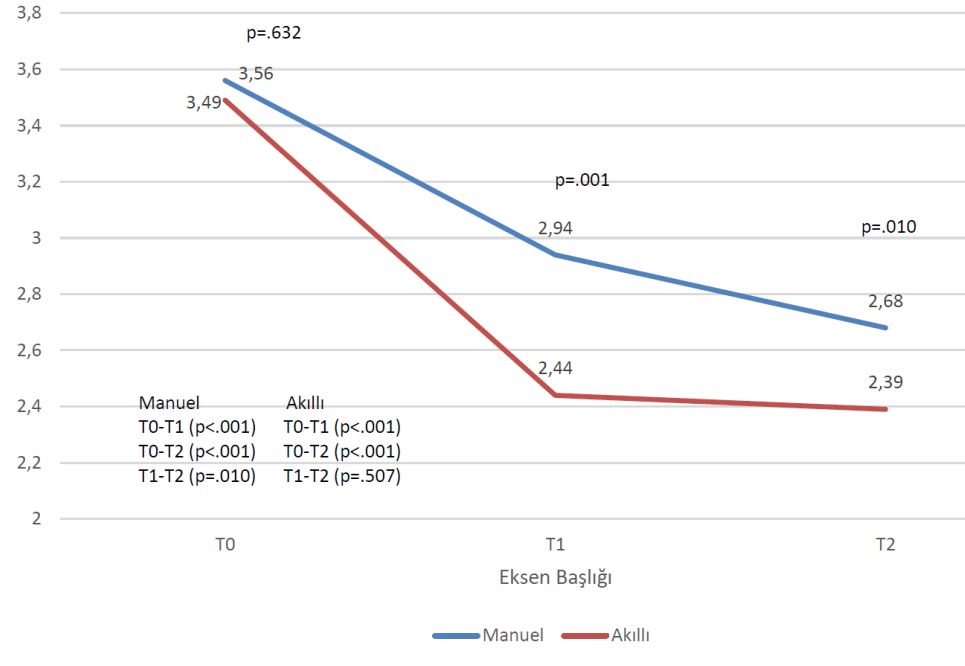
- T1 zamanda elde edilen plak indeks skorunun T0 zamanında elde edilen plak indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen plak indeks skorunun T0 zamanında elde edilen plak indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen plak indeks skoru ile T1 zamanda elde edilen plak indeks skoru arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=.507$) (Şekil 4.1).

Tablo 4.2: Plak indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Gruplar	T0		T1		T2		p**	Grup içi fark
	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)		
Manuel	3.56 ± 0.42	3.57 (2.54 - 4.17) ^a	2.94 ± 0.42	3.05 (2.25 - 3.65) ^b	2.68 ± 0.37	2.65 (2.02 - 3.60) ^c	<.001	b<a; c<a; c<b
Akıllı	3.49 ± 0.50	3.54 (2.38 - 4.73) ^a	2.44 ± 0.43	2.40 (1.33 - 3.27) ^b	2.39 ± 0.33	2.36 (1.85 - 3.08) ^c	<.001	b<a; c<a
p*		.632		.001		.010		

*Bağımsız Örneklerde t test (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için p<.05 değeri kabul edilmiştir.)

**Tekrarlı ölçümler tek yönlü varyans analizi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için p<.017 değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.1: Plak indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

4.3. Gingival İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması

Hastaların gingival indeks skorlarının gruplar arası karşılaştırılması ‘Mann-Whitney U test’i ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.3’te gösterilmiştir. T0 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda gingival indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.738$). T1 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda gingival indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.738$). Son olarak, T2 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda gingival indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.799$).

Manuel diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan gingival indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiştir. Farklı zaman aralıklarında yapılan ölçümler arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- T1 zamanda elde edilen gingival indeks skorunun T0 zamanında elde edilen gingival indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen gingival indeks skorunun T0 zamanında elde edilen gingival indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen gingival indeks skoru ile T1 zamanda elde edilen gingival indeks skoru arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=.046$).

Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan gingival indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiş ve anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- T1 zamanda elde edilen gingival indeks skorunun T0 zamanında elde edilen gingival indeks skoruna göre daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen gingival indeks skorunun T0 zamanında elde edilen gingival indeks skoruna göre daha düşük olduğu ($p<.001$),

- T2 zamanda elde edilen gingival indeks skorunun T1 zamanda elde edilen gingival indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu bulunmuştur ($p=.003$) (Şekil 4.2).

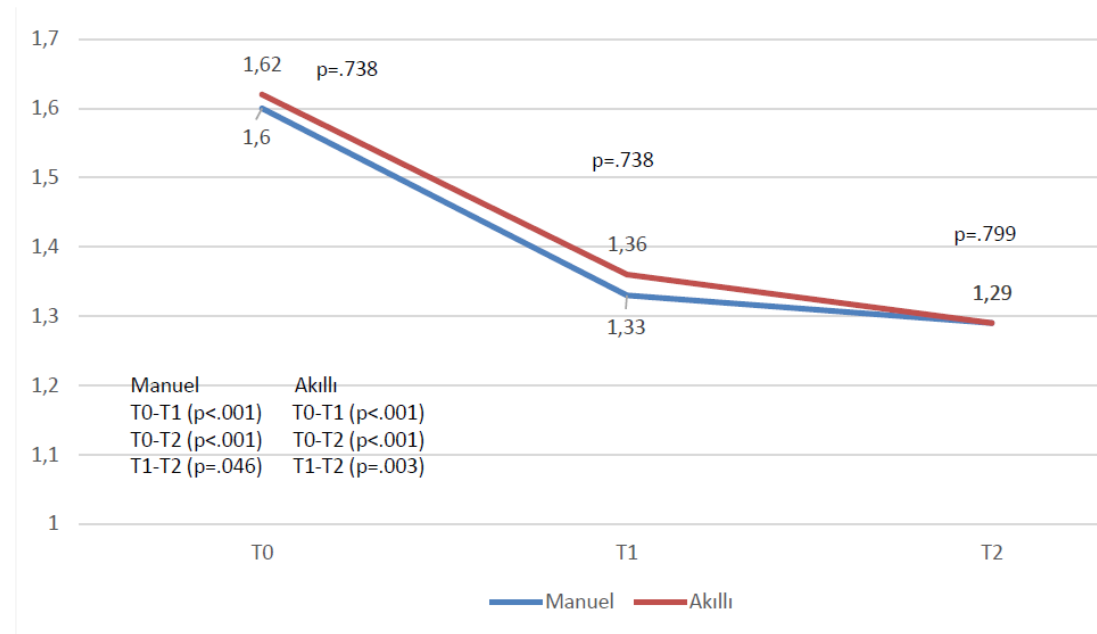


Tablo 4.3: Gingival indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

	T0		T1		T2			
Gruplar	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	p**	Grup içi fark
Manuel	1.60 ± 0.19	1.57 (1.31 - 1.90) ^a	1.33 ± 0.12	1.33 (1.15 - 1.58) ^b	1.29 ± 0.11	1.27 (1.14 - 1.51) ^c	<.001	b<a; c<a
Akıllı	1.62 ± 0.19	1.61 (1.22 - 2.00) ^a	1.36 ± 0.14	1.32 (1.17 - 1.65) ^b	1.29 ± 0.13	1.28 (1.12 - 1.56) ^c	<.001	b<a; c<a; c<b
p*		.738		.738		.799		

*Mann-Whitney-U testi (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için p<.05 değeri kabul edilmiştir.)

**Friedman testi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için p<.017 değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.2: Gingival indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

4.4. Sondlamada Kanama İndeks Skorlarının Gruplar Arası ve Grup İçi Karşılaştırılması

Hastaların sondlamada kanama indeks skorlarının gruplar arası karşılaştırılması ‘Mann-Whitney test’i ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.4’te gösterilmiştir. T0 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda sondlamada kanama indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.925$). T1 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda sondlamada kanama indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.698$). Son olarak, T2 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda sondlamada kanama indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.779$).

Manuel diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan sondlamada kanama indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiştir. Farklı zaman aralıklarında yapılan ölçümler arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- T1 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skorunun T0 zamanında elde edilen sondlamada kanama indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skorunun T0 zamanında elde edilen sondlamada kanama indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skoru ile T1 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skoru arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur ($p=.038$).

Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan sondlamada kanama indeks skorları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiştir. Farklı zaman aralıklarında yapılan ölçümler arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<.001$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- T1 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skorunun T0 zamanında elde edilen sondlamada kanama indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skorunun T0 zamanında elde edilen sondlamada kanama indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p<.001$),
- T2 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skorunun T1 zamanda elde edilen sondlamada kanama indeks skoruna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu bulunmuştur ($p=.003$) (Şekil 4.3).

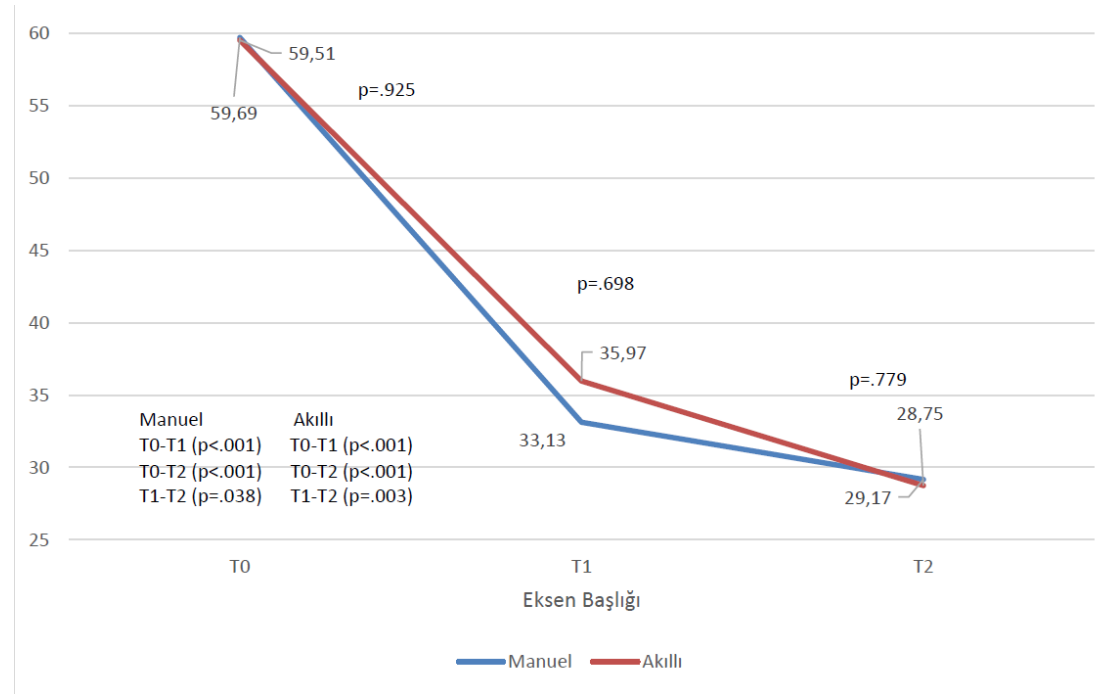


Tablo 4.4: Sondlamada kanama indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Gruplar	T0		T1		T2		p**	Grup içi fark
	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)		
Manuel	59.69 ± 19.41	56.60 (24.31 - 90.28) ^a	33.13 ± 12.21	33.33 (14.58 - 57.64) ^b	29.17 ± 11.01	27.78 (13.89 - 52.08) ^c	<.001	b<a; c<a
Akıllı	59.51 ± 19.74	60.76 (18.06 - 95.14) ^a	35.97 ± 14.60	31.94 (16.67 - 64.58) ^b	28.75 ± 13.42	28.13 (11.81 - 56.25) ^c	<.001	b<a; c<a; c<b
p*	.925		.698		.779			

*Mann-Whitney-U testi (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için p<.05 değeri kabul edilmiştir.)

**Friedman testi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için p<.017 değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.3: Sondlamada kanama indeks skorlarının gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

4.5. *P. Gingivalis* kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Hastaların *P. gingivalis* kob/ml değerinin gruplar arası karşılaştırılması ‘Mann-Whitney U test’i ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.5’te gösterilmiştir. T0 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda *P. gingivalis* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.152$). T1 zaman noktasında manuel diş fırçası kullanan hastalarda *P. gingivalis* kob/ml değeri akıllı diş fırçası kullananlara göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p=.048$). Son olarak, T2 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda *P. gingivalis* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.079$).

Manuel diş fırçası kullanan hastaların grup içi karşılaştırılmasında T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan *P. gingivalis* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiş ve anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p=.002$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- T1 zamanda elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerin T0 zamanında elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerine göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.002$),
- T1 zamanda elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerin T2 zamanda elde edilen değere göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.004$),
- T2 zamanında elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değeri ile T0 zamanındaki *P. gingivalis* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p=.033$).

Akıllı diş fırçası kullanan hastaların grup içi karşılaştırılmasında T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan *P. gingivalis* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiş ve anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p=.002$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- T1 zamanda elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerinin T0 zamanında elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerine göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.001$),
- T1 zamanda elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değerinin T2 zamanda elde edilen değere göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.009$),
- T2 zamanında elde edilen *P. gingivalis* kob/ml değeri ile T0 zamanındaki *P. gingivalis* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p=.502$) (Şekil 4.4).



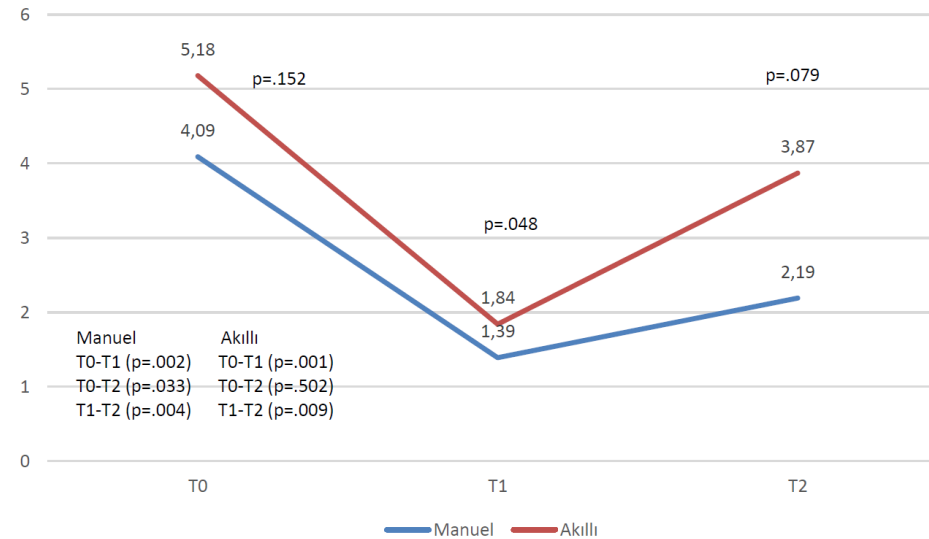
Tablo 4.5: *P. Gingivalis* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Gruplar	T0		T1		T2		p**	Grup içi fark
	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)		
Manuel	4.09 ± 5.31	1.74 (0.04 - 19.66) ^a	1.39 ± 1.90	0.87 (0.12 - 8.29) ^b	2.19 ± 2.48	1.13 (0.21 - 10.57) ^c	.002	b<a; b<c
Akıllı	5.18 ± 4.91	3.61 (0.51 - 19.05) ^a	1.84 ± 1.36	1.37 (0.19 - 5.25) ^b	3.87 ± 3.70	2.43 (0.31 - 13.52) ^c	.002	b<a; b<c
p*		.152		.048		.079		

Tam değerler için belirtilen ortalama, medyan ve standart sapma değerleri 10⁵ ile çarpılmalıdır.

*Mann-Whitney-U testi (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için p<.05 değeri kabul edilmiştir.)

**Friedman testi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için p<.017 değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.4: *P. gingivalis* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Tam değerler için belirtilen ortalama değerler 10⁵ ile çarpılmalıdır.

4.6. *S. mutans* kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Hastaların *S. mutans* kob/ml değerinin gruplar arası karşılaştıırılması ‘Mann-Whitney U test’i ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0 *S. mutans* kob/ml değeri manuel diş fırçası kullanan hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=.021$). Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T2 *S. mutans* kob/ml değeri manuel diş fırçası kullanan hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=.045$). Son olarak, T1 zaman noktasında manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastalarda *S. mutans* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.199$).

Manuel ve akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan *S. mutans* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiştir. Hem manuel ($p=.157$) hem de akıllı ($p=.058$) diş fırçası kullanan grupta anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur (şekil 4.5).

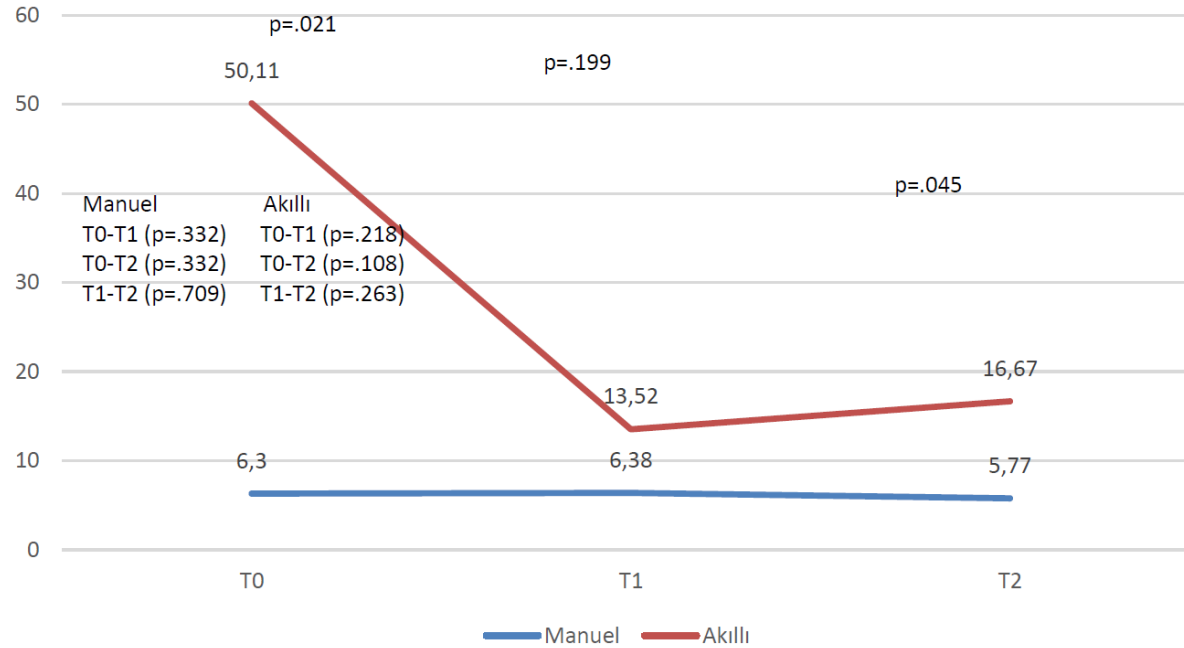
Tablo 4.6: *S. Mutans* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Gruplar	T0		T1		T2		p**	Grup içi fark
	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)		
Manuel	6.30 ± 11.08	2.58 (0.02 - 40.09)	6.38 ± 11.98	1.54 (0.00 - 41.01)	5.77 ± 10.31	1.22 (0.04 - 37.09)	.157	-
Akıllı	50.11 ± 143.03	8.29 (0.19 - 648.81)	13.52 ± 24.51	3.48 (0.07 - 103.22)	16.67 ± 28.89	7.11 (0.01 - 129.95)	.058	-
p*		.021		.199		.045		

Tam değerler için belirtilen ortalama, medyan ve standart sapma değerleri 10^5 ile çarpılmalıdır.

*Mann-Whitney-U testi (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için $p < .05$ değeri kabul edilmiştir.)

**Friedman testi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için $p < .017$ değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.5: *S. mutans* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Tam değerler için belirtilen ortalama değerler 10^5 ile çarpılmalıdır.

4.7. *L. Casei* kob/ml değerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Hastaların *L. casei* kob/ml değerinin gruplar arası karşılaştırılması ‘Mann-Whitney U test’i ile incelenmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Akıllı diş fırçası kullanan ve manuel diş fırçası kullanan hastaların T0 ($p=.534$), T1 ($p=.083$) ve T2 ($p=.323$) zaman noktalarında *L. casei* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Manuel diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan *L. casei* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiş ve anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=.350$).

Akıllı diş fırçası kullanan hastaların T0, T1 ve T2 zaman noktalarından alınan *L. casei* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ‘Friedman test’i ile incelenmiştir. Farklı zaman aralıklarında elde edilen *L. casei* kob/ml değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p=.006$). Farkın hangi zaman noktaları arasından kaynaklandığını belirlemek amacıyla Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- T1 zamanda elde edilen *L. casei* kob/ml değerin T0 zamanında elde edilen *L. casei* kob/ml değerine göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.004$),
- T2 zamanda elde edilen *L. casei* kob/ml değerin T0 zamanda elde edilen değere göre anlamlı olarak daha düşük olduğu ($p=.015$),
- T1 zamanda elde edilen *L. casei* kob/ml değeri ile T2 zamanda elde edilen *L. casei* kob/ml değeri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur (Şekil 4.6).

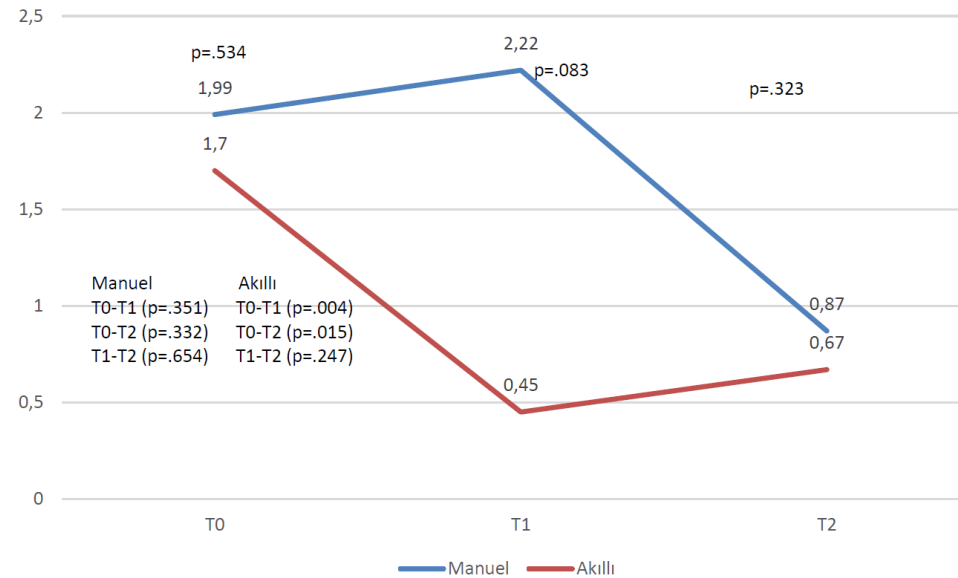
Tablo 4.7: *L. casei* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Gruplar	T0		T1		T2		p**	Grup içi fark
	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)	Ort. ± SS.	Medyan (Min. - Maks.)		
Manuel	1.99 ± 4.39	0.13 (0.00 - 18.65)	2.22 ± 6.69	0.18 (0.00 - 29.79)	0.87 ± 1.87	0.17 (0.00 - 7.34)	.350	-
Akıllı	1.70 ± 2.94	0.25 (0.00 - 10.94) ^a	0.45 ± 1.10	0.02 (0.00 - 4.62) ^b	0.67 ± 1.69	0.05 (0.00 - 7.24) ^c	.006	b<a; c<a
p*		.534		.083		.323		

Tam değerler için belirtilen ortalama, medyan ve standart sapma değerleri 10⁵ ile çarpılmalıdır.

*Mann-Whitney-U testi (Gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel anlamlılık için p<.05 değeri kabul edilmiştir.)

**Friedman testi (Grup içi karşılaştırmada bonferroni düzeltmeli çoklu test uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık için p<.017 değeri kabul edilmiştir.)



Şekil 4.6: *L. casei* kob/ml değerlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması

Tam değerler için belirtilen ortalama değerler 10⁵ ile çarpılmalıdır.

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacı

Supragingival plağın düzenli olarak temizlenmesinin periodontal sağlığın korunması için önemli olduğu bilinmektedir. Loe ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, ağız hijyeni prosedürlerinin sonlandırılmasının ardından dental plağın hızla oluştuğunu ve üç hafta içinde dişeti iltihabının klinik belirtilerinin geliştiğini göstermiştir. Ayrıca, evde uygulanan bireysel plak kontrol önlemlerinin yeniden uygulanması ile, birkaç gün içinde dişeti iltihabının klinik belirtilerinin azaldığı belirtilmiştir (107).

Sabit ortodontik tedavi, geleneksel ağız hijyeni prosedürlerini daha zor hale getirir. Aynı zamanda normalde çürük gelişimine daha az duyarlı olan dişlerin vestibül yüzeylerindeki (braket çevresinde) plak tutma bölgelerinin sayısını da arttırır (13).

Sukontapatipark ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada ortodontik braketlerin etrafındaki bakteri plağı birikimi değerlendirilmiştir. Braket tabanı etrafındaki taşmış kompozit, pürüzlü yüzeyler ve kompozit mine arayüzü boşluğu gibi sebepler dolayısıyla plak birikiminin bu bölge için kritik olduğu gösterilmiştir. Braketlerin, taşmış kompozitin ve minenin taramalı elektron mikroskopik incelenmesi ile bondingten iki ve üç hafta sonra, fazla kompozit üzerinde matür plak bulunduğunu, dişetine yakın mine yüzeyindeki plağın ise henüz gelişimin erken bir aşamasında olduğu ortaya konulmuştur (189). Ayrıca Lima ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptığı çalışmada da klinik kullanımdan sonra ark tellerinde önemli miktarda mikroorganizma gözlemlendiği belirtilmiştir (190).

Ortodontik ataşmanların ağız boşluğuna yerleştirilmesinden sonra, plak florasında hızlı bir değişim meydana gelir. Ortodontik tedavi gören hastalarda plakta ve tükürükte özellikle *S. mutans* ve *Lactobacillus* olmak üzere yüksek seviyelerde asidojenik bakteri bulunur (191,192). Yüksek bakteri seviyeleri, ortodontik tedavi gören hastalarda plak pH'nın azalmasına sebep olur. Bu nedenle ortodontik tedavi sırasında çürüklerin ilerlemesi daha hızlıdır (13).

Bollen ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada, ortodontik tedavinin periodontal duruma etkisi analiz edilmiş olup periodonsiyum için küçük zararlı etkiler olduğu vurgulanmıştır (2). Sabit ortodontik tedavi plak retansiyonu, mine demineralizasyonu ve kronik hiperplastik dişeti iltihabının gelişiminde önemli bir

etiyojik faktör olarak rapor edilmiştir (193). Ayrıca, mikrobiyal plak birikiminin doğrudan gingivitis ve periodontitis nedeni olabileceği belirtilmiştir (194).

Literatürde, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda kullanılan fırçaların (manuel ortodontik fırça, üç başlıklı fırça, geleneksel fırça ve farklı kıl kesimi olan fırça gibi) plak temizleme etkinliğinin karşılaştırıldığı araştırmalar çok sayıda mevcuttur (154–159). Farklı tipte elektrikli fırçaların, (sonik, ultrasonik, rotasyonlu salınlı, interaktif teknolojiye sahip fırça gibi) hem kendi aralarında hem de manuel ile karşılaştırıldığı az sayıda çalışma vardır (38,39,161,168,195). Ayrıca çalışma sonuçlarındaki çelişkiler nedeniyle bir fikir birliğine varılamamıştır. Son yıllarda yayımlanan güncel sistematik derleme ve meta-analiz sonucuna göre bu konuyla ilgili iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (162). Elektrikli fırçaların ilk çıktığından beri sürekli olarak geliştirilip iyileştirilmesi sayesinde çalışmalarda kullanılan fırçalar farklılık göstermektedir. Ayrıca fırçaların etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar genelde yalnızca periodontal indeksler bakılarak yapılmıştır.

Teknolojinin ilerlemesiyle ortaya çıkan akıllı telefon uygulamaları ve aktif hatırlatıcıların ortodonti hastalarının ağız hijyenini artırabileceği belirtilmiştir (164,165,167). Çalışmamızda kullanılan fırçanın interaktif pozisyon algılama ve zamanlayıcı özelliği sayesinde, telefona indirilen uygulama üzerinden ağız içerisinde hangi bölgenin ne kadar fırçalandığı ve toplam fırçalama süresi gibi bilgileri bireyler kolaylıkla görebilmektedir.

Çalışmamızın önceki araştırmalardan farkı, akıllı fırça ile manuel ortodontik fırçanın hem periodontal indeksler ile klinik açıdan hem de tükürükteki *S. mutans*, *L. casei* ve *P. gingivalis* ile mikrobiyolojik yönden PCR yöntemi ile karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın randomize kontrollü ve uygulayıcı kör tasarlanması bir başka avantajıdır.

5.2. Gereç ve yöntem

Çalışmamıza, daimi dentisyonda olan 12 ile 18 yaş aralığındaki bireyler dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 15.39±1.68 yıldır. Kadın ve erkek hastaların hijyen alışkanlıkları farklı olabileceğinden dolayı hastalar gruplara cinsiyet dağılımı eşit olacak şekilde atanmıştır. Literatür incelendiğinde, benzer çalışmalarda da daimi

dentisyonda olan minimum 12 yaşında hastaların çalışmaya katıldığı görülmüştür. (38,39,168).

Ortodonti hastalarında farklı ligatürleme tekniğinin karşılaştırıldığı araştırmalarda, elastomerik ligatür ile tel ligatürün mikrobiyal kolonizasyona ve periodontal sağlığa etkileri karşılaştırılmıştır. Elastomerik ligatür ile bağlanan dişlerde, çelik ligatür ile bağlanan dişlere göre daha fazla sayıda mikroorganizma tespit edilmiştir. Bununla birlikte, elastomerik ligatür ile bağlanan dişlerde, dişeti kanamasının daha fazla olduğu bulunmuştur (115,196).

Kendinden bağlı braketler ile konvansiyonel braketlerin karşılaştırıldığı araştırmaların bir kısmında, konvansiyonel braketlerin daha fazla plak tutulumuna ve beyaz nokta lezyonuna neden olduğu ayrıca daha fazla sayıda *S. mutans* birikimine sebep olduğu bildirilmiştir (197–199). Diğer bir kısım araştırmalarda ise konvansiyonel braket ile kendinden bağlı braket kullanımının bakteri sayısı ve periodontal sağlık açısından farklılık oluşturmadığı belirtilmiştir (200–202). Bu bilgilere dayanarak standardizasyon sağlanması açısından araştırmamıza 0.018 slot Roth braket sistemi ve tel ligatür kullanılmıştır.

Aktif çürüğü olan hastalarda *S. mutans* ve *L. casei* ve ayrıca aktif periodontal hastalığı olan bireylerde *P. gingivalis* bakterisinin artması sebebiyle çalışmamızda aktif çürüğü olan ve periodontal doku yıkımı ile karakterize ileri periodontal rahatsızlığı olan bireyler dahil edilmemiştir (65,67,94).

Rafiei ve arkadaşlarının 2022 yılında yayımladıkları diş hekimliği öğrencilerinin dahil olduğu çalışmada, anterior çapraşıklığı olan ve olmayan katılımcıların subgingival plak örnekleri karşılaştırılmıştır. Çapraşıklık olan gruptan izole edilen subgingival plak örneklerinde *A. actinomycetemcomitans* ve *P. gingivalis* bakterilerinin sayısının daha fazla olduğu bulunmuştur (203). Matthews ve Tabesh'in yaptıkları çalışmada da dental çapraşıklığın ağız hijyeni prosedürlerini zorlaştırdığı ve plak birikimini artırdığı dolayısıyla periodontal hastalıklar ve dental çürüğe neden olabileceği belirtilmiştir (2,111). Bu bilgilere dayanarak çalışmamıza, rotasyonu ve diasteması olmayan, plak birikimini arttıracak ekstra bir malzemeye (zincir, 8 ligatür, coil spring gibi) ihtiyaç duymayan, hastalar dahil edilmiştir.

Kullanılan bazı ilaçların periodontal dokulara etkisi ve antibiyotik kullanımının oral bakteriyel floraya etkisi sebebiyle, sistemik rahatsızlığı olmayan, ilaç kullanmayan ve son üç ay antibiyotik ve antimikrobiyal gargara kullanmamış bireyler çalışmaya alınmıştır (115,204).

Peros ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, ortodontik tedavi gören hastalarda tükürükteki *S. mutans* ve *Lactobacillus* sayısının farklı diş fırçalama sıklığı ile değiştiği belirtilmiştir (205). Literatürde, çalışmalarda fırçalama sürelerine bakıldığında farklılıklar görülmüştür. Çalışmalarda genellikle iki ya da üç dk diş fırçalanması istenmiştir. Çalışmamızda ise tüm hastalardan günde iki defa iki dk boyunca dişlerini fırçalaması istenmiştir ve standardizasyon sağlanması için her hastaya aynı marka klasik bir diş macunu verilmiştir (36,37,206).

Kontrol grubundaki hastalara manuel ortodontik diş fırçası (Oral-B Ortho Brush, Procter & Gamble, İrland), çalışma grubundaki hastalara ise akıllı fırça ile kullanılan precision clean fırça başlığı (EB20, Procter & Gamble, Marktheidenfeld, Almanya) verilmiştir (37–39).

Ortodontik braket varlığında, rutinde braketsiz hastalarda ortaya çıkan progresif plak birikim paterni farklılık gösterir. Braketlenmiş dişlerde plak braket etrafında veya tel arkasında lokalize olabilmektedir (133). Bu sebeple, araştırmamızda dişlerin vestibül bölgesinin plak skorlaması, Modifiye Quigley-Hein İndeksi (MQH) ile, lingual bölge plak skorlaması ise Quigley-Hein indeksinin Turesky modifikasyonu (TMQHPI) ile yapılmıştır (138,139). Dişeti değerlendirmesi için ise, dişeti sağlığı ve hastalık derecesini değerlendiren Loe Silness gingival indeksi ile skorlama yapılmıştır. Dişeti kanaması, dişeti bağ dokusundaki objektif bir enflamasyon belirtisidir. Bu yüzden sondlama işlemi sırasında kanama olup olmaması açısından, sondlamada kanama indeks skorlaması ile de değerlendirme yapılmıştır.

Tükürük mikrobiyal florası, ağız sağlığı durumunun potansiyel olarak biyobelirteci olduğu belirtilmiştir. Ağız sağlığında, tükürük içeriği, dilde ve ağız mukozasında bulunan bakterilerle yakından ilişkilidir (27). Mundorff ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada, bireylerden hem plak hem tükürük örneği alınarak mikrobiyal değerlendirme yapılmıştır. Araştırma sonucunda ise, dental plak veya tükürük örneklerinin mikrobiyal flora açısından (sayı ve tür) değerlendirilmesi arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır ve plağın bakteriyel bileşiminin çeşitli ağız lokasyonları arasında farklılık göstermesi nedeniyle tükürük örneğinin daha çok tercih edilebileceği belirtilmiştir (67). Çalışmamızda, son 2 saat dişlerini fırçalamamış ve yemek yememiş olmak şartıyla sabah saatlerinde tükürük örneği alınmıştır (204,207).

Hawthorne etkisi, insan üzerinde yapılan çalışmalarda, çalışmanın beklenmedik sonucunu kişilerin gözlemlendiklerini bildikleri için veya daha önce

karşılaşmadıkları durumla karşılaştıklarından dolayı farklı davranmalarını açıklar. Bir başka ifadeyle aynı zamanda katılımcıların bir çalışmada olduklarını ve gözlemlendiklerini fark etme tepkisi olarak da kabul edilebilir (208,209). Bu etki, kısa dönemli çalışmalarda bulguları daha fazla etkileyeceğinden dolayı, yaptığımız araştırmada çalışma zamanını nispeten daha uzun dönemli olarak belirledik. Çalışmamızın toplam süresi 12 hafta olup periodontal indeks değerlendirilmesi ve tükürük örneği alınması ise 6 haftada bir gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda klasik kültür yöntemi yerine gerçek zamanlı PCR yöntemi kullanılmıştır. Gerçek zamanlı PCR yönteminin, yüksek teknik hassasiyet ve yüksek kesinlik, PCR sonrası ekstra aşama olmaması, çapraz kontaminasyon riskinin daha az olması ve daha kısa tespit süreleri gibi avantajları vardır. Bununla birlikte, klasik mikrobiyolojik testler sadece canlı patojenleri sayarken, gerçek zamanlı PCR hem canlı hem de ölü patojenlerden nükleik asitleri saptar ve miktarını belirlerler (210). Yapılan bir çalışmada, şiddetli kronik periodontitisli bireylerdeki periodontal patojenler, geleneksel kültür ve gerçek zamanlı PCR tanı yöntemi ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda, periodontal patojenlerin tespitinde gerçek zamanlı PCR'ın daha doğru ve güvenilir olduğu gösterilmiştir (211).

5.3. Bulguların Değerlendirilmesi

5.3.1. Klinik Periodontal Bulgular

Araştırmamızda, periodontal sağlığın değerlendirilmesi amacıyla üç farklı zamanda (T0, T1, T2) plak indeks, gingival indeks ve sondlamada kanama indeks skorlamaları yapılmıştır. Çalışmamızın başlangıç periodontal indeks değerleri incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durum, çalışmaya katılan bireylerin benzer oral hijyen alışkanlıkları olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızın, periodontal indeks bulgularını değerlendirdiğimizde kontrol ve çalışma grubunda, grup içi plak indeks, gingival indeks ve sondlamada kanama indeks değerlerinin T0-T1, T0-T2 zaman aralığında anlamlı olarak azaldığı gözlenmiştir. Bu durum, oral hijyen eğitimi ve motivasyonu ile açıklanabilir. Ayrıca hastalar bir araştırma içerisinde olduklarını bildikleri için bu durum Hawthorne etkisi ile de açıklanabilir.

Ay ve arkadaşları, ortodontik tedavi gören hastalarda farklı oral hijyen eğitim tekniklerinin ağız hijyenine etkisini araştırmışlardır. Bizim bulgularımıza benzer

şekilde, araştırma sonucunda tüm gruplarda periodontal indeks değerlerinin azaldığı görülmüştür (212).

Haesman ve arkadaşları, farklı tip fırçaları karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında Hawtorne etkisinden bahsetmişlerdir. Araştırmacılar, çalışmaya dahil edilecek hastaları belirledikleri seansta ve 2 hafta sonra fırçaların teslim edildiği seansta katılımcıların periodontal indeks değerlerini incelemiştir. Sonuç olarak plak indeksinde anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir. Fırçaların henüz teslim edilmediği bu aralıktaki plak skorlarındaki azalmanın sebebi Hawtorne etkisi ile açıklanmıştır (213).

Çalışmamızın grup içi plak indeks değerleri incelendiğinde, manuel fırça grubunda T0-T1, T1-T2, T0-T2, akıllı fırça grubunda ise T0-T1, T0-T2 zaman aralıklarında anlamlı bir şekilde azalma olduğu belirlenmiştir. Akıllı fırça grubunun T1-T2 zaman aralığındaki azalmanın ise anlamlı olmadığı görülmüştür.

Yapılan literatür araştırmasında, grup içi karşılaştırmada plak indeks skorlarında benzer şekilde azalma görülen araştırmalara rastlanmıştır (37,38,214). Marini ve arkadaşları yaptığı araştırmada, ortodontik tedavi gören hastaları, farklı sıklıkta oral hijyeni eğitimi verilmesi yönünden ve manuel veya elektrikli diş fırçası gruplarına ayırarak karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, plak indeks skorunun bizim çalışmamıza paralel şekilde tüm gruplarda azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, tekrarlayan oral hijyeni eğitiminin plak skorlarının azalmasında fazladan olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (38). Sharma ve arkadaşları manuel ortodontik, elektrikli ve sonik diş fırçasını ayda bir kez olmak üzere üç farklı zamanda karşılaştırmışlardır. Tüm fırça gruplarında bizim çalışmamıza benzer olarak T0-T1 ve T0-T2 zaman aralıklarında anlamlı bir azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca, grup içi karşılaştırmada T1-T2 zaman aralığındaki anlamlı bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (37). Ousehal ve arkadaşlarının yaptıkları bir başka araştırmada da benzer şekilde elektrikli fırça ve manuel fırça grubunda plak indeks değerlerinde anlamlı bir azalma olduğu görülmüştür (214). Bulgularımızdan farklı olarak Hickman ve arkadaşları 2002 yılında yayımladıkları çalışmalarında, elektrikli fırça grubunun plak indeks skorunda başlangıça göre anlamlı bir değişiklik tespit etmemişlerdir (36). Bu farklılığın sebebi kullanılan elektrikli fırçanın etkinliği ve teknik özelliğinden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın grup içi gingival indeks bulguları incelendiğinde her iki grupta zaman içerisinde anlamlı bir azalma olduğu bulunmuştur. Rafe ve arkadaşlarının

yaptığı araştırmada, manuel ortodontik fırça, konvansiyonel fırça ve üç başlıklı fırça karşılaştırılmıştır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde manuel ortodontik fırça grubunda zamanla gingival indeks değerinde azalma olduğu görülmüştür (155). Hickman ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada da yine benzer şekilde manuel ortodontik fırça kullanan bireylerde T0-T1 zaman aralığında gingival indeks değerlerinde azalma görüldüğü, ancak elektrikli fırça grubunda gingival indekste anlamlı değişiklik görülmediği belirtilmiştir (36). Bulgularımızdan farklı olarak Sharma ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada manuel ve elektrikli fırçanın grup içi değerlendirilmesinde gingival indeks değerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır (37). Bu farklılığın sebebi, periodontal değerlendirmenin ilk seansının bonding seansı olması sebebiyle olabilir.

Braket yapıştırıldıktan hemen sonra gingival indeks değerlerinde artış olduğunu belirten çalışmalar vardır (7,215). Ristic ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, bonding seansından hemen önce ve sonraki aylarda periodontal indeks değerlerine bakılmıştır. Araştırma sonucunda, periodontal indeks değerlerinin 3. ayda maksimuma ulaştığı 6. ayda bir miktar azaldığı belirtilmiştir (7).

Çalışmamızda grup içi sondlamada kanama indeks skorları incelendiğinde, akıllı fırça grubunda T0-T1, T1-T2 ve T0-T2 manuel fırça grubunda T0-T1, T0-T2 zaman aralığında anlamlı azalma olduğu, yalnızca kontrol grubunda T1-T2 zaman aralığında anlamlı bir değişiklik olmadığı bulunmuştur.

Clerehugh ve arkadaşlarının elektrikli ve manuel fırçayı karşılaştırdıkları araştırmalarında, grup içi karşılaştırmada elektrikli fırça grubunda çalışmamıza paralel şekilde kanama indeksinde anlamlı azalma olduğu bulunmuştur. Manuel fırça grubunda ise çalışmamızın aksine anlamlı bir değişiklik gözlemlenmediği belirtilmiştir (9). Hickman ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada da çalışmamıza benzer şekilde elektrikli fırça grubunun kanama indeksinde anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Manuel fırça grubunda ise başlangıçta anlamlı bir azalma olduğu ancak bu azalmanın araştırma sonunda korunmadığı bildirilmiştir (36). Heasman ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada ise bulgularımızdan farklı olarak her iki fırça grubu için kanama indeks skorlarında bir farklılık görülmediği bildirilmiştir (213). Sonuçlardaki farklılığın sebebi, bu araştırmanın crossover bir çalışma olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Araştırmamızın gingival indeks ve sondlamada kanama değerlerinin her iki grupta anlamlı şekilde azalmasının sebebi verilen ağız hijyeni eğitimi ve motivasyon ile açıklanabilir.

Çalışmamızın gruplar arası periodontal indeks değerleri incelendiğinde, plak indeksinin T0-T1, T1-T2, T0-T2 zaman aralıklarında akıllı fırça grubunda anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Gingival indeks ve sondlamada kanama indeks değerlerinde ise T0-T1, T1-T2, T0-T2 zaman aralıklarında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan literatür incelemesine göre, çalışmamızda bulduğumuz bulgulara benzer şekilde elektrikli fırçanın plağı temizlemede daha etkili olduğunu belirten çalışmalar olduğu gibi (35,39,161,214), fırçalar arasında fark olmadığını söyleyen çalışmalarda vardır (159,168,213,216).

Erbe ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptıkları araştırmada, sabit ortodontik tedavi gören 59 bireyde akıllı ve manuel fırçanın etkinliği yalnızca plak indeks bulgularına göre karşılaştırılmıştır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde 2. ve 6. haftada akıllı fırça grubunda anlamlı olarak daha az plak indeksi tespit edilmiştir (39).

Erbe ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptıkları bir başka araştırmada ise rotasyonlu salınlı elektrikli fırça ile sonik fırça dijital plak görüntüleme analizi ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada fırçalar ilgili seansta bir defa kullanırılmış olup plak görüntüleme analizi fırça kullanımından hemen sonra yine aynı seansta yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre, her iki fırça kullanımı ile plak indeksinin anlamlı olarak azaldığı, ancak rotasyonlu salınlı elektrikli fırçanın plak kaldırmada daha etkili olduğu belirtilmiştir (161).

Ousehal ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, sabit ortodontik tedavi gören hastalar, elektrikli fırça, manuel fırça ve manuel fırça ile gargara kullanan bireyler olarak üç gruba ayrılmıştır. 83 kişinin katıldığı çalışma 4 hafta sürmüştür. Çalışmadan elde edilen periodontal indeks bulgularına göre, elektrikli fırçanın plağı daha fazla azalttığı bulunmuştur. Gingival indeks bulgularına göre ise elektrikli fırça ile manuel fırçanın arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yalnızca manuel fırça ile gargara kullanan grubun gingival indeks değeri diğer gruplardan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (214).

Biavati ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptıkları 8 haftalık araştırmada iki farklı fırça tipi karşılaştırılmıştır. 10-14 yaş aralığındaki 20 birey iki gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, elektrikli fırça grubunda 8. haftada plak indeksinin ve dördüncü haftada kanama indeksinin anlamlı olarak daha az olduğu bulunmuştur (35) .

Mylonopoulou ve arkadaşları 2021 yılında yayımladıkları çalışmalarında elektrikli ve manuel fırçayı periodontal durum açısından karşılaştırmışlardır.

Başlangıç, birinci, ikinci ve üçüncü ay ölçüm yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda, bulgularımızın aksine plak indeksi açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde ise gingival indeks değerleri açısından fırçalar arasında anlamlı fark olmadığı belirtilmiştir (159). Elde edilen bulguların çalışmamızın sonuçlarından farklı olmasının sebebi bu araştırmada kullanılan elektrikli fırçanın özelliklerinin farklı olması ve interaktif özelliğinin olmaması ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Deleuse ve arkadaşları, ortodontik tedavi gören 38 hastada interaktif elektrikli fırça ile interaktif olmayan elektrikli fırçanın etkinliğini karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre, her iki grupta T1-T4, T1-T2, T2-T3 zaman aralıklarında plak indeks skorlarında azalma, interaktif olmayan elektrikli fırça grubunda ise T2-T3 arasında plak indeks skorlarında artış gözlenmiştir. Diş fırçasına bağlı akıllı telefon uygulamasının ağız hijyenine etkisinin incelendiği bu araştırmada her grupta periodontal indeks değerlerinin azaldığı, ancak fırçalar arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır (168).

Costa ve arkadaşlarının 2007 yılında elektrikli, manuel ve ultrasonik fırçayı karşılaştırdıkları araştırmalarında, ultrasonik fırçanın bukkal bölgedeki plağı kaldırmada daha etkili olduğu bulunmuştur. Kanama indeksi bulguları için ise çalışmamıza benzer şekilde gruplar arasında bir fark olmadığı belirtilmiştir (195). Bu bulgular ile çalışmamızın bulguları arasında uyumsuzluğun sebebi bu çalışmanın crossover bir çalışma olması her hastanın farklı sıralamalarla her fırçayı 1 ay gibi kısa bir süre kullanması ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Heasman ve arkadaşlarının 1998 yılında manuel ve elektrikli fırçayı karşılaştırdıkları crossover çalışmasının periodontal bulgularına göre, fırçalar arasında plak indeksi ve gingival indeks açısından bir fark olmadığı belirtilmiştir (213).

Thienpont ve arkadaşları yaptıkları araştırmada 2'si manuel 2'si elektrikli 4 fırça karşılaştırılmıştır. Yapılan bu crossover çalışmaya toplam 33 birey katılmış olup, her fırçanın kullanım süresi 4 hafta sürmüştür. Elde edilen periodontal bulgulara göre fırçalar arasında plak indeksi, gingival indeks ve kanama indeksi açısından anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (216).

Yukarıda bahsedilen son üç çalışmanın (195,213,216) metodunun crossover olmasından dolayı her katılımcıya her tip fırça yalnızca 1 ay süre boyunca kullanıdırılmış olup kısa bir süre ara verilerek bir diğer fırça kullanılmaya devam edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise gruplar randomize olarak belirlenip her katılımcı

başlangıçtan itibaren 3 aylık süre boyunca belirli bir fırça grubuna dahil olmuştur. Bulduğumuz bulgulardaki farklılığın sebebinin çalışma dizaynları arasındaki fark sonucu fırçanın katılımcılara kısa bir süre kullandırılması ile açıklanabileceğini düşünmekteyiz.

5.3.2. Mikrobiyolojik bulgular

Araştırmamızda, üç farklı zamanda (T0, T1, T2) tükürük örneklerindeki *P. gingivalis*, *S. mutans* ve *L. casei* bakterileri gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu ile değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın *P. gingivalis* değerleri incelendiğinde, her iki grupta bakterinin T1’de azalıp, T2’de arttığı tespit edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ise T0 ve T2’de anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. T1’de ise manuel fırça grubunda daha az *P. gingivalis* olduğu gözlemlenmiştir.

Pan ve arkadaşlarının yaptığı araştırmaya göre braketlerin çıkarılması ile, klinik periodontal parametrelerde bariz bir iyileşme gözlenmiş ve bunun doğal bir sonucu olarak subgingival plakta *P. intermedia*, *P. gingivalis* ve *T. Forsythia* sayılarında önemli bir azalma olduğu bildirilmiştir (93).

Liu ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları araştırmada, braketlerin çıkarılmasından 6 ay sonra *P. gingivalis* sayısının düştüğü bildirilmiştir (217). Bizim çalışmamızda ise *P. gingivalis* sayısı T1’de azalmış olup T2’de tekrar artmıştır.

Naranjo ve arkadaşlarının yaptıkları kontrollü çalışmada bondingten hemen önce ve bondingten üç ay sonra subgingival bakteriler incelenmiştir. Kontrol grubuna göre çalışma grubunda *P. gingivalis* ve diğer anaerobik bakterilerin sayılarında artış olduğu tespit edilmiştir (118).

Shi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada konvansiyonel braketler ve kendinden bağlı braketler karşılaştırılmıştır. Subgingival plaktaki *P. gingivalis* yüzdesinin her iki grupta zamanla arttığı ancak gruplar arası karşılaştırmada konvansiyonel braketlerde bakteri yüzdesinin daha fazla olduğu bulunmuştur (218).

Papaioannou ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada *P. gingivalis* bakterisinin; paslanmaz çelik, seramik ve plastik braketler ile arasındaki etkileşimi in vitro olarak incelenmiştir. Pelikılın, *P. gingivalis*’in ortodontik braketlere yapışmasını ve biyofilm oluşumunu kolaylaştırdığı, braketleri oluşturan materyalin bakteri sayısını önemli ölçüde etkilemediği bildirilmiştir (219).

Jeon ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptıkları çalışmada, bonding prosedürünün *P. gingivalis* ve *S. mutans* bakterileri üzerine etkisi sıgır kesici dişleri kullanılarak in vitro yöntem ile incelenmiştir. Bu çalışma ile, bonding işlemi ile yüzey pürüzlülüğü ve yüzey ıslanabilirliğinin önemli ölçüde etkilendiğini gösterilmiştir. Asitle aşındırmanın, yüzey pürürlülüğü ve ıslanabilirliğini önemli ölçüde arttırdığı, adeziv uygulamasının ise önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Bonding prosedürü sırasında yüzey özelliklerindeki değişikliklerin, *S. mutans* ve *P. gingivalis*'in biyofilm oluşumu ve bileşimi ile önemli ölçüde ilişkili olabileceğini bildirilmiştir (220).

Çalışmamızdaki *S. mutans* değerleri incelendiğinde ise, akıllı fırça grubunda *S. mutans* bakteri sayısının T1'de azaldığı ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Her iki grupta, grup içi değerlendirmede anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ise T0 ve T2'de akıllı fırça grubunda daha fazla *S. mutans* olduğu belirlenmiştir. T1'de ise gruplar arası fark olmadığı bulunmuştur.

Costa ve arkadaşları 2007 yılında yayımladıkları makalede; elektrikli, ultrasonik ve manuel fırçayı karşılaştırmışlardır. Elektrikli ve ultrasonik fırça grubunda *S. mutans* sayısının azaldığı tespit edilmiştir (195). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde akıllı fırça grubunda azalma tespit edilmiştir. Ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Reichardt ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, bonding seansından hemen önce ve sonrasında mikrobiyolojik değerlendirme yapılmış olup toplam bakteri sayısının arttığını, özellikle *streptococcus* ve anaerob periodontal patojen bakterilerinin arttığı belirtilmiştir (7,215).

Çalışmamızdaki *L. casei* değerleri incelendiğinde, manuel fırça grubunun grup içi değerlendirilmesinde zaman içerisinde anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Akıllı fırça grubunda ise T1 ve T2'de, T0'a göre daha düşük sayıda *L. casei* olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada *L. casei* sayısı açısından fırçalar arası anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir.

Derin dentin çürük örneklerinin incelendiği bir araştırmada PCR analizi ile tarama yapılmıştır. Nitel taramada, *L. casei*, *L. paracasei* ve *L. rhamnosus*'u içeren *L. casei* grubunun üyelerinin, örneklerin %68'inde mevcut olan en yaygın türler olduğunu ortaya çıkarılmıştır. Nicel taramada ise *L. gasseri* ve *L. ultunensis*'in diğer türlerden daha yüksek sayılarda bulunduğu tespit edilmiştir (65).

Teanpasian ve Dahlen'in yaptıkları çalışmada ise oral *Lactobacillus* türlerinin popülasyondaki dağılımı incelenmiştir. İncelenen tükürük örneklerinden elde edilen verilere göre en yaygın *Lactobacillus* türlerinin, *L. fermentum* , ardından *L. rhamnosus*, *L. salivarius* , *L. casei* olduğu görülmüştür (66).

Peros ve arkadaşları 2012 yılında yaptıkları araştırmada; dişlerini günde iki defa fırçalayan ve dört defa fırçalayan hastaların tükürük örneklerinde *S. mutans* ve *Lactobacillus* bakterileri incelenmiştir. Dört defa fırçalayan grupta daha az *S. mutans* olduğu bulunmuştur. Ancak fırçalama sıklığının artması *Lactobacillus* bakterisini etkilemediği görülmüştür (205). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde gruplar arasında *L. casei* sayısında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ancak akıllı fırça grubunda zaman içerisinde *L. casei* sayısının anlamlı bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir.

Koşar ve arkadaşları 2020 yılında yayımladıkları çalışmalarında ksilitol emdirilmiş diş fırçası ile normal diş macunu emdirilmiş diş fırçası karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, *Lactobacillus* ve *S. mutans* bakterilerinin zaman içerisinde azaldığı tespit edilmiştir. Gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (207).

Alp ve arkadaşları 2018 yılında yaptıkları araştırmada, düzenli probiyotik kullanımının tükürükteki *S. mutans* ve *Lactobacillus* bakterileri sayısına etkisi incelenmiştir. Ortodontik tedavi gören hastalarda düzenli probiyotik kullanımının tükürükteki, *S. mutans* ve *Lactobacillus* sayılarını azalttığı tespit edilmiştir (221).

Haffaje ve arkadaşlarının ortodontik tedavi görmeyen bireylerde yaptıkları araştırmada manuel ve elektrikli fırça karşılaştırılmıştır. Manuel grupta supra ve subgingival bakteri sayılarının zamanla azaldığı ve elektrikli fırça grubunda subgingival bakteri sayılarının zamanla azaldığı bulunmuştur (222).

Araştırmalarda bulunan sonuçların çeşitliliğinin sebebi, tükürüğü etkileyen diğer sebepler ve araştırma metodlarının farklı olması ile açıklanabilir. Beslenme, az su tüketimi, D vitamini eksikliği, ADH, aldosteron, testesteron ve tiroksin gibi hormonlardaki değişim, stres gibi faktörlerle tükürük miktarı değişebilir. Tükürük miktarı değişmesi ile bakteriyel florada artış yada azalış görülebilir. Tükürüğün azalması sonucu, tükürükte bulunan antibakteriyel enzimlerde azalış olur. Tükürüğün yıkama etkisi ve tamponlama kapasitesi de azalabilir.

Farklı fırçaların kullanılması sonucu ve ağız hijyeninin iyileşmesiyle direk bağlantılı bakteriyel değişim görülmemiştir. Bu durumun sebebinin tükürükteki mikrobiyal florayı etkileyen diğer etkenlerin olabileceğini düşünmekteyiz.

5.4. Çalışmamızın Kısıtlılıkları

Bu çalışmada birkaç spesifik bakteri türü değerlendirilmiştir. Tükürük örneklerindeki bakteri içeriği diyetten etkilenebilir, ancak çalışmamızda diyetle kısıtlanma veya düzenlenme yapılmamıştır. Bu çalışmanın süresinin nispeten kısa olması araştırmanın limitasyonlarından biridir. Ayrıca çalışmaya katılan hastaların rutin ortodontik tedavisinin beş farklı hekim tarafından yapılıyor olması oral hijyen motivasyonunu etkileyebilecek bir faktör olduğu unutulmamalıdır.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında sabit ortodontik tedavi gören bireylerde akıllı fırça ve manuel fırça kullanımının etkileri periodontal indeks ölçümleri yaparak klinik açıdan ve gerçek zamanlı PCR ile mikrobiyolojik yönden karşılaştırılmış elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

- Akıllı fırçanın manuel fırçaya göre plağı temizlemede daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.
- Sondlamada kanama indeksi ve gingival indeks açısından gruplar arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir.
- Her iki grupta, başlangıca göre periodontal indeks değerlerinde düşüş olduğu görülmüştür.
- Akıllı fırça grubunda *L. casei* değerlerinin başlangıca göre, zaman içerisinde anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.
- Gruplar arasında *L. casei* değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Akıllı fırça ve manuel fırça grubunda *S. mutans* değerlerinde zaman içerisinde anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmüştür.
- Akıllı fırça grubunda T0 ve T2 'de *S. mutans* değerlerinin anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur. T1'de ise gruplar arasında bir fark bulunmamıştır.
- Her iki grupta *P. gingivalis* değerlerinin T1'de azalıp T2'de tekrar arttığı bulunmuştur.
- Akıllı fırça grubunda T1'de *P. gingivalis* değerlerinin anlamlı olarak daha fazla olduğu bulunmuştur. T0 ve T2'de gruplar arasında fark bulunmamıştır.
- Gingival indeks skorları plak indeks skorları arasında net bir korelasyon gözlenmemiştir.
- Tükürükteki bazı bakterilerin sayısı ile fırça tipi arasında net bir ilişki olmadığı görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

1. <https://tod.org.tr/ortodonti-nedir/> Erişim tarihi: 04.12.21
2. Bollen A, Cunha-Cruz J, Bakko D, Huang G, Hujoel P. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;139(4):413–22.
3. Stahl S. The need for orthodontic treatment: a periodontist's point of view . *Int Dent J*. 1975;25(4):242–7.
4. Ong M, Wang H. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;122(4):420–8.
5. Leung N, Chen R, Rudney J. Oral bacteria in plaque and invading buccal cells of young orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(6):698.e11-698.e18.
6. Cardoso-Silva C, Barberia E, Ramos Atance J, Maroto M, Hernandez A. Microbiological analysis of gingivitis in pediatric patients under orthodontic treatment. *Eur J Paediatr Dent*. 2011;12(4):210–4.
7. Ristic M, Svabic MV, Sasic M, Zelic O. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2007 Nov 1;10(4):187–95.
8. Klukowska M, Bader A, Erbe C, Bellamy P, White D, Anastasia M, et al. Plaque levels of patients with fixed orthodontic appliances measured by digital plaque image analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 May;139(5).
9. Clerehugh V, Williams P, Shaw WC, Worthington H v., Warren P. 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. *J Dent*. 1998 Nov 1;26(8):633–9.
10. Chapman J, Roberts W, Eckert G, Kula K, González-Cabezas C. Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Aug;138(2):188–94.
11. Feldens E, Kramer P, Feldens C, Ferreira S. Distribution of plaque and gingivitis and associated factors in 3- to 5-year-old Brazilian children . *J Dent Child*. 2006 Apr;73(1):4–10.
12. Guo L, Feng Y, Guo H, Liu B, Zhang Y. Consequences of orthodontic treatment in malocclusion patients: clinical and microbial effects in adults and children. *BMC Oral Health*. 2016 Oct 28;16(1).
13. Tufekci E, Dixon J, Gunsolley J, Lindauer S. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod*. 2011 Mar;81(2):206–10.
14. Loesche W. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev*. 1986 Dec;50(4):353–80.
15. Kneist S, Schmidt F, Callaway A, Willershausen B, Rupf S, Wicht M, et al. Diversity of *Lactobacillus* species in deep carious lesions of primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2010;11(4):181–6.

16. Rosenbloom R, Tinanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(1):35–7.
17. Kupietzky A, Majumdar A, Shey Z, Binder R, Matheson P. Colony forming unit levels of salivary *Lactobacilli* and *Streptococcus mutans* in orthodontic patients. *J Clin Pediatr Dent.* 2005;30(1):51–3.
18. Paju S, Pussinen P, Suominen-Taipale L, Hyvönen M, Knuuttila M, Könönen E. Detection of multiple pathogenic species in saliva is associated with periodontal infection in adults. *J Clin Microbiol.* 2009;47(1):235–8.
19. Liljestrand J, Gursoy U, Hyvärinen K, Sorsa T, Suominen A, Könönen E, et al. Combining salivary pathogen and serum antibody levels improves their diagnostic ability in detection of periodontitis. *J Periodontol.* 2014;85(1):123–31.
20. Zachrisson B. Fluoride application procedures in orthodontic practice, current concepts . *Angle Orthod.* 1975;45(1):72–81.
21. Weitman R, Eames W. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc.* 1975;91(1):101–6.
22. Gwinnett A, Ceen R. Plaque distribution on bonded brackets: a scanning microscope study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1979;75(6):667–77.
23. Schrøder S, Bardow A, Eickhardt-Dalbøge S, Johansen H, Homøe P. Is parotid saliva sterile on entry to the oral cavity? *Acta Otolaryngol.* 2017 3;137(7):762–4.
24. Curtis M, Zenobia C, Darveau R. The relationship of the oral microbiota to periodontal health and disease. *Cell Host Microbe.* 2011;10(4):302.
25. Krishnan K, Chen T, Paster B. A practical guide to the oral microbiome and its relation to health and disease. *Oral Dis.* 2017;23(3):276–86.
26. Kilian M, Chapple I, Hannig M, Marsh P, Meuric V, Pedersen A, et al. The oral microbiome - an update for oral healthcare professionals. *Br Dent J.* 2016;221(10):657–66.
27. Segata N, Haake S, Mannon P, Lemon K, Waldron L, Gevers D, et al. Composition of the adult digestive tract bacterial microbiome based on seven mouth surfaces, tonsils, throat and stool samples. *Genome Biology.* 2012;13(6):1–18.
28. Krishnan V, Ambili R, Davidovitch Z, Murphy N. Gingiva and Orthodontic Treatment. *Semin Orthod.* 2007;13(4):257–71.
29. Chen M, Andersen R, Barmes D, Leclercq M, Lyttle C. Comparing oral health care systems: a second international collaborative study. *World Health Organization;* 1997.
30. Albertsson K, Dijken J. Awareness of toothbrushing and dentifrice habits in regularly dental care receiving adults. *Swed Dent J.* 2010;34(2):71–8.
31. Johnson B, McInnes C. Clinical evaluation of the efficacy and safety of a new sonic toothbrush. *J Periodontol.* 1994;65(7):692–7.

32. Cross W, Forrest J, Wade A. A comparative study of tooth cleansing using conventional and electrically operated toothbrushes. *Br Dent J.* 1962;113(1).
33. Olivieri A, Ferro R, Benacchio L, Besostri A, Stellini E. Validity of Italian version of the Child Perceptions Questionnaire (CPQ 11-14). *BMC Oral Health* 2013;13(1):1–7.
34. Shilpa M, Jain J, Shahid F, Gufran K, Sam G, Khan M. Efficacy of Three Types of Plaque Control Methods During Fixed Orthodontic Treatment: A Randomized Controlled Trial. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019;11(2):S246–51.
35. Biavati A, Gastaldo L, Dessì M, Biavati F, Migliorati M. Manual orthodontic vs. oscillating-rotating electric toothbrush in orthodontic patients: a randomised clinical trial. *Eur J Paediatr Dent.* 2010;11(4):200–2.
36. Hickman J, Millett D, Sander L, Brown E. Powered vs manual tooth brushing in fixed appliance patients: a short term randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2002;72(2):135–40.
37. Sharma R, Trehan M, Sharma S, Jharwal V, Rathore N. Comparison of Effectiveness of Manual Orthodontic, Powered and Sonic Toothbrushes on Oral Hygiene of Fixed Orthodontic Patients. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 2015; 8(3):181.
38. Marini I, Bortolotti F, Parenti S, Gatto M, Bonetti G. Combined effects of repeated oral hygiene motivation and type of toothbrush on orthodontic patients: a blind randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2014;84(5):896–901.
39. Erbe C, Klees V, Braunbeck F, Ferrari-Peron P, Ccahuana-Vasquez R, Timm H, et al. Comparative assessment of plaque removal and motivation between a manual toothbrush and an interactive power toothbrush in adolescents with fixed orthodontic appliances: A single-center, examiner-blind randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019;155(4):462–72.
40. Nonnenmacher C, Dalpke A, Rochon J, Flores-de-Jacoby F, Mutters R, Heeg K. Real-time polymerase chain reaction for detection and quantification of bacteria in periodontal patients. *J Periodontol.* 2005 ;76(9):1542–9.
41. Marsh P. Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. *BMC Oral Health.* 2006;6(Suppl 1):14.
42. Branda SS, Vik Å, Friedman L, Kolter R. Biofilms: The matrix revisited. *Trends Microbiol.* 2005 ;13(1):20–6.
43. Lank NP, Mombelli A, Attstrom R. Dental Plaque and Calculus. In: Lindhe J, Karring T, Lang, NP. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Fourth edition, Blackwell Publishing, Denmark, 2003:81-105.
44. Samaranayake L, Matsubara VH. Normal Oral Flora and the Oral Ecosystem. *Dent Clin North Am.* 2017;61(2):199–215.
45. Listgarten MA. The structure of dental plaque. *Periodontol 2000.* 1994;5(1):52–65.
46. Quirynen M, Teughels W, Haake SK, Newman MG. Microbiology of Periodontal Diseases, In: Newman T, Carranza K, Carranza'S *Clinical Periodontology*, Tenth Edition, Elsevier, California, 2006: Chapter 9.

47. Lynge Pedersen A, Belstrøm D. The role of natural salivary defences in maintaining a healthy oral microbiota. *J Dent*. 2019 Jan 1;80(1):3–12.
48. Hannig M, Fiebiger M, Güntzer M, Döbert A, Zimehl R, Nekrashevych Y. Protective effect of the in situ formed short-term salivary pellicle. *Arch Oral Biol*. 2004 Nov;49(11):903–10.
49. Chawhuaveang DD, Yu OY, Yin IX, Lam WYH, Mei ML, Chu CH. Acquired salivary pellicle and oral diseases: A literature review. *J Dent Sci*. 2021 Jan 1;16(1):523–9.
50. Dewhirst FE, Chen T, Izard J, Paster BJ, Tanner ACR, Yu WH, et al. The human oral microbiome. *J Bacteriol*. 2010 Oct;192(19):5002–17.
51. Aas JA, Paster BJ, Stokes LN, Olsen I, Dewhirst FE. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol*. 2005 Nov;43(11):5721–32.
52. Hill M, Marsh P. *Human Microbial Ecology*, First edition, Crc Press, Florida, 1990:1-57.
53. Clarke J. On the Bacterial Factor in the Aetiology of Dental Caries. *Br J Exp Pathol*. 1924;5(3):141.
54. Samaranayake L. *Essential Microbiology for Dentistry*, Third edition, Elsevier Philadelphia 2006:113-185.
55. Matsumoto-Nakano M. Dental Caries. In: *Reference Module in Biomedical Sciences*. Elsevier; 2014.
56. Hamada S, Slade HD. Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Rev*. 1980;44(2):331.
57. Lemos J, Burne R. A model of efficiency: stress tolerance by *Streptococcus mutans*. *Microbiology (Reading)*. 2008;154(Pt 11):3247–55.
58. Lemos J, Palmer S, Zeng L, Wen Z, Kajfasz J, Freires I, et al. The Biology of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Spectr*. 2019 Feb 8;7(1).
59. Devulapalle K, Mooser G. Glucosyltransferase inactivation reduces dental caries. *J Dent Res*. 2001;80(2):466–9.
60. Salvetti E, Torriani S, Felis G. The Genus *Lactobacillus*: A Taxonomic Update. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2012 Dec 1;4(4):217–26.
61. Wood BJB, Holzappel WH. *The Genera of Lactic Acid Bacteria*. Springer, US, 1995.
62. Sun Z, Harris HMB, McCann A, Guo C, Argimón S, Zhang W, et al. Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nature Communications*. 2015 Sep 29;6.
63. Caufield P, Schön C, Saraithong P, Li Y, Argimón S. Oral Lactobacilli and Dental Caries: A Model for Niche Adaptation in Humans. *J Dent Res*. 2015 Sep 24;94(9 Suppl):110.
64. Badet C, Thebaud NB. Ecology of Lactobacilli in the Oral Cavity: A Review of Literature. *Open Microbiol J*. 2008 May 21;2(1):38.

65. Byun R, Nadkarni M, Chhour K, Martin F, Jacques N, Hunter N. Quantitative analysis of diverse *Lactobacillus* species present in advanced dental caries. *J Clin Microbiol*. 2004 Jul;42(7):3128–36.
66. Teanpaisan R, Dahlén G. Use of polymerase chain reaction techniques and sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for differentiation of oral *Lactobacillus* species. *Oral Microbiology and Immunology*. 2006 Apr;21(2):79–83.
67. Mundorff SA, Eisenberg AD, Leverett DH, Espeland MA, Proskin HM. Correlations between numbers of microflora in plaque and saliva. *Caries Res*. 1990;24(5):312–7.
68. Samaranayake L. Saliva as a diagnostic fluid. *Int Dent J*. 2007;57(5):295–9.
69. How K, Song K, Chan K. *Porphyromonas gingivalis*: An Overview of Periodontopathic Pathogen below the Gum Line. *Front Microbiol*. 2016 Feb 9;7(2):53.
70. Chiang C, Kyritsis G, Graves DT, Amar S. Interleukin-1 and tumor necrosis factor activities partially account for calvarial bone resorption induced by local injection of lipopolysaccharide. *Infection and Immunity*. 1999;67(8):4231–6.
71. Nishida E, Hara Y, Kaneko T, Ikeda Y, Ukai T, Kato I. Bone resorption and local interleukin-1 α and interleukin-1 β synthesis induced by *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis* lipopolysaccharide. *J Periodontal Res*. 2001;36(1):1–8.
72. Hajishengallis G, Wang M, Liang S. Induction of Distinct TLR2-Mediated Proinflammatory and Proadhesive Signaling Pathways in Response to *Porphyromonas gingivalis* Fimbriae. *J Immunol*. 2009 Jun 1;182(11):6690–6.
73. Amano A, Nakagawa I, Okahashi N, Hamada N. Variations of *Porphyromonas gingivalis* fimbriae in relation to microbial pathogenesis. *J Periodontal Res*. 2004 Apr;39(2):136–42.
74. Lamont RJ, Jenkinson HF. Life Below the Gum Line: Pathogenic Mechanisms of *Porphyromonas gingivalis*. *Microbiol Mol Biol Rev*. 1998 Dec;62(4):1244.
75. Potempa J, Pike R, Travis J. Titration and mapping of the active site of cysteine proteinases from *Porphyromonas gingivalis* (gingipains) using peptidyl chloromethanes. *Biol Chem*. 1997;378(3–4):223–30.
76. Guo Y, Nguyen K, Potempa J. Dichotomy of gingipains action as virulence factors: from cleaving substrates with the precision of a surgeon's knife to a meat chopper-like brutal degradation of proteins. *Periodontol* 2000. 2010 Oct;54(1):15–44.
77. Curtis M, Aduse-Opoku J, Rangarajan M. Cysteine proteases of *Porphyromonas gingivalis*. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2001;12(3):192–216.
78. Kolenbrander P, Palmer R, Periasamy S, Jakubovics N. Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. *Nat Rev Microbiol*. 2010 Jun;8(7):471–80.
79. Zijnga V, Leeuwen M, Degener J, Abbas F, Thurnheer T, Gmür R, et al. Oral Biofilm Architecture on Natural Teeth. *PLoS One*. 2010 Feb 24;5(2):e9321.
80. Aydın M, Mısırlıgil A. *Ağız Mikrobiyolojisi*, Nobel Kitabevi, Ankara, 2012.

81. Tribble G, Mao S, James C, Lamont R. A *Porphyromonas gingivalis* haloacid dehalogenase family phosphatase interacts with human phosphoproteins and is important for invasion. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006 Jul 18;103(29):11027–32.
82. Yilmaz Ö. The chronicles of *Porphyromonas gingivalis*: the microbium, the human oral epithelium and their interplay. *Microbiology (Reading)*. 2008;154(10):2897.
83. Bostanci N, Belibasakis GN. *Porphyromonas gingivalis*: An invasive and evasive opportunistic oral pathogen. *FEMS Microbiol Lett*. 2012 Aug;333(1):1–9.
84. Lamont R, Burn R, Lantz M, Leblanc D. *Oral microbiology and immunology*. ASM Press; 2006. 458.
85. Paster B, Olsen I, Aas J, Dewhirst F. The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites. *Periodontol* 2000. 2006 Oct;42(1):80–7.
86. Marcotte H, Lavoie M. Oral Microbial Ecology and the Role of Salivary Immunoglobulin A. *Microbiol Mol Biol Rev*. 1998 Mar;62(1):71–109.
87. Hajishengallis G, Darveau RP, Curtis MA. The Keystone Pathogen Hypothesis. *Nat Rev Microbiol*. 2012 Oct;10(10):717.
88. Schmidt J, Jentsch H, Stingu C, Sack U. General Immune Status and Oral Microbiology in Patients with Different Forms of Periodontitis and Healthy Control Subjects. *Plos One*. 2014 Oct 9;9(10):e109187.
89. Yang H, Huang Y, Chou M. Occurrence of *Porphyromonas gingivalis* and *Tannerella forsythensis* in Periodontally Diseased and Healthy Subjects . *J Periodontol*. 2004 Aug;75(8):1077–83.
90. Winkelhoff A, Loos B, Reijden W, Velden U. *Porphyromonas gingivalis*, *Bacteroides forsythus* and other putative periodontal pathogens in subjects with and without periodontal destruction. *J Clin Periodontol*. 2002 Nov;29(11):1023–8.
91. Fujise O, Hamachi T, Inoue K, Miura M, Maeda K. Microbiological markers for prediction and assessment of treatment outcome following non-surgical periodontal therapy. *J Periodontol*. 2002 Nov 1;73(11):1253–9.
92. Hajishengallis G, Liang S, Payne MA, Hashim A, Jotwani R, Eskandari MA, et al. Low-Abundance Biofilm Species Orchestrates Inflammatory Periodontal Disease through the Commensal Microbiota and Complement. *Cell Host & Microbe*. 2011 Nov 17;10(5):497–506.
93. Pan S, Liu Y, Zhang L, Li S, Zhang Y, Liu J, et al. Profiling of subgingival plaque biofilm microbiota in adolescents after completion of orthodontic therapy. *PLoS One*. 2017 Feb 1;12(2):e0171550.
94. Damgaard C, Danielsen A, Enevold C, Massarenti L, Nielsen C, Holmstrup P, et al. *Porphyromonas gingivalis* in saliva associates with chronic and aggressive periodontitis. *J Oral Microbiol*. 2019;11(1).
95. Oliveira F, Forte C, De Barros Silva P, Lopes CB, Montenegro R, Dos Santos Â, et al. Molecular analysis of oral bacteria in heart valve of patients with

- cardiovascular disease by real-time polymerase chain reaction. *Medicine (United States)*. 2015 Nov 1;94(47):e2067.
96. Hayashi S, Yamada H, Fukui M, Ito HO, Sata M. Correlation between arteriosclerosis and periodontal condition assessed by lactoferrin and α 1-antitrypsin levels in gingival crevicular fluid. *International Heart Journal*. 2015 Dec 2;56(6):639–43.
 97. Lockhart P, Bolger A, Papapanou P, Osinbowale O, Trevisan M, Levison M, et al. Periodontal disease and atherosclerotic vascular disease: does the evidence support an independent association?: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012 May 22;125(20):2520–44.
 98. Bartold P, Walsh L, Narayanan A. Molecular and cell biology of the gingiva. *Periodontol 2000*. 2000 Oct 1;24(1):28–55.
 99. Flemmig T. Periodontitis. *Ann Periodontol*. 1999;4(1):32–8.
 100. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions – Introduction and key changes from the 1999 classification. *J Clin Periodontol*. 2018 Jun 1;45:S1–8.
 101. Holmstrup P, Plemons J, Meyle J. Non-plaque-induced gingival diseases. *J Periodontol*. 2018 Jun 1;89:S28–45.
 102. Chapple ILC, Mealey BL, Dyke TE van, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*. 2018 Jun 1;89(1):S74–84.
 103. James P, Worthington H v., Parnell C, Harding M, Lamont T, Cheung A, et al. Chlorhexidine mouthrinse as an adjunctive treatment for gingival health. Vol. 2017, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2017.
 104. Tonetti M, Greenwell H, Kornman K. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Clin Periodontol*. 2018 Jun 1;45:149–61.
 105. Leask A, Holmes A, Black C, Abraham D. Connective tissue growth factor gene regulation. Requirements for its induction by transforming growth factor-beta 2 in fibroblasts. *J Biol Chem*. 2003 Apr 11;278(15):13008–15.
 106. Giannobile W v. Host-Response Therapeutics for Periodontal Diseases. *J Periodontol*. 2008 Aug;79(8s):1592–600.
 107. Löe H, Theilade E, Jensen SB, Schiøtt CR. Experimental gingivitis in man. *J Periodontol*. 1965 Aug 1;36(3):177–87.
 108. Cochran D. Inflammation and bone loss in periodontal disease. *J Periodontol*. 2008 Aug;79(8 Suppl):1569–76.
 109. Gkantidis N, Chritou P, Topuozelis N. The orthodontic–periodontic interrelationship in integrated treatment challenges: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2010 May 1;37(5):377–90.

110. Ainoma J. Relationship between malalignment of the teeth and periodontal disease. *Eur J Oral Sci.* 1972 Apr 1;80(2):104–10.
111. Matthews D, Tabesh M. Detection of localized tooth-related factors that predispose to periodontal infections. *Periodontol 2000.* 2004;34:136–50.
112. Alexander SA. Effects of orthodontic attachments on the gingival health of permanent second molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991 Oct 1;100(4):337–40.
113. Paolantonio M, Festa F, Placido G di, D’Attilio M, Catamo G, Piccolomini R. Site-specific subgingival colonization by *Actinobacillus actinomycescomitans* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Apr 1;115(4):423–8.
114. Sallum E, Nouer D, Klein M, Gonçalves R, Machion L, Wilson Sallum A, et al. Clinical and microbiologic changes after removal of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Sep;126(3):363–6.
115. Türkkahraman H, Sayın Ö, Bozkurt Y, Yetkin Z, Kaya S, Önal S. Archwire Ligation Techniques, Microbial Colonization, and Periodontal Status in Orthodontically Treated Patients. *Angle Orthod.* 2005;75(2).
116. Gastel J van, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Longitudinal Changes in Microbiology and Clinical Periodontal Variables After Placement of Fixed Orthodontic Appliances. *J Periodontol.* 2008 Nov 1;79(11):2078–86.
117. Lee S, Yoo S, Kim H, Kim K, Yoon Y, Lim S, et al. Prevalence of putative periodontopathogens in subgingival dental plaques from gingivitis lesions in Korean orthodontic patients. *J Microbiol.* 2005 Jun;43(3):260–5.
118. Naranjo A, Triviño M, Jaramillo A, Betancourth M, Botero J. Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3):275.e17–275.e22.
119. Thornberg MJ, Riolo CS, Bayirli B, Riolo ML, Tubergen EA van, Kulbersh R. Periodontal pathogen levels in adolescents before, during, and after fixed orthodontic appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jan 1;135(1):95–8.
120. Ramberg P, Sekino S, Uzel N, Socransky S, Lindhe J. Bacterial colonization during de novo plaque formation. *J Clin Periodontol.* 2003 Nov;30(11):990–5.
121. Socransky S, Haffajee A. Periodontal microbial ecology. *Periodontol 2000.* 2005;38:135–87.
122. Bondemark L. Interdental bone changes after orthodontic treatment: a 5-year longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(1):25–31.
123. Boyd R, Baumrind S. Periodontal considerations in the use of bonds or bands on molars in adolescents and adults. *Angle Orthod.* 1992;62(2):117–26.
124. Wu Y, Cao L, Cong J. The periodontal status of removable appliances vs fixed appliances: A comparative meta-analysis. *Medicine.* 2020 Dec 11;99(50):e23165.
125. Boyd R, Leggott P, Quinn R, Eakle W, Chambers D. Periodontal implications of orthodontic treatment in adults with reduced or normal periodontal tissues

- versus those of adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96(3):191–8.
126. Speer C, Pelz K, Hopfenmüller W, Holtgrave E. Investigations on the influencing of the subgingival microflora in chronic periodontitis. A study in adult patients during fixed appliance therapy. *J Orofac Orthop.* 2004 Jan;65(1):34–47.
 127. Re S, Corrente G, Abundo R, Cardaropoli D. Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: 12-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000 Feb;20(1):31–9.
 128. Wennström JL, Stokland BL, Nyman S, Thilander B. Periodontal tissue response to orthodontic movement of teeth with infrabony pockets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993 Apr 1;103(4):313–9.
 129. Artun J, Urbye K. The effect of orthodontic treatment on periodontal bone support in patients with advanced loss of marginal periodontium. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93(2):143–8.
 130. Ren Y, Jongsma M, Mei L, van der Mei H, Busscher H. Orthodontic treatment with fixed appliances and biofilm formation--a potential public health threat? *Clin Oral Investig.* 2014 Sep 1;18(7):1711–8.
 131. Mei L, Chieng J, Wong C, Benic G, Farella M. Factors affecting dental biofilm in patients wearing fixed orthodontic appliances. *Prog Orthod.* 2017 Dec 1;18(1).
 132. Löe H. The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index Systems. *J Periodontol.* 1967 Nov;38(6):610–6.
 133. Al-Anezi S, Harradine N. Quantifying plaque during orthodontic treatment: *Angle Orthod.* 2012 Jul;82(4):748–53.
 134. Silness J, Löe H. Periodontal disease in pregnancy II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand.* 1964;22(1):121–35.
 135. Williams P, Clerehugh V, Worthington H, Shaw W. Comparison of two plaque indices for use in fixed orthodontic appliance patients. *J Dent Res.* 1991;70:703
 136. O’Leary T, Drake R, Naylor J. The plaque control record. *J Periodontol.* 1972 Jan;43(1):38–38.
 137. Quigley G, Hein J. Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent Assoc.* 1962 Jul 1;65(1):26–9.
 138. Turesky S, Gilmore N, Glickman I. Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *J Periodontol.* 1970 Sep;41(1):41–3.
 139. Kossack C, Jost-Brinkmann P. Plaque-und Gingivitisreduktion bei Multibracket-patienten-Zahnbürsten und Interdentalreinigungshilfen im Vergleich. Eine sechsmonatige klinische Einfachblindstudie. *J Orofac Orthop.* 2005 Jan;66(1):20–38.
 140. Kiliçoğlu H, Yildirim M, Polater H. Comparison of the effectiveness of two types of toothbrushes on the oral hygiene of patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(6):591–4.

141. Løe H, Silness J. Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand.* 1963;21(6):533–51.
142. Newbrun E. Indices to measure gingival bleeding. *J Periodontol.* 1996 Jun;67(6):555–61.
143. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J.* 1975;25(4):229–35.
144. Wolf H, Rateitschak KH. *Periodontology, color atlas of dental medicine.* 3rd ed. New York: Thieme; 2005.
145. Clarence N, Tsoi J, Lo E, Matinlinna JP. Safety and Design Aspects of Powered Toothbrush—A Narrative Review. *Dentistry Journal.* 2020 Feb 5;8(1):15.
146. Penick C. Power toothbrushes: a critical review. *Int J Dent Hyg.* 2004 Feb 1;2(1):40–4.
147. Hovliaras C, Gatzemeyer J, Jimenes E, Panagakos F. Ergonomics and toothbrushes. *The Journal of clinical dentistry .* 2015;26(1):28–32.
148. Mehta S, Vyaasini C, Jindal L, Sharma V, Jasuja T. Toothbrush, its design and modifications : An Overview. *Curr Med Res Opin.* 2020 Aug 12;3(08):570.
149. Kumar S, Kumari M, Acharya S, Prasad R. Comparison of surface abrasion produced on the enamel surface by a standard dentifrice using three different toothbrush bristle designs: A profilometric in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014;17(4):369.
150. Bass CC. The optimum characteristics of toothbrushes for personal oral hygiene. *Dent Items Interest.* 1948;70(7):697–718.
151. Danser M, Timmerman M, Ijzerman Y, Bulthuis H, van der Velden U, van der Weijden G. Evaluation of the incidence of gingival abrasion as a result of toothbrushing. *J Clin Periodontol.* 1998;25(9):701–6.
152. Breitenmoser J, Mörmann W, Mühlemann H. Damaging effects of toothbrush bristle end form on gingiva. *J Periodontol.* 1979 Apr;50(4):212–6.
153. Schätzle M, Golland L, Patcas R, Ronay V, Sener B, Attin T, et al. Cleaning Efficacy of Manual Toothbrushes Around Brackets - A Pilot Randomised Control Trial. *Oral Health Prev Dent.* 2017;15(1):33–9.
154. Gomes L, Sarmiento C, Seabra F, dos Santos P, Pinheiro F. Randomized clinical controlled trial on the effectiveness of conventional and orthodontic manual toothbrushes. *Braz Oral Res.* 2012 Jul;26(4):360–5.
155. Rafe Z, Vardimon A, Ashkenazi M. Comparative study of 3 types of toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Jul;130(1):92–5.
156. Ashkenazi M, Salem N, Garon S, Levin L. Evaluation of Orthodontic and Triple-headed Toothbrushes When Used Alone or in Conjunction with Single-tufted Toothbrush in Patients with Fixed Lingual Orthodontic Appliances. A Randomized Clinical Trial . *N Y State Dent J.* 2015;81(3):31–7.
157. Marçal F, Mota de Paulo J, Barreto L, de Carvalho Guerra L, de Barros Silva P. Effectiveness of orthodontic toothbrush versus conventional toothbrush on

- plaque and gingival index reduction: A systematic review and meta-analysis. *Int J Dent Hyg*. 2022;20(1):87-99.
158. Aparna K, Manjunath P, Sowmya K. Powered Tooth Brush-A Review. *Int J Health Sci Res*. 2018;8(5):299–306.
 159. Mylonopoulou I, Pepelassi E, Madianos P, Halazonetis D. A randomized, 3-month, parallel-group clinical trial to compare the efficacy of electric 3-dimensional toothbrushes vs manual toothbrushes in maintaining oral health in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Nov;160(5):648–58.
 160. Sivaramakrishnan G, Alsobaiei M, Sridharan K. Powered toothbrushes for plaque control in fixed orthodontic patients: a network meta-analysis. *Australian Dental Journal*. 2021 Mar 1;66(1):20–31.
 161. Erbe C, Collin J, Klukowska M, Timm H, Grender J, Wehrbein H. A randomized clinical trial to evaluate the plaque removal efficacy of an oscillating-rotating toothbrush versus a sonic toothbrush in orthodontic patients using digital imaging analysis of the anterior dentition. *The Angle Orthodontist*. 2019 ;89(3):385.
 162. ElShehaby M, Mofti B, Montasser MA, Bearn D. Powered vs manual tooth brushing in patients with fixed orthodontic appliances: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020 Nov 1;158(5):639–49.
 163. Al Makhmari S, Kaklamanos E, Athanasiou A. Short-term and long-term effectiveness of powered toothbrushes in promoting periodontal health during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017 Dec 1;152(6):753-766.e7.
 164. Mohammed H, Rizk M, Wafaie K, Ulhaq A, Almuzian M. Reminders improve oral hygiene and adherence to appointments in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2019 Mar 29;41(2):204–13.
 165. Eppright M, Shroff B, Best A, Barcoma E, Lindauer S. Influence of active reminders on oral hygiene compliance in orthodontic patients. *Angle Orthod*. 2014 Mar 1;84(2):208–13.
 166. Alkadhi O, Zahid M, Almanea R, Althaqeb H, Alharbi T, Ajwa N. The effect of using mobile applications for improving oral hygiene in patients with orthodontic fixed appliances: a randomised controlled trial. *J Orthod*. 2017 Jul 3;44(3):157–63.
 167. Zotti F, Dalessandri D, Salgarello S, Piancino M, Bonetti S, Visconti L, et al. Usefulness of an app in improving oral hygiene compliance in adolescent orthodontic patients. *Angle Orthod*. 2016;86:101–7.
 168. Deleuse M, Meiffren C, Bruwier A, Maes N, le Gall M, Charavet C. Smartphone application-assisted oral hygiene of orthodontic patients: a multicentre randomized controlled trial in adolescents. *Eur J Orthod*. 2020; 42(6):605–11.
 169. Worthington H, Macdonald L, Pericic T, Sambunjak D, Johnson T, Imai P, et al. Home use of interdental cleaning devices, in addition to toothbrushing, for preventing and controlling periodontal diseases and dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Apr 10;4(4).

170. Na HJ, Kim IS. In Vitro Study on the Control of Interdental Area and Around the Bracket on Orthodontic Dental Model. Korean Academy of Preventive Dentistry. 2020 Mar 31;16(1):17–21.
171. Bock NC, von Bremen J, Kraft M, Ruf S. Plaque control effectiveness and handling of interdental brushes during multibracket treatment--a randomized clinical trial. Eur J Orthod. 2010;32(4):408–13.
172. Zanatta F, Moreira C, Rösing C. Association between dental floss use and gingival conditions in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop . 2011 Dec;140(6):812–21.
173. Karakoç Z. Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda plak eliminasyonunda kullanılan ürünlerin değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Sivas, 2017.
174. Mullis K. The unusual origin of the polymerase chain reaction. Sci Am. 1990;262(4):56–65.
175. Garibyan L, Avashia N. Polymerase chain reaction. Journal of Investigative Dermatology. 2013 Mar 1;133(3):1–4.
176. Zhu H, Zhang H, Xu Y, Lassakova S, Korabecna M, Neuzil P. PCR past, present and future. Biotechniques. 2020 Oct 1;69(4):317–25.
177. Powledge T. The polymerase chain reaction. American Journal of Physiology - Advances in Physiology Education. 2004;28(2):44–50.
178. Saiki RK, Gelfand DH, Stoffel S, Scharf S, Higuchi R, Horn GT, et al. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. Science. 1988;239(4839):487–91.
179. Kralik P, Ricchi M. A Basic Guide to Real Time PCR in Microbial Diagnostics: Definitions, Parameters, and Everything. Front Microbiol. 2017 Feb 2;8(2):108.
180. National Laboratory of Enteric pathogens, Bureau of Microbiology, Laboratory Centre for Disease control. The polymerase chain reaction: An overview and development of diagnostic PCR protocols at the LCDC. Can J Infect Dis. 1991;2(2):89.
181. Higuchi R, Dollinger G, Walsh P, Griffith R. Simultaneous Amplification and Detection of Specific DNA Sequences. Bio Technology . 1992;10(4):413–7.
182. Holland PM, Abramson RD, Watson R, Gelfand DH. Detection of specific polymerase chain reaction product by utilizing the 5'----3' exonuclease activity of *Thermus aquaticus* DNA polymerase. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1991;88(16):7276–80.
183. Houghton S, Cockerill F. Real-time PCR: overview and applications. Surgery. 2006 Jan;139(1):1–5.
184. Bustin S, Benes V, Garson J, Hellemans J, Huggett J, Kubista M, et al. The MIQE guidelines: Minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. Clinical Chemistry. 2009 Apr 1;55(4):611–22.
185. Yang S, Rothman R. PCR-based diagnostics for infectious diseases: uses, limitations, and future applications in acute-care settings. Lancet Infect Dis. 2004 Jun 1;4(6):337–48.

186. Kubista M, Andrade J, Bengtsson M, Forootan A, Jonák J, Lind K, et al. The real-time polymerase chain reaction. *Mol Aspects Med.* 2006 Apr;27(2–3):95–125.
187. Singh C, Roy-Chowdhuri S. Quantitative Real-Time PCR: Recent Advances. *Methods Mol Biol.* 2016 Feb 1;1392:161–76.
188. Kalender R, Lee D, Schulman AH. FastPCR Software for PCR Primer and Probe Design and Repeat Search. *Genes, Genomes and Genomics.* 2009;3(1):1–14.
189. Sukontapatipark W, El-Agroudi M, Selliseth N, Thunold K, Selvig K. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. *Eur J Orthod.* 2001 Oct 1;23(5):475–84.
190. Costa Lima K, Benini Paschoal M, de Araújo Gurgel J, Salvatore Freitas K, Maio Pinzan-Vercelino C. Comparative analysis of microorganism adhesion on coated, partially coated, and uncoated orthodontic archwires: A prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Nov 1;156(5):611–6.
191. Lundstrom F, Krasse B. Streptococcus mutans and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. *Eur J Orthod.* 1987 May 1;9(2):109–16.
192. Peros K, Milosevic S, Slaj M. Salivary microbial and nonmicrobial parameters in children with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2011;81(5):901–6.
193. Atack N, Sandy J, Addy M. Periodontal and Microbiological Changes Associated With the Placement of Orthodontic Appliances. A Review. *J Periodontol.* 1996 Feb 1;67(2):78–85.
194. Bogren A, Teles R, Torresyap G, Haffajee A, Socransky S, Lindhe J, et al. A three-year prospective study of adult subjects with gingivitis. I: clinical periodontal parameters. *J Clin Periodontol.* 2007 Jan 1;34(1):1–6.
195. Costa M, Silva V, Miqui M, Sakima T, Spolidorio D, Cirelli J. Efficacy of Ultrasonic, Electric and Manual Toothbrushes in Patients with Fixed Orthodontic Appliances. *Angle Orthod.* 2007;77(2):361–6.
196. Garcez A, Suzuki S, Ribeiro M, Mada E, Freitas A, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Oct;140(4).
197. Longoni J, Lopes B, Freires I, Dutra K, Franco A, Paranhos L. Self-ligating versus conventional metallic brackets on Streptococcus mutans retention: A systematic review. *Eur J Dent.* 2017 Oct 1;11(4):537–47.
198. Akin M, Tezcan M, Ileri Z, Ayhan F. Incidence of white spot lesions among patients treated with self- and conventional ligation systems. *Clin Oral Investig.* 2015 Dec 13;19(6):1501–6.
199. Feres M, Vicioni-Marques F, Romano F, Roscoe M, Souza V, Torneri A, et al. Streptococcus mutans adherence to conventional and self-ligating brackets: an in vitro study. *Dental Press J Orthod.* 2021;26(6):e212019.

200. Chhibber A, Agarwal S, Yadav S, Kuo C, Upadhyay M. Which orthodontic appliance is best for oral hygiene? A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018 Feb 1;153(2):175–83.
201. Do Nascimento L, de Souza M, Azevedo A, Maia L. Are self-ligating brackets related to less formation of *Streptococcus mutans* colonies? A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(1):60–8.
202. Kaygisiz E, Uzuner F, Yuksel S, Taner L, Çulhaoglu R, Sezgin Y. Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthod.* 2015;85(3):468–73.
203. Rafiei E, Zandi H, Joshan N, Maybodi F, Fallah R. Bacterial composition of subgingival plaque in crowded and noncrowded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Mar 1;161(3):375–80.
204. Eroglu A, Baka Z, Arslan U. Comparative evaluation of salivary microbial levels and periodontal status of patients wearing fixed and removable orthodontic retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Aug 1;156(2):186–92.
205. Peros K, Mestrovic S, Anic-Milosevic S, Rosin-Grget K, Slaj M. Antimicrobial effect of different brushing frequencies with fluoride toothpaste on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* species in children with fixed orthodontic appliances. *Korean J Orthod.* 2012;42(5):263.
206. Naik S, Punathil S, Shetty P, Jayanti I, Jalaluddin M, Avijeeta A. Effectiveness of Different Bristle Designs of Toothbrushes and Periodontal Status among Fixed Orthodontic Patients: A Double-blind Crossover Design. *J Contemp Dent Pract.* 2018 Feb 1;19(2):150–5.
207. Koşar S, Çokakoğlu S, Kaleli I. Effects of xylitol impregnated toothbrushes on periodontal status and microbial flora in orthodontic patients. *Angle Orthod.* 2020 Nov 1;90(6):837–43.
208. Feil PH, Grauer J, Gadbury-Amyot C, Kula K, McCunniff M. Intentional Use of the Hawthorne Effect to Improve Oral Hygiene Compliance in Orthodontic Patients. *J Dent Educ.* 2002 Oct 1;66(10):1129–35.
209. Abdulraheem S, Bondemark L. Hawthorne effect reporting in orthodontic randomized controlled trials: truth or myth? Blessing or curse? *Eur J Orthod.* 2018 Sep 28;40(5):475–9.
210. Klein D. Quantification using real-time PCR technology: applications and limitations. *Trends Mol Med.* 2002;8(6):257–60.
211. Kotsilkov K, Popova C, Boyanova L, Setchanova L, Mitov I. Comparison of culture method and real-time PCR for detection of putative periodontopathogenic bacteria in deep periodontal pockets. *Biotechnology & Biotechnological Equipment.* 2015 Aug 19;29(5):996–1002.
212. Ay Z, Sayin M, Özat Y, Goster T, Atilla A, Bozkurt F. Appropriate Oral Hygiene Motivation Method for Patients with Fixed Appliances. *Angle Orthod.* 2007 Nov 1;77(6):1085–9.
213. Heasman P, Wilson Z, Macgregor I, Kelly P, Tyne U. Comparative study of electric and manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(1):45–9.

214. Ousehal L, Lazrak L, Es-Said R, Hamdoune H, Elquars F, Khadija A. Evaluation of dental plaque control in patients wearing fixed orthodontic appliances: a clinical study. *Int Orthod*. 2011;9(1):140–55.
215. Reichardt E, Geraci J, Sachse S, Rödel J, Pfister W, Löffler B, et al. Qualitative and quantitative changes in the oral bacterial flora occur shortly after implementation of fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019 Dec 1;156(6):735–44.
216. Thienpont V, Dermaut L, van Maele G. Comparative study of 2 electric and 2 manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(4):353–60.
217. Liu H, Sun J, Dong Y, Lu H, Zhou H, Hansen B, et al. Periodontal health and relative quantity of subgingival *Porphyromonas gingivalis* during orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2011 Jul;81(4):609–15.
218. Shi J, Liu Y, Hou J, Yan Z, Peng H, Chang X. Comparison of periodontal indices and *Porphyromonas gingivalis* between conventional and self-ligating brackets. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2013;31(3):228–31.
219. Papaioannou W, Panagopoulos A, Koletsi-Kounari H, Kontou E, Makou M. Adhesion of *Porphyromonas gingivalis* and Biofilm Formation on Different Types of Orthodontic Brackets. *Int J Dent*. 2012;2012:1–6.
220. Jeon D, An J, Lim B, Ahn S. Orthodontic bonding procedures significantly influence biofilm composition. *Prog Orthod*. 2020 Dec 1;21(1):1–9.
221. Alp S, Baka Z. Effects of probiotics on salivary *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* levels in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Oct 1;154(4):517–23.
222. Haffajee A, Smith C, Torresyap G, Thompson M, Guerrero D, Socransky S. Efficacy of manual and powered toothbrushes (II). Effect on microbiological parameters. *J Clin Periodontol*. 2001 Oct 1;28(10):947–54.

EKLER

EK-1: ETİK KURUL ONAYI



T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Birimi : Tıbbi Etik Kurul Başkanlığı
Kodu : 2011-KAEK-2
Sayı : 2020/486
Konu : Tıbbi Etik Kurul Kararı

06.11.2020

Sayın; Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Diş Fakültesi
AFYONKARAHİSAR

İlgi: Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 06.11.2020 tarih ve 2020/488 sayılı kararı.

Sorumluluğunuzda yürütülecek olan "Sabit Ortodontik Tedavi Gören Hastalarda Farklı Fırça Tiplerinin Ağız Hijyenine Etkisinin Periodontal ve Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi" başlıklı çalışmanıza ilişkin alınan ilgi sayılı Etik Kurul Kararı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Dağıstan Tolga ARIÖZ
Etik Kurul Başkanı



EK:
1-İlgi sayılı karar (1 sayfa)

Ali Çetinkaya kampüsü, Afyon - İzmir Yolu 8.Km 03200 / AFYONKARAHİSAR
Ayrıntılı bilgi için İrtibat: Bülent ÜNAL
Telefon: 0 272 2463301- 2463304 Faks: 0 272 2462707
e-posta: klinikarastirmalar@aku.edu.tr

CamScanner ile tarandı

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	06.11.2020	Toplantı Numarası	2020/13	Toplantı Saati	09:00	Etik Kurul Kodu
						2011-KAEK-2

488- Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI' nın sorumluluğunda "Sabit Ortodontik Tedavi Gören Hastalarda Farklı Fırça Tiplerinin Ağız Hijyenine Etkisinin Periodontal ve Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi" Girisimsel Olmayan Klinik Araştırmalar için başvuru dosyası incelendi. Araştırma protokolüne uyularak, Sağlık Bakanlığı'nın 13.04.2013 tarih 28617 sayılı Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmeliği ve yayımlanan kılavuzlarında belirtilen hususlar dikkate alınarak, sorumluluk araştırmacılara ait olmak üzere araştırmanın yapılmasında etik sakınca olmadığına toplantıya katılan üyelerin **oy birliği** ile karar verildi.

Dr.Öğr.



EK-2 BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

	T.C.
	AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
	DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
	BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

CALIŞMANIN ADI: Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda farklı fırça tiplerinin ağız hijyenine etkisinin periodontal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi

Bu çalışma bir uzmanlık tezi araştırmasıdır.

CALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :

Çalışmamıza sabit ortodontik tedavi gören 40 hasta katılacak olup 20 hastaya manuel fırça , ikinci gruptaki 20 hastaya ise akıllı fırça verilecektir. Çalışmamızın amacı akıllı fırça ve manuel fırça kullanımının ağız hijyenine etkisine bakmaktır.

CALIŞMA İŞLEMLERİ:

Araştırmamız 12 hafta sürecek olup 6 haftada bir kontroller olacaktır. 12 hafta boyunca toplam 3 defa çalışma başlangıcında, 6. haftasında ve 12. haftasında hastalardan plak indeksi, gingival indeks ve sondalamada kanama indeksi ölçümü yapılacak olup ayrıca tükürük örneği alınıp merkez laboratuvarında PCR analizi ile bakteriler incelenecektir.

KATILIMCININ SORUMLULUKLARI:

Araştırmaya katılan hastalar randevularının gün ve saatine uymalıdır. Verilen fırçalar belirtilen şekilde, süre ve sıklıkta kullanılmalıdır. Randevularınıza devam edemeyeceğiniz bir neden bulunması durumunda doktorunuz sizi bilgilendirerek sizi çalışma dışı bırakabilir.

CALIŞMADA YER ALMAMIN YARARLARI NELERDİR?

Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda ağız hijyenini sağlamak zor olduğundan dolayı hastalar diş çürükleri ve periodontal problemlere daha yatkındır. Bu sebeple verilen fırçanın hastanın ağız hijyenine etkisi mikrobiyolojik ve periodontal olarak incelenecektir.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

CALIŞMAYA KATILMALI MIYIM?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

ÇOCUĞUMUN KİŞİSEL BİLGİLERİ NASIL KULLANILACAK?

Çocuğunuza bu araştırma hakkında anlayacağı şekilde bilgilendirme yapılacak ve araştırmaya katılımı için rızası alınacaktır. Çalışma doktorunuz çocuğunuz ile ilgili kişisel bilgileri, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak çocuğunuzun kimliği açıklanmayacaktır.

Yukarıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı isteğinize bağlı olup ve istediğiniz zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma

maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz. Araştırma konusuyla ilgili ve gönüllünün araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde gönüllünün veya kanuni temsilcisi zamanında bilgilendirilecektir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen yukarıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirsiniz, **Çalışmaya Katılma Onayı Formu**'nu imzalayınız. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir. / Araştırmada kullanılacak tüm malzemeler ve yapılabilecek tüm harcamalar araştırmacı tarafından karşılanacaktır (iki cümleden biri olabilir). Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyiciler, yoklama yapan kişiler, Etik Kurul, Bakanlık ve diğer ilgili sağlık otoritelerinin gönüllünün orijinal tıbbi kayıtlarına doğrudan erişimleri bulunabilir. Yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla gönüllü veya yasal temsilcisinin söz konusu erişime izin vermiş kabul edilir.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :

Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAMCI

Araş. Gör. Tuğba Erden- 0531 621 25 25

ÇALIŞMAYA KATILMA ONAYI

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formundaki tüm açıklamaları okudum. 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. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz.

Aşağıdaki boşluğa el yazısıyla 'OKUDUM, ANLADIM VE KABUL EDİYORUM' yazınız.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Yasal Vasi Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Görüşme Tanığı Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Araştırmacı Adı Soyadı:	Tuğba ERDEN	Tarih ve İmza:
Telefon:	05316212525	

EK-3: İNTİHAL YAZILIM PROGRAMI RAPORU

tez

ORJİNALLIK RAPORU

%**9**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**8**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**2**

YAYINLAR

%**3**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**4**

2

openaccess.maltepe.edu.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

3

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

4

www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

Submitted to Selçuk Üniversitesi

Öğrenci Ödevi

<%**1**

6

Submitted to Harran Üniversitesi

Öğrenci Ödevi

<%**1**

7

Submitted to Istanbul Medeniyet Üniversitesi

Öğrenci Ödevi

<%**1**

8

Submitted to Konya Necmettin Erbakan University

Öğrenci Ödevi

<%**1**

9

Submitted to Saglik Bilimleri Universitesi

Öğrenci Ödevi

<%**1**

10	Submitted to Abant İzzet Baysal Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
11	Walter P. Hammes. "The Genera Lactobacillus and Carnobacterium", The Prokaryotes, 2006 Yayın	<%1
12	app.trdizin.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
13	Kazuhiko Nakano, Takashi Ooshima. "Serotype classification of and its detection outside the oral cavity ", Future Microbiology, 2009 Yayın	<%1
14	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
15	www.ukessays.com İnternet Kaynağı	<%1
16	tod.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
17	Caufield, P. W., C. N. Schon, P. Saraithong, Y. Li, and S. Argimon. "Oral Lactobacilli and Dental Caries: A Model for Niche Adaptation in Humans", Journal of Dental Research, 2015. Yayın	<%1
18	lirias.kuleuven.be İnternet Kaynağı	<%1

19	tr.1000kyujin.com İnternet Kaynağı	<% 1
20	es.slideshare.net İnternet Kaynağı	<% 1
21	aydinmur.com İnternet Kaynağı	<% 1
22	uroturk.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
23	www.turkailehekderg.org İnternet Kaynağı	<% 1
24	bmcneurol.biomedcentral.com İnternet Kaynağı	<% 1
25	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
26	Jamshed Bobokalonov, Yanhong Liu, Tasnuva Shahrin, LinShu Liu. "Transcriptomic Analysis on the Regulation of Tomato Ripening by the Ethylene Inhibitor 1-methylcyclopropene", Journal of Plant Studies, 2018 Yayın	<% 1
27	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
28	doczz.net İnternet Kaynağı	<% 1

29 hdl.handle.net
İnternet Kaynağı

<%1

30 nek.istanbul.edu.tr:4444
İnternet Kaynağı

<%1

Alıntıları çıkart Kapat
Bibliyografyayı Çıkart üzerinde

Eşleştirmeleri çıkar Kapat