

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ (DİŞ HEKİMLİĞİ) DOKTORA PROGRAMI

**ORTODONTİK TEDAVİ SONRASI RETANSİYON
AMACIYLA KULLANILAN SABİT LİNGUAL
RETAINERLERDEN, ESSİX PLAKLARDAN VE HAWLEY
APAREYLERİNDEN SALINAN BİSFENOL-A
SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Pelin DENİZ

Ortodonti Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Tolga ÜNÜVAR

İkinci Tez Danışmanı
Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından DHF-21010 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2023

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında sürecinde desteğini eksik etmeyen, her zaman bilgi ve deneyimini paylaşan, zamanını ayıran tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Tolga ÜNÜVAR'a,

Doktora eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında büyük emekleri olan, her konuda bilgi ve deneyimini esirgemeyen benim için hep özel kalacak tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR'a,

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerini paylaşan, mesleki ve manevi deneyimiyle bize çok şey katan değerli hocam Doç. Dr. Mine GEÇGELEN CESUR'a,

Tez konumu proje olarak değerlendiren ve tez çalışmamın maddi giderlerini karşılayan Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na,

Doktora eğitimim boyunca yanımda olan tüm asistan arkadaşlarım ve ortodonti bölümü personellerine,

Tüm hayatım boyunca her zaman yanımda olan, benim bu günlere gelmemi sağlayan, desteklerini hiç esirgemeyen sevgili ailem; annem Jale DENİZ, babam Mustafa DENİZ ve kardeşim Selin DENİZ'e,

Her zaman yanımda olan, doktora eğitimine birlikte başladığım ve bu süreçte iyi ve kötü günde bana desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşim Cem GÜNALTAY'a,

Pelin DENİZ

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Bisfenol-A (BPA)	5
2.1.1. Kimyasal Özellikleri	5
2.1.2. BPA'nın Tanımlanması ve Günlük Hayattaki Yeri	5
2.1.3. BPA Seviyesini Belirlemede Kullanılan Vücut Sıvıları	6
2.1.4. Günlük Ortalama BPA Maruziyet Dozu	7
2.1.5. BPA'nın İnsan Sağlığına Etkileri.....	8
2.1.5.1. Üreme Organları Üzerine Etkileri.....	8
2.1.5.2. Gelişime Etkileri	8
2.1.5.3. Metabolik Hastalıklar.....	9
2.1.5.4. BPA'nın Diğer Organlara Etkisi	9
2.1.6. BPA Maruziyetine Neden Olan Faktörler.....	10
2.1.6.1. Çevre Kaynaklı BPA.....	10
2.1.6.1.1. Sulu Ortam	10

2.1.6.1.2. Hava Ortamı	11
2.1.6.1.3. Toprak	11
2.1.6.1.4. Temas	11
2.1.6.2. Gıda Ürünleri ve Ambalajları	12
2.1.6.2.1. Epoksi Rezin ve Metal Kutular	12
2.1.6.2.2. Plastik Materyaller	13
2.1.6.3. Dental Malzemeler	14
2.2. Ortodontik Tedavide Retansiyon	17
2.2.1. Ortodontik Retansiyon Apareyleri	20
2.2.1.1. Hareketli Retansiyon Apareyleri.....	21
2.2.1.1.1. Hawley Apareyi	21
2.2.1.1.2. Essix Plaklar.....	22
2.2.1.1.3. Anterior Clip Tip Retansiyon Apareyi.....	25
2.2.1.1.4. Wraparound Retansiyon Apareyi.....	25
2.2.1.1.5. Positioner Retansiyon Apareyi.....	26
2.2.1.2. Sabit Retansiyon Apareyleri	26
2.2.1.2.1. Standart Retainer Telleri ile Uygulanan Retansiyon Apareyi.....	26
2.2.1.2.2. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Pekiştirme Apareyleri	29
2.2.1.2.3. Linglock Porselen Retansiyon Apareyi.....	30
2.2.1.2.4. Memotain Retansiyon Teli.....	30
2.3. Ortodontik Tedavilerde Kullanılan Materyaller ve BPA.....	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Hasta Seçimi	35
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Uygulanan Retansiyon Apareyleri	39
3.2.1.1. Bis-GMA İçeren Kompozit ile Uygulanan Sabit Lingual Retainer	39

3.2.1.2. Bis-GMA İçermeyen Kompozit ile Uygulanan Sabit Lingual Retainer	39
3.2.1.3. Essix Plak.....	40
3.2.1.4. Hawley Apareyi	41
3.2.2. Çalışma için Kayıtların Toplanması	42
3.2.3. Tükürük Örneklerinin Alınması.....	42
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	42
3.2.3.1. Analitik Kimyasal Analiz ile Örneklerin Hazırlanması	43
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme	44
4. BULGULAR.....	45
5. TARTIŞMA	62
5.1. Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi	64
5.2. Bulguların Değerlendirilmesi.....	68
5.2.1. Grup İçi Karşılaştırmalar	69
5.2.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar.....	73
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR	79
EKLER.....	100
EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Ebeveyn)	100
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Çocuk Hasta).....	106
EK-3. Etik Kurul İzni	111
BİLİMSEL ETİK BEYANI	112
ÖZGEÇMİŞ	113

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

µg	:Mikrogram
µl	: Mikrolitre
BADGE	: 2,2-bis (4-hidroksifenil) propan bis (2,3-epoksipropil) eteri
Bis-DMA	: Bisfenol-A Dimetakrilat
Bis-EMA	: Etoksile Bisfenol-A Glikol Dimetrakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
BPA	: Bisfenol-A
Bw	: Vücut Ağırlığı (Body Weight)
cm³	:Santimetre küp
ELİSA	: Enzim bağlı immunosorbent Deneyi (Enzyme Linked Immunosorbent Assay)
g	:Gram
kg	:kilogram
l	:Litre
LOAEL	:Gözlemlenen En Düşük Olumsuz Etki Seviyesi
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
ng	:Nanogram
NHANES	: Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi (National Health and Nutrition Examination Survey)
Pg	: Pikogram
PP	: Polipropilen
ppb	:Milyarda bir birim
ppm	:Milyonda bir birim

rpm : 1 dakikadaki tur sayısı
TEGDMA : Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA : Üretan dimetakrilat



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bisfenol-A kimyasal formülü.....	5
Şekil 2.2. BPA, Bis-GMA ve Bis-DMA'nın kimyasal formülleri	14
Şekil 4.1. Grup 1-2-3-4'te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesinin zamanlara göre değişim grafiği	52
Şekil 4.2. T0 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı.....	53
Şekil 4.3. T1 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı.....	53
Şekil 4.4. T2 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı.....	54
Şekil 4.5. T3 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı.....	55

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Yaş gruplarına göre günlük BPA alımı	12
Tablo 3.1. Hasta akış şeması.....	37
Tablo 3.2. Gruplardaki cinsiyet dağılımı ve minimum – maksimum yaş değerleri	38
Tablo 4.1. Tüm gruplarda farklı zamanlarda cinsiyetler arası karşılaştırma sonuçları.....	46
Tablo 4.2. Farklı gruplarda farklı zamanlara göre tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyeleri	47
Tablo 4.3. Grup 1’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları	48
Tablo 4.4. Grup 2’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları	48
Tablo 4.5. Grup 3’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları	49
Tablo 4.6. Grup 4’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları	49
Tablo 4.7. Farklı zamanlarda farklı gruplara göre tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyeleri	50
Tablo 4.8. T1 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları.....	51
Tablo 4.9. T2 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları.....	51
Tablo 4.10. Gruplarda farklı olmak üzere ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması	56
Tablo 4.11. Grup 1’de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması	57
Tablo 4.12. Grup 2’de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması	58
Tablo 4.13. Grup 3’te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması	59
Tablo 4.14. Grup 4’te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması	60

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. Maksilla hawley apareyi uygulaması	22
Resim 2.2. Maksilla ve mandibula sabit retainer uygulaması.....	28
Resim 3.1. Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan sabit lingual retainer uygulanmasında kullanılan asit, bond ve kompozit	39
Resim 3.2. Bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan sabit lingual retainer uygulanmasında kullanılan asit ve kompozit	40
Resim 3.3. Essix plak ve vakumlu plak basma makinesi.....	41
Resim 3.4. Üst ve alt çene hawley apareyi uygulaması	41

olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$). Tüm gruplarda en yüksek BPA seviyesi T2 zamanında bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırmada T1 ve T2 zamanlarında ortalama BPA seviyesi; Grup1-Grup4, Grup2-Grup3, Grup2-Grup4 arasında birbirinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p=0,001$). En yüksek BPA seviyesi Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer ve Bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda bulunmuş olmakla beraber bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Sonuç: Sonuçlar, tüm gruplarda retansiyon apareyi uygulamasından sonra tükürükteki BPA seviyelerinde anlamlı artışlar olduğunu göstermektedir. Bis-GMA içeren ve içermeyen kompozitlerle yapılan retainer gruplarında en fazla BPA artışı görülmüştür. Essix plak ve hawley apareylerinde de tükürükte BPA seviyesinde artışlar tespit edilmiştir. Retansiyon apareylerinin kullanımından 1 ay sonra BPA seviyelerinde düşüşler gözlemlenmiştir.

Çalışma, günlük alım dozunun altında kalan BPA seviyelerinde artışlar tespit etse de, insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri nedeniyle endişe verici bulunmaktadır. BPA içermeyen malzemelerin kullanımı ve retansiyon apareylerinin daha az maruz kalınacak şekilde tasarlanması önerilmektedir. Ayrıca, BPA maruziyetinden korunmak için hasta ve sağlık personeli tarafından ek tedbirler alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akrilikler, Bisfenol-A (BPA), Dental Materyaller, Essix Alignerlar, Kompozit Yapıştırıcılar, Ortodontik Tedavi, Retansiyon Yöntemleri.

ABSTRACT

COMPARISON OF BISFENOL-A LEVELS FROM FIXED LINGUAL RETAINERS, ESSIX PLATES AND HAWLEY APPLIANCES USED FOR RETENSION AFTER ORTHODONTIC TREATMENT

Deniz P. Aydin Adnan Menderes University Health Sciences Institute of Orthodontics (Faculty of Dentistry) Program, Ph.D. Thesis, Aydin, 2023.

Introduction: Bisphenol-A (BPA) is a chemical found in plastics and epoxy resins and exposure has increased with the increased use of polycarbonate plastics. In 1996, BPA release was detected in dental materials and numerous studies have been conducted on the subject since then. While no measurable levels of BPA were found in blood and urine, it was found in saliva samples, but below the daily intake dose. Materials that cause BPA release in dentistry include composite adhesives, acrylics and essix aligners exposed to heat. This study aims to compare BPA levels in patients using different retention methods after orthodontic treatment.

Materials and Methods: This study was conducted at Aydin Adnan Menderes University Faculty of Dentistry and 120 volunteer participants were randomly divided into four groups. The groups received bis-GMA-containing composite retainer, bis-GMA-free composite retainer, essix plate and hawley appliance, respectively. Saliva samples were taken from the participants at four different times and BPA levels were measured. The samples were taken one day after the debonding procedure (T0), 1 hour after the application of the retainer (T1), 1 week (T2) and 1 month (T3). Laboratory analyses and statistical evaluations were performed.

Results: Statistically significant differences were found between T0-T1, T0-T2, T1-T3, T2-T3 times in the retainer group applied with composite containing Bis-GMA and in the group of retainer applied with composite without Bis-GMA ($p=0.001$). The differences between T0-T1, T0-T2, T1-T2, T1-T3, T2-T3 in the Essix plaque group and the hawley appliance group were statistically significant ($p=0.001$). The highest BPA level was found at T2 time in all groups. In the comparison between the groups, the mean BPA level at T1 and T2 times; It

was found statistically different between Group1-Group4, Group2-Group3, Group2-Group4 ($p=0.001$). Although the highest BPA level was found in the retainer group with Bis-GMA composite and the retainer group with Bis-GMA-free composite, there was no statistically significant difference between these two groups.

Conclusion: The results show that there were significant increases in salivary BPA levels after retainer application in all groups. The retainer groups with composites with and without Bis-GMA showed the highest increase in BPA levels. Increases in salivary BPA levels were also detected in Essix plate and hawley appliances. Decreases in BPA levels were observed 1 month after the use of retainers.

Although the study detected increases in BPA levels below the daily intake dose, it is of concern due to its potential effects on human health. The use of BPA-free materials and the design of retention appliances to minimize exposure are recommended. In addition, additional precautions should be taken by patients and healthcare personnel to protect against BPA exposure.

Key Words: Acrylics, Bisphenol-A (BPA), Composite Adhesives, Dental Materials, Essix Aligners, Orthodontic Treatment, Retention Methods.

1. GİRİŞ

Bisfenol-A (BPA), çevremizde ve günlük hayatımızda yaygın olarak bulunan plastik ve epoksi reçinelerin yapımında kullanılan bir kimyasaldır. İlk olarak 1891 yılında A.P. Dianin tarafından keşfedilmiş fakat yaygın olarak kullanılmamıştır. 1930'larda polikarbonat plastiklerin üretimi ile yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Vogel, 2009). Polikarbonat plastiklerin kullanımının artmasıyla birlikte BPA salınımı ve maruziyeti de artmıştır. Günümüzde BPA, dünya çapında üretilen en yüksek hacimli kimyasallardan biridir. BPA içeren plastiklerin kullanımının artmasıyla birlikte her yıl atmosfere ortalama 100 ton BPA salınmaktadır (Metz, 2016; Rubin, 2011; Shelby, 2008).

Eski yıllarda BPA zayıf bir çevresel östrojen olarak bilinmekteydi. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar BPA'nın aynı zamanda güçlü bir endokrin bozucu kimyasal olduğunu göstermektedir (Olea ve diğerleri 1996; Rubin, 2011; Shelby, 2008; Staples ve diğerleri, 1998). Sağlıklı insanlar 2020 listesinde BPA, maruziyeti azaltılması gereken potansiyel bir endokrin bozucu olarak bildirilmiştir (Metz, 2016). BPA'nın endokrin bozucu etkisinin bildirilmesiyle günlük hayatta kullanım güvenliği ve kaynakları araştırma konusu olmuştur. BPA, polikarbonat plastikler olmak üzere plastik ürünleri, su şişeleri, metal gıda kutularında cila astarları, bebek biberonları, konserve gıdalar ve kozmetikler gibi birçok ürünün yapısında bulunmaktadır (Hanaoka ve diğerleri, 2002; Shelby, 2008; Wilson ve diğerleri, 2003). BPA içeren malzemeler ile üretilen ürünlerin kullanımının artması günlük BPA maruziyetinin artmasına neden olmuş ve birçok sağlık sorununu da beraberinde getirmiştir (Metz, 2016; Rubin, 2011). Aşırı BPA maruziyeti; meme ve prostat kanseri, adet düzensizlikleri, erkek bebeklerde genital anomaliler, kısırlık, erken ergenlik, diyabet ve obezite gibi metabolik bozukluklara neden olabilmektedir (Gao ve diğerleri, 2015; Nagel ve diğerleri, 1997; Rogers ve diğerleri, 2013).

10-12 Ekim 2020 tarihinde Ulusal Toksikoloji Programı Çevre Sağlığı Ulusal Bilimler Enstitüsü tarafından endokrin bozucuların düşük doz etkileri ve doza bağlı etkilerini değerlendirmek üzere Düşük Doz Hakemlik Paneli düzenlenmiştir. BPA'nın da içinde olduğu endokrin bozucuların Gözlemlenen En Düşük Olumsuz Etki Seviyesi (LOAEL) bildirilmiştir. BPA için LOAEL düzeyi 50mg/kg/gün olduğu bildirilmiş ve BPA'nın karsinojenik etkisinin olduğuna dair bilimsel bir kanıt olmadığı belirtilmiştir (Melnick ve diğerleri, 2002).

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerde BPA salınımı olduğu ilk kez Olea ve diğerleri (1996) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada kompozit dolgu materyali ile 50 bireyin molar dişlerine restorasyon yapılmıştır. Tükürük örneği uygulamadan 1 saat önce ve uygulamadan 1 saat sonra alınmıştır. Alınan örneklerde BPA'nın yalnızca uygulamadan 1 saat sonra alınan örneklerde bulunduğu ve bis-GMA içeren kompozit dolgu materyallerin kullanımının insanların ksenoöstrojene maruz kalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Olea ve diğerleri, 1996). Olea ve diğerlerinin (1996) diş hekimliğinde kullanılan materyallerden BPA salınımı olduğunu bildirmesiyle birlikte bu konuda birçok çalışma yapılmaya başlanmıştır (Eliades ve diğerleri, 2007; D. Gill ve Naini, 2011; Honma ve diğerleri, 2002; Kang ve diğerleri, 2011; Raghavan ve diğerleri, 2017). Çalışmalarda BPA salınımını değerlendirmek için daha sıklıkla tükürük, kan ve idrar örnekleri kullanılmıştır (Fung ve diğerleri, 2000; Kuroda ve diğerleri, 2003; Otake ve diğerleri, 2003; Raghavan ve diğerleri, 2017). Literatürde kan ve idrar örnekleri kullanılarak yapılan çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte her iki vücut sıvısından alınan örneklerde ölçülebilir düzeyde BPA bulunmamıştır (Fung ve diğerleri, 2000; Kim ve diğerleri, 2003; Vandenberg ve diğerleri, 2007). Tükürük örneklerinde BPA değerlendiren çalışmalarda ise ölçülebilir düzeyde BPA olduğu fakat bu değerlerin günlük alım dozunun altında olduğu gösterilmiştir (Chung ve diğerleri, 2012; Fleisch ve diğerleri, 2010; Han ve diğerleri, 2012; Sasaki ve diğerleri, 2005).

Diş hekimliğinde kullanılan dental adezivlerin içeriğindeki bis-GMA ve bis-DMA, BPA salınımına neden olan temel materyallerdir. Bis-DMA kimyasal yapısındaki açık uçlar nedeniyle BPA salınımından asıl sorumlu monomer olarak bilinmektedir (Schmalz ve diğerleri, 1999). Dental adezivlerin içeriğinde en fazla bulunan monomer olan bis-GMA'nın kimyasal yapısındaki ester bağlarından dolayı BPA salınımı yapmadığını gösteren çalışmalar olsa da kimyasal yapısında bulunan bisfenol-A'nın düşük düzeylerde de olsa salınabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Dursun ve diğerleri, 2016; Olea ve diğerleri, 1996; Söderholm ve Mariotti, 1999). Dental adezivlerden BPA salınımı adezivlerin zamanla çözünmesi, ağız içi ısı değişimi, bakteriyel ve tükürükte enzimatik aktivasyon ile kimyasal yapılarında değişimler nedeniyle olmaktadır (Honma ve diğerleri, 2002).

Diş hekimliği klinik uygulamalarında BPA salınımına neden olabilecek birçok materyal kullanılmaktadır (Arnis ve diğerleri, 2022; Eliades ve diğerleri, 2007; Kloukos ve diğerleri, 2013; Kotyk ve Wiltshire, 2014). Kompozit adezivler diş hekimliğinde dolgu materyali olarak kullanılmanın yanında ortodontik tedavilerde bonding aşamasında braketlerin yapıştırılmasında ve debonding aşamasında retainer uygulamalarında

kullanılmaktadır. (Bearn, 1995; Zachrisson, 2007). Protetik veya ortodontik apareylerin yapımında kullanılan akrilikler de polimerleşme aşamasında gördüğü işlem nedeniyle ağız ortamında BPA salınımına neden olmaktadır (Takao ve diğerleri, 2002). Gece plağı veya ortodontik tedavi sonrası retansiyon amaçlı kullanılan essix plaklar yüksek ısıya maruz kaldıkları için yapısı bozulmakta ve ağızda BPA salınımına neden olmaktadır (Raghavan ve diğerleri, 2017).

Ortodontik tedavide retansiyon amacıyla uygulanan retainer telleri, maksilla ve mandibulada anterior dişlerin lingual yüzeylerine kompozit adezivler ile yapıştırılarak uygulanır (Schütz-Fransson ve diğerleri, 2017). Ortodontik tedavi sonrası elde edilen sonucun korunması için kullanılan retansiyon apareyleri, ortodontik tedavi ile elde edilen son durumu korumayı sağlayan pasif apareylerdir. Bu apareyler uzun yıllarca ağız ortamında kalmaktadır (Proffit ve diğerleri, 2006). Sabit retansiyon apareyi olan retainer tellerinin yapıştırılmasında kullanılan kompozit adezivlerin içeriğinde en fazla oranda bulunan monomer bis-GMA'dır (Dursun ve diğerleri, 2016). Bis-GMA ağız ortamındaki ısı değişimleri, tükürük gibi nedenlerle çözünerek BPA salınımına neden olabilmektedir (Olea ve diğerleri, 1996). Sabit retansiyon apareylerinin en büyük avantajı sabit aparey olması nedeniyle hasta kooperasyonundan bağımsız olmasıdır. Fakat devamlı olarak ağız ortamında bulunması bireylerin kronik BPA maruziyetine neden olabilmektedir (Eliades ve diğerleri, 2011).

Hawley apareyleri, essix plaklar, positioner ve wrapround apareyi ortodontik tedavi sonrası sıklıkla kullanılan hareketli retansiyon apareyleridir (Hichens ve diğerleri, 2007; Rowland ve diğerleri, 2007). Essix plaklar, plak basma makinelerinde yüksek ısı ile şekillendirilir. Yüksek ısı essix plakların kimyasal yapılarında bozunmalara ve dolayısıyla ağız ortamında BPA salınımına neden olmaktadır (Raghavan ve diğerleri, 2017). Hawley apareyi gibi apareylerde kullanılan akrilikler basınçla veya ısıyla polimerize olarak şekillendirilirler. Bu apareylerde polimerizasyon sırasında akriliklerin kimyasal yapılarında gerçekleşen bozunmalar sebebiyle BPA salınımı olmaktadır (Raghavan ve diğerleri, 2017; Takao ve diğerleri, 2002). Hareketli retansiyon apareyleri devamlı olarak ağız ortamında kalmamaktadır. Kullanımı hasta kooperasyonuna bağlıdır. Bu nedenle BPA salınım düzeyinde farklılıklar görülebilmektedir (Arnis ve diğerleri, 2022; Gill ve Naini, 2011).

Ortodontik tedavide amaç doğru bir okluzyon elde etmek ve aynı zamanda elde edilen okluzyonun korunmasıdır. Retansiyon aşaması ortodontik tedavinin önemli bir aşamasıdır. Ortodontik tedavi sonrası dişler ve ilgili iskeletsel yapılar periodontal ve okluzal kuvvetlerin

etkileriyle eski konumlarına dönme eğilimindedir. Retansiyon ise dişleri ve ilgili iskeletsel yapıları ortodontik tedavi sonrası konumlarında tutma aşamasıdır. Aktif ortodontik tedavi sonrası retansiyon aşaması tamamlanmayan tedaviler relaps riski nedeniyle yarım kalmış tedavilerdir (Kharbanda, 2009). Ortodontik tedavi sonrası elde edilen sonucun korunması için tedavi planlaması yapılırken retansiyon aşamasında kullanılacak apareyler ve kullanılması gereken süre belirlenmelidir (Proffit ve diğerleri, 2006).

Ortodontik tedavi sonrası sıklıkla kullanılan retansiyon apareyleri olan sabit lingual retainerların yapıştırılmasında kullanılan kompozit adezivler, essix plaklar ve hawley apareyleri uzun dönem ağız içinde kalmaktadır. Literatürde mekanik etkilerle veya tükürük etkisiyle bu apareylerden zamanla BPA salınımı olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur (Eliades ve diğerleri, 2007, 2011; Kang ve diğerleri, 2011; Kloukos ve diğerleri, 2013; Sasaki ve diğerleri, 2005; Takao ve diğerleri, 2002). Fakat çok az çalışmada bu apareylerin BPA salınım düzeyleri ve apareylerin biyouyumluluğu karşılaştırılmıştır.

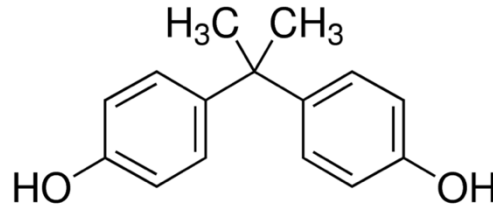
Bu tez çalışmasının amacı; ortodontik tedavi sonrası retansiyon amacıyla sıklıkla kullanılan bis-GMA içeren kompozitle uygulanan sabit lingual retainerların, bis-GMA içermeyen kompozitle uygulanan sabit lingual retainerların, essix plakların ve hawley apareylerinin BPA salınım miktarlarını ölçmek ve bu apareylerin BPA salınımlarını karşılaştırmaktır. Bu tez çalışmasında en önemli hedef uzun dönem kullanılan retansiyon apareylerinden BPA salınım riski en az olan apareyin belirlenmesi ve kullanımının önerilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bisfenol-A (BPA)

2.1.1. Kimyasal Özellikleri

BPA, polikarbonat plastik ve epoksi rezinler olmak üzere birçok plastiğin üretiminde yüksek miktarlarda kullanılan organik ve sentetik kimyasaldır. Bisfenol-A; kimyasal adı 2,2-Bis(4-hidroksifenil) propan, kapalı formülü $(CH_3)_2C(C_6H_4OH)_2$ ve 80-05-7 numarasıyla numaralandırılmıştır. Organik materyallerde yüksek çözünürlük özelliğine sahiptir. Hafif bir fenolik veya hastane kokusu vardır. Oda sıcaklığında beyaz renkte ve katı halde bulunur. Polikarbonat plastikler, yiyecek ve içecek ambalajları, bebek biberonları, kompakt diskler, tıbbi malzemeler olmak üzere birçok kullanımı vardır (Shelby, 2008).



Şekil 2.1. Bisfenol-A kimyasal formülü

2.1.2. BPA'nın Tanımlanması ve Günlük Hayattaki Yeri

BPA, östrojenik aktiviteye sahip endokrin bozucu bir kimyasaldır. BPA'nın östrojenik aktivitesi Krishnan ve diğerleri (1993) tarafından tesadüfen keşfedilmiştir. Çalışmada maya mantarları otoklavlanmış su içerisine yerleştirilmiştir. İncelemeler sonucu östrojenik reseptörlere bağlanmaya çalışan bir madde olduğu bulunmuş fakat bu maddenin maya mantarları kaynaklı olmadığı gözlemlenmiştir. BPA'nın otoklavlanmış polikarbonat şişelerden salındığı ve östrojenik reseptörlere bağlanmaya çalıştığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda ilk kez, BPA'nın yan etkilerinin değerlendirilmesi gerektiği

bildirilmiştir (Krishnan ve diğerleri, 1993).

BPA, fenol reçineleri, poliakrilat ve polyesterlerin üretiminde kullanılmakla birlikte, esas olarak epoksi reçinelerin ve polikarbonat plastiklerin üretimi için kullanılmaktadır. Epoksi reçineler; metal kavanoz kapakları, koruyucu kaplamalar ve cilalar, yapıştırıcılar, otomobil parçaları, teneke kutular, PVC boru kaplamaları ve gıda ile temas eden yüzey cila kaplamalarında kullanılmaktadır. Polikarbonat plastikler; disk üretiminde, ev aletlerinde, gıda ambalajlarında ve plastik şişelerde kullanılmaktadır (Staples ve diğerleri, 1999). Diş hekimliğinde kullanılan bazı dolgu materyallerinin, bonding ajanlarının ve apareylerin de BPA içerdiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Olea ve diğerleri, 1996).

BPA içeren materyallerin günlük hayatta kullanımının artması nedeniyle insanların çevre ve gıda gibi çeşitli yollardan BPA'ya maruz kalma oranları da artmıştır (Kang ve diğerleri, 2006). Yapılan çalışmalarda BPA'nın insan sağlığı üzerine etkileri araştırılmış olduğu ve BPA maruziyetinin çeşitli sağlık sorunlarına neden olabildiği görülmüştür (Hanaoka ve diğerleri, 2002; Takeuchi ve Tsutsumi, 2002).

2.1.3. BPA Seviyesini Belirlemede Kullanılan Vücut Sıvıları

BPA düzeyini ölçmek için birçok çalışmada farklı yöntemler kullanılmıştır. LC-MS methoduyla plazmada yapılan ölçümlerde BPA 0.1 ng/ml seviyesinde bulunmuştur (Inoue ve diğerleri, 2001). Kordon serumunda, anne serumunda ve plasentada BPA salınımını değerlendiren çalışmada BPA seviyesinin 0.01 ng/ml olduğu tespit edilmiştir (Schönfelder ve diğerleri, 2002). Aynı materyallerle 2003 yılında yapılan çalışmada ise BPA seviyesinin 0.04 ng/ml olduğu bildirilmiştir (Kuroda ve diğerleri, 2003). Her iki çalışmada; kordon serumunda, anne serumunda ve plasentada düşük dozlarda da olsa BPA bulunduğu ve düşük doz BPA maruziyetine neden olabileceği bildirilmiştir (Kuroda ve diğerleri, 2003; Schönfelder ve diğerleri, 2002).

Ağızdan alınan BPA sindirim sistemi yoluyla vücuda girmekte ve dolayısıyla anne sütüne de geçebilmektedir (Snyder ve diğerleri, 2000). Anne sütünde BPA miktarını inceleyen bir çalışmada 0.65-0.70 ng/mg BPA olduğu tespit edilmiştir (Otaka ve diğerleri, 2003).

Dental restorasyon sonrası insan kanında BPA seviyesini inceleyen çalışmada restorasyon öncesi ve sonrası kan örnekleri alınmıştır. Fakat kan örneklerinde ölçülebilir düzeyde BPA olmadığı bildirilmiştir (Fung ve diğerleri, 2000).

İdrar örneklerinde BPA miktarını ölçen çalışmalarda, BPA'nın BPA-glukuronid ve BPA- sülfat olarak bağlı olduğu bulunmuştur. 15 erkek ve 15 kadın olmak üzere 30 bireyden alınan idrar örneklerinde yapılan çalışmada, erkeklerin idrarında BPA miktarı 2.82 ng/ml, kadınların idrarındaki BPA miktarı 2.76 ng/ml bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda BPA'nın idrardaki miktarının cinsiyetler arasında farklılık göstermediği bildirilmiştir (Kim ve diğerleri, 2003; Vandenberg ve diğerleri, 2007).

Tükürük örneklerinde BPA ölçümü yapılan bir çalışmada 18 hastanın molar dişine 50 mg kompozit restorasyon yapılmış ve 1 saat sonra alınan örneklerde 90-931 µg aralığında BPA tespit edilmiştir (Olea ve diğerleri, 1996).

2.1.4. Günlük Ortalama BPA Maruziyet Dozu

BPA maruziyet dozu; günlük alınan gıdalar, çevresel faktörler veya dental malzemeler nedeniyle alınan BPA miktarının cebirsel toplamıdır. Ölçüm kriterleri subjektif olduğu için elde edilen veriler farklı çalışmalarda farklı sonuçlar alınmasına neden olmaktadır (Shelby, 2008).

Günlük BPA maruziyetiyle ilgili yapılan ilk çalışmada; epoksi kaplama yapan firmalarda çalışan işçilerin idrar örnekleri değerlendirilmiştir. Bu işçilerin idrarındaki BPA seviyesi anlamlı seviyede yüksek bulunmuştur (Hanaoka ve diğerleri, 2002).

Wilson ve diğerlerinin (2003) çalışmasında 2-5 yaş grubu 9 çocukta BPA seviyesi ölçülmüştür. BPA maruziyetinin diyet ve kapalı ortamda kalmayla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, günlük alınan BPA miktarının 42.981 ng/kg olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunu destekleyen başka bir çalışmada BPA maruziyetinin %99'unun diyet kaynaklı olduğu ve kapalı ortamda olan çocukların BPA maruziyetinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (Wilson ve diğerleri, 2007).

2.1.5. BPA'nın İnsan Sağlığına Etkileri

2.1.5.1. Üreme Organları Üzerine Etkileri

Yapılan birkaç retrospektif çalışmada; infertilite tedavisi gören bireyler incelenmiş ve BPA'nın yumurtalık yanıtı, döllenme başarısı, embriyo kalitesi, implantasyon başarısızlığı gibi çeşitli üreme noktalarını etkilediği bulunmuştur (Ehrlich ve diğerleri, 2012). Massachusetts Genel Hastanesi (MGH) Doğurganlık Merkezi'nde tedavi gören kadınlardan alınan idrar örneklerindeki incelemeye göre; idrar BPA miktarı daha yüksek olanlarda yumurtalık yanıtının daha kötü olduğu rapor edilmiştir (Mok-Lin ve diğerleri, 2010). Aynı merkezde yapılan başka bir çalışmada idrar BPA'sının daha yüksek olduğu kadın bireylerde oosit olgunlaşmasının anlamlı olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir. Döllenmiş embriyolar incelendiğinde, idrar BPA'sı yüksek olanlarda beşinci günde blastokist oluşumunun azaldığı bulunmuştur (Ehrlich ve diğerleri, 2012).

Vücutta bulunan serbest BPA östrojen reseptör agonisti olarak davranmaktadır. BPA kadın cinsiyet hormon düzeylerini arttırıcı ve azaltıcı etkiye sahiptir. Erkekler de ise kadın cinsiyet hormon seviyelerini arttırıcı etkileri vardır (Hanaoka ve diğerleri, 2002; Meeker ve diğerleri, 2010; Mendiola ve diğerleri, 2010).

Yapılan çalışmalar, BPA maruziyetinin kadınlarda; tekrarlayan düşük, erken doğum ve annelik davranışını olumsuz etkileme gibi sonuçlarının olduğunu göstermiştir (Cantonwine ve diğerleri, 2010; Palanza ve diğerleri, 2002; Sugiura-Ogasawara ve diğerleri, 2005). BPA maruziyetinin erkek farelerde prostat büyümesine neden olabileceği bildirilmiştir (Nagel ve diğerleri, 1997).

2.1.5.2. Gelişime Etkileri

BPA maruziyeti, fetal yaşamda BPA'nın plasentadan geçerek alfa proteinlerine bağlanmasıyla etkilerini gösterebilmektedir. Bunun sonucunda bebekte seksüel davranışlarda değişim, nöral gelişim yetersizliği ve immün hastalıklar görülebilir (Gao ve diğerleri, 2015).

Bebekler BPA maruziyetine oldukça hassastırlar. Özellikle anne sütüyle beslenmeyen bebekler, kutu ve tenekelerde bulunan süt ve mamalarla beslenmektedirler. Kutu ve tenekelerin yapımında kullanılan materyallerin içeriğindeki BPA, bebeklerde BPA maruziyetine sebep olmaktadır (Corbel ve diğerleri, 2013).

BPA maruziyeti çocuklarda depresyon, duygu bozukluğu, uyku problemleri, saldırganlık gibi birçok nöro-davranışsal problemlere yol açabilmektedir (Braun ve diğerleri, 2009; Maserejian ve diğerleri, 2012).

Fareler üzerinde yapılan çalışmada; çocuklarda astım hastalığıyla BPA maruziyetinin ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Midoro-Horiuti ve diğerleri, 2010).

2.1.5.3. Metabolik Hastalıklar

Otlu ve Türköz'ün (2016) yaptığı çalışmada BPA ile kardiyovasküler hastalıkların ilişkili olduğunu ve hipertansiyon, kalp krizi, koroner ve periferik arteriyel hastalıklar gibi birçok kardiyovasküler hastalığı olan bireylerde idrar BPA düzeyinin yüksek olduğu bildirilmiştir. NHANES verileri; BPA ve tip 2 diyabet, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar, karaciğer fonksiyon bozukluğu, kolesterol artışı arasında ilişki olduğunu göstermektedir (Hong ve diğerleri, 2009; Lang ve diğerleri, 2008; Melzer ve diğerleri, 2012; Olsén ve diğerleri, 2012; Shankar ve Teppala, 2012; Wang ve diğerleri, 2012).

Düşük doz BPA maruziyeti vücut ağırlığında artışa neden olmaktadır. Saal ve diğerleri (2005) BPA'nın obeziteyle ilişkili olabileceğini değerlendirmek için fareler üzerinde çalışma yapmışlar ve farelerde günlük 70-µg/kg/gün BPA alınımları sonucu obeziteyle ilişkili genlerin aktive olduğu görülmüştür. Carwile ve Michels (2011)'in çalışmasında obez bireylerden alınan idrar örneklerinde BPA seviyesinin normal kiloya sahip bireylere göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

2.1.5.4. BPA'nın Diğer Organlara Etkisi

Fransa'da bulunan Ulusal Gıda Araştırma Enstitüsü (İRNA) BPA'nın bağırsaklar üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, BPA maruziyetinin bağırsak

geçirgenliğini azalttığı dolayısıyla vücut için gerekli olan mineral tuz ve su emiliminin azaldığı bulunmuştur (Wetherill ve diğerleri, 2007).

Literatürde BPA'nın tiroid hormonları üzerine etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Diamanti-Kandarakis ve diğerleri, 2009; Moriyama ve diğerleri, 2002). Düşük TSH miktarı görülen bireylerde yüksek BPA düzeyi tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek BPA miktarının yüksek T4 ve düşük T3 seviyesiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Meeker ve Ferguson, 2011; Wang ve diğerleri, 2012; Wang ve diğerleri, 2013).

BPA maruziyeti bireylerde tiroid fonksiyonlarında artış ile ilişkilidir (Wang ve diğerleri, 2013). Hamilelikte BPA maruziyetinin tiroid hormonları üzerinde etkisinin daha fazla olduğu dönem üçüncü trimestrdir (Chevrier ve diğerleri, 2013).

Li ve diğerlerinin (2012) yaptığı çalışmada BPA'nın böbrek üzerine etkileri incelenmiştir. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, yüksek BPA maruziyetinin böbrek epitelinin zarar görmesine neden olabileceği bildirilmiştir.

2.1.6. BPA Maruziyetine Neden Olan Faktörler

2.1.6.1. Çevre Kaynaklı BPA

2.1.6.1.1. Sulu Ortam

BPA'nın sudaki çözünürlüğü 120-300 ug/ml'dir (Dorn ve diğerleri, 1987). Atık su arıtmada, BPA tamamen yok edilemediği için atık sular içinde bulunabilir ve kontaminasyon kaynağı olabilmektedir (Fürhacker ve diğerleri, 2000; Staples ve diğerleri, 1998).

Nehir sularında yapılan çalışmada BPA seviyesinin 8ng/ml ve altında olduğu görülmüştür (Belfroid ve diğerleri, 2002). Nehir sularındaki BPA'nın aerobik koşullar altında bozulabildiği gösterilmiştir (Dorn ve diğerleri, 1987). Kang ve diğerlerinin (2004) çalışması nehir sularında bulunan birçok bakterinin BPA'yı biyolojik olarak parçalayabildiğini göstermiştir. Nehir sularında, bakteriler tarafından BPA bozunması olmasına rağmen, 3-5 günlük yarı ömürler suda yaşayan organizmalar için olumsuz etki yaratacak kadar uzun bir süre olabilir (Belfroid ve diğerleri, 2002; Kang ve Kondo, 2006; Larsson ve diğerleri, 1999).

BPA deniz suyunda bozulmaya uğramadan uzun bir süre kalabilir. Bu nedenle deniz suyunda yaşayan organizmaların, tatlı suda yaşayan organizmalara göre BPA kontaminasyonu daha yüksek olabilmektedir (Kang ve Kondo, 2005; Ying ve Kookana, 2003). Sonuç olarak; BPA ile kontamine olan tatlı su balıklarının veya deniz ürünlerinin tüketimi, insanlar için önemli bir kontaminasyon yolu olabilmektedir (Kang ve diğerleri, 2006).

2.1.6.1.2. Hava Ortamı

BPA'nın havadan bulaşma potansiyeli, su ve toprağa göre çok daha düşük orandadır (Staples ve diğerleri, 1998). Ancak, BPA içeren ürünlerin üretiminin yapıldığı fabrikalarda çalışanlar için önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır. Yapılan bir çalışmada epoksi reçine üretimi yapılan fabrikada çalışanların ve BPA içermeyen işlerde çalışanların idrar örneklerindeki BPA düzeyi karşılaştırılmıştır. Sonuçta epoksi reçine üretimi yapılan fabrikada çalışanların idrarlarındaki BPA konsantrasyonunun daha yüksek olduğu bulunmuştur (Hanaoka ve diğerleri, 2002).

2.1.6.1.3. Toprak

BPA'nın toprak absorpsiyon katsayısı değerleri oldukça yüksektir. Bu nedenle yeraltı ve yüzey sularından salınan BPA toprağa kolayca emilebilmektedir (Bolz ve diğerleri, 2001; Heemken ve diğerleri, 2001)

Evsel ve endüstriyel atıkların artmasıyla birlikte topraktaki BPA kirliliği de artmaktadır. Dolayısıyla BPA kontaminasyonunda da ciddi artış görülmektedir. İnsan atıkları, topraktaki BPA kontaminasyonunun esas kaynağı olarak bildirilmektedir (Kawahata ve diğerleri, 2004).

2.1.6.1.4. Temas

Plastik ürünlerin üretiminde çalışan işçiler, epoksi rezin içerikli malzemelerin üretiminde çalışan işçiler ve diş hekimi asistanları gibi BPA ile ilişkili işlerde çalışanlarda

temas yoluyla BPA maruziyeti olmaktadır (Jolanki ve diğeri, 1995). BPA ile temastan kaynaklanan sağlık problemlerinden sık görülen alerjik kontakt dermatittir (Tarvainen ve Kanerva, 1999). Alerjik kontakt dermatit semptomları; eller, bacaklar ve yüzde alerjene direkt maruz kalan bölgelerde daha sıklıkla olmak üzere tüm cilt bölgelerinde görülebilmektedir. BPA'ya maruz kalma süresi arttıkça alerjik kontakt dermatit semptomları da daha şiddetli görülebilmektedir (Jolanki ve diğeri, 1995; Tarvainen ve Kanerva, 1999).

2.1.6.2. Gıda Ürünleri ve Ambalajları

BPA'nın kontaminasyonunda temel unsur olan taşınım; gıda ürünleri ile ambalaj malzemeleri arasındaki temas sonucu olduğu tanımlanmıştır (Lau ve Wong, 2000).

İnsanlar yaşamı boyunca, anne karnından itibaren çeşitli nedenlerle BPA'ya maruz kalabilmektedirler. BPA kontaminasyonu sonucu etkilenme düzeyi çocuklarda erişkinlerden çok daha yüksektir. Etkilenme seviyesinin en yüksek olduğu dönem 0-6 aylık dönemdir. Günlük BPA alımının yaş gruplarına göre dağılımı Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Shelby, 2008).

Tablo 2.1. Yaş gruplarına göre günlük BPA alımı

Yaş Grubu		Günlük BPA alımı (µg/kg/gün)
Süt Çocuğu (0-6 aylık)	Mama	1-24
	Anne Sütü	0,2-1
6-12 aylık dönem		1,65-13
Çocuk (1,5- 6 yaş)		0,043- 14,7
Yetişkin		0,008-1,5

2.1.6.2.1. Epoksi Rezin ve Metal Kutular

BPA ile üretilen epoksi reçineler; metal kutu yüzeylerini kaplamak için lak olarak, polikarbonat plastikler; yiyecek ve içecek kaplarında kullanılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada metal kutu kaplamalarından ve polikarbonat plastiklerden yiyecek ve içecekler yoluyla BPA kontaminasyonu olduğu gösterilmiştir. Konserve balık, konserve et, konserve

süt ve bebek mama ürünleri gibi konserve yiyecek ve içecek kaplarında BPA tespit edilmiştir (Kang ve diğerleri, 2006).

BPA'nın salınımını etkileyen ana faktörler ısıtma süresi ve ısıtma derecesidir (Goodson ve diğerleri, 2002; Kawamura ve diğerleri, 1999; Takao ve diğerleri, 2002). Yapılan birçok çalışmada ısıtma derecesinin artışı ile BPA salınımının artışı arasında doğru orantı olduğu ve ısıtma derecesinin ısıtma süresinden daha etkili olduğu gösterilmiştir (Kang ve diğerleri, 2003; Takao ve diğerleri, 2002).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada 3 farklı kutudaki gıdalardan salınan BPA düzeyleri karşılaştırılmıştır. Gıdalardaki BPA düzeyleri; Metal kutuda bulunanlarda 21.86 – 1858.71 µg/kg, kağıt kutuda bulunanlarda 36.48 – 554.69 µg/kg ve cam kavanozda bulunanlarda 0 – 399.21 µg/kg aralığında olduğu rapor edilmiştir (Sungur ve diğerleri, 2014).

2.1.6.2.2. Plastik Materyaller

Plastik materyallerde bulunan gıda simule eden sıvılar ile BPA kontaminasyonunun suya göre daha yüksek olduğunu gösteren birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda gıda simule eden sıvılardaki BPA düzeyinin plastik materyallerde bekleme süresine ve bulunduğu sıcaklığa göre değiştiği fakat suya göre yüksek olduğu rapor edilmiştir (Biles ve diğerleri, 1997; D'Antuono ve diğerleri, 2001).

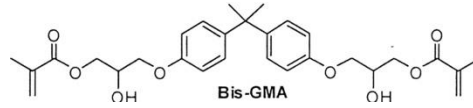
Sağlıklı bireylerde dışardan gelebilecek zararlı kimyasallara karşı bir savunma mekanizması gelişmiştir. Fakat bu mekanizma bebeklerde yeterince gelişmemiştir. Ayrıca bebeklerin kilolarının daha az olması nedeniyle daha düşük dozlarda toksik etkiler görülebilmektedir. Bu gibi nedenlerle bebeklerde BPA kontaminasyonunun araştırılmasına başlanmıştır (Biles ve diğerleri, 1997).

Kang ve diğerlerinin (2006) yaptığı çalışmada yeni ve kullanılmış polikarbonat biberonlardan ayrıştırılan BPA konsantrasyonları incelenmiştir. Yeni olanlarda BPA konsantrasyonunun 1.0-3.5 ppb ve 1.0-6.5 ppb'nin altında olduğu ancak kullanılmış ve çizilmiş olanlarda 10-28 ppb olduğu bulunmuştur. Yeni ve kullanılmış polikarbonat biberonların BPA migrasyon seviyelerindeki farklılık, polimerin bozunmasıyla ilgilidir. Kararlı yapıda olan karbonat bağları, sıcak suda ve alkali pH'ta hidrolize olabilir. Bu bize BPA'nın alkali çözeltilerde veya sıcak suda yıkama ve sterilizasyondan sonra plastiklerden

geçebileceğini göstermektedir (Biles ve diğerleri, 1997; D'Antuono ve diğerleri, 2001).

2.1.6.3. Dental Malzemeler

Dental rezinler, saf BPA'dan ziyade BPA türevlerinden oluşur. Bu türevler kimyasal veya ışıqla kürlendikten sonra katı halde monomerize olan sıvı monomerlerdir (Söderholm ve Mariotti, 1999; Tarumi ve diğerleri, 2000). Günümüzde üretilen dental malzemelerin polimerleşme oranı yüzde yüz değildir. Polimerize olmayan ve açık bağ bulunduran uç monomerler hidrolize olduğunda BPA'ya dönüşmektedir (Schmalz ve diğerleri, 1999). Diş Hekimliğinde kullanılan BPA türevleri; BPA glisidil dimetakrilat (bis-GMA), BPA dimetakrilat (bis-DMA), BPA diglisidileter (BADGE), BPA etoksilat dimetakrilat (bis-EMA), üretan modifiye bis-GMA, trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA)'dır. En sık kullanılan türev bis-GMA'dır (Söderholm ve Mariotti, 1999). Bis-GMA ve bis-DMA türevlerinin BPA senteziyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bis-DMA'nın hidrolizi sonucu tükürükte BPA tespit edilmiş fakat bis-GMA'nın BPA'ya hidrolize olmadığı bulunmuştur. Bunun nedeni bis-GMA'nın kimyasal yapısının ester bağlantılarında hidrolizi engellemesidir. Bis-DMA'nın %81'inin tükürük ortamında 24 saatte BPA'ya dönüştüğü yapılan çalışmalarda bulunmuştur. Bu nedenle dental materyallerde BPA salınımından sorumlu olarak bis-DMA gösterilmiştir (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Schmalz ve diğerleri, 1999; Söderholm ve Mariotti, 1999). BPA, bis-GMA ve bis-DMA'nın kimyasal formülleri şekil 2.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. BPA, Bis-GMA ve Bis-DMA'nın kimyasal formülleri

Nathanson ve diğerlerinin (1997) 7 farklı fissür sealantın BPA salınım düzeylerini karşılaştırdıkları çalışmada, tüm fissür sealantlar aynı miktarda örnek bir cam üzerinde 50 sn ışın cihazıyla ışıklanarak sertleştirilmiştir. Elde edilen örnekler hazırlanan solüsyonlara yerleştirilmiş ve bu solüsyonlardan alınan örnekler ile analiz yapılmıştır. Çalışmada

kullanılan tüm fissür sealantların TEGDMA ve bis-GMA içerdiği, sadece 2 tane fissür sealantta ise bis-DMA olduğu bulunmuştur. Fissür sealantların hiçbirinde ölçülebilir düzeyde BPA salınımı olmadığı ve tümünün güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir.

Pulgar ve diğerleri (2000) 7 farklı kompozit dolgu materyali ve 1 fissür sealantın BPA salınımını değerlendiren in-vitro çalışma yapmışlardır. Çalışmada rutinde kullanılan dolgu materyallerinin esas monomer içeriği bis-GMA olduğu için bis-GMA içeren kompozit adezivler ve fissür sealant materyalleri kullanılmıştır. Ölçümler polimerizasyondan hemen önce ve 24 saat sonra yapılmıştır. Çalışmada kullanılan kompozit dolgu materyallerinde ve fissür sealantta BPA salınımı olduğu bulunmuştur. En fazla BPA seviyesi 1,8 µg/mg olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen maksimum BPA seviyesinin günlük alım dozunun altında olduğu fakat düşük doz BPA maruziyetinin insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırılması gerektiği bildirilmiştir.

Kompozit dolgu materyallerinden BPA salınımını değerlendiren Joskow ve diğerlerinin (2006) çalışmasında tükürük ve idrardan alınan örnekler ile ölçümler yapılmıştır. Çalışmada daha önce dolgu materyali uygulanmamış 15 erkeğe kompozit adezivler ile restorasyon yapılmıştır. Tükürük örnekleri dolgu materyali uygulanmadan önce, uygulandıktan hemen sonra ve 1 saat sonra alınmıştır. İdrar örnekleri dolgu materyali uygulanmadan önce, uygulandıktan 1 saat sonra ve 24 saat sonra alınmıştır. Alınan tüm örneklerde ölçülebilir düzeyde BPA tespit edilmiştir. Tükürük örneklerinde en fazla BPA, uygulamadan hemen sonra alınan örneklerde tespit edilmiştir. Dolgu materyali uygulandıktan sonra BPA seviyesinin 88 kat arttığı, 1 saatin sonunda BPA seviyesinin 17 kat artmış olduğu bildirilmiştir. 24. saatten sonra ölçüm yapılmamış fakat önemli ölçüde BPA seviyesinin azalmış olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre; dolgu materyali uygulandıktan sonra BPA maruziyeti büyük olasılıkla akut bir olaydır ve uygulamadan bir süre sonra polimerize olmayan artık monomerler tükürük tarafından emilmektedir. Çalışmada tüm kompozit dolgu materyallerinde BPA salınımı olduğu ve düşük doz BPA maruziyetinin insan sağlığı için olumsuz etkileri olabileceği bildirilmiştir.

Fung ve diğerleri (2000), hiçbir dental restorasyon yapılmayan 18 erkek 22 kadın olmak üzere 40 bireye kompozit dolgu materyali uygulanmıştır. Uygulanan kompozit dolgu materyallerinde BPA salınımını tespit etmek için tükürük ve kan örnekleri alınmıştır. Örnekler dolgu materyali uygulanmadan hemen önce, 1 saat, 3 saat, 1 gün, 3 gün ve 5 gün sonra alınmıştır. Tükürükte en fazla BPA 1 saat sonra alınan örneklerde tespit edilmiştir. 3.

saatte alınan örneklerde BPA seviyesinin önemli derecede düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. 1. saat ve 3. saatte alınan tükürük örneklerinde 5.8-105.6 ppm arasında BPA bulunmuştur. 3. saatten sonra alınan tükürük ve ise BPA tespit edilmemiştir. Kan örneklerinin ise hiçbirinde önemli derece BPA tespit edilmemiştir. Çalışmada kompozit dolgu materyallerinden salınan BPA'nın ağızdan emiliminin olmayacağı ve sistemik dolaşımında BPA'nın tespit edilemeyen düzeylerde olabileceği bildirilmiştir.

21 hastaya kompozit dolgu materyali uygulanarak yapılan in-vivo çalışmada, Sasaki ve diğerleri (2005) bu hastalardan işlem öncesi ve işlem sonrasında tükürük örneği alarak BPA seviyelerini değerlendirmiştir. İşlem öncesi BPA seviyesi 0.3 – 2.0 ng/ml aralığında, işlem sonrası 20.0 – 60.1 ng/ml aralığında bulunmuştur. İşlem sonrası bir grup hastaya gargara yaptırılarak tükürük örneği alınmış ve bu hastalarda BPA seviyesi 1.6 – 4.7 ng/ml aralığında bulunmuştur. 5 gün sonra ise BPA seviyesinin işlem öncesi alınan tükürük örneğindeki BPA seviyesine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Downs ve diğerleri (2010) 30 hastadan oluşan bir çalışma grubu oluşturulmuş, çalışmada bir gruba tek diş kompozit restorasyon, diğer gruba dört diş kompozit restorasyon uygulanmıştır. Restorasyon yapıldıktan hemen sonra alınan tükürük örneklerinde BPA seviyesi 0.07-6.00 ng/ml aralığında bulunmuştur. 3 saat sonra alınan tükürük örneklerinde; tek diş restorasyon yapılan hastalarda BPA seviyesi 3.98 ng/ml, dört dişine restorasyon uygulanan hastalarda BPA seviyesi 9.08 ng/ml olarak bulunmuştur. 24 saat sonra alınan tükürük örneklerinde ise her iki grupta da BPA seviyelerinin başlangıç seviyesine yaklaştığı görülmüştür.

Çocuklara uygulanan kompozit dolgu materyallerinin BPA salınım düzeylerini değerlendiren Han ve diğerlerinin (2012) çalışmasında 124 çocuk kompozit restorasyon yapılan ve yapılmayan olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Kompozit restorasyon uygulanan gruptan uygulamadan hemen sonra tükürük örnekleri alınmıştır. Hiç restorasyonu olmayan kontrol grubundaki 62 çocuktan alınan tükürük örneğinde BPA seviyesi ortalama 0.40 µg/l iken çalışma grubunda bulunan restorasyon yapılmış 62 çocuktan alınan tükürük örneğinde BPA seviyesi 0.92 µg/l bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, dental restorasyonlarda kullanılan kompozit dolgu materyallerinin tükürükte BPA seviyesindeki artış ile ilişkili olduğu, dolayısıyla artan BPA maruziyetinin çocukların büyüme ve gelişiminde etkili olabileceği bildirilmiştir.

Chung ve diğerkleri (2012) Güney Kore’li çocuklara uygulanan kompozit dolgu materyali ve fissür sealantlar ile idrardaki BPA seviyesi arasında ilişki olup olmadığı değerlendirmişlerdir. 495 çocuk bu çalışmaya dahil edilmiştir. Uygulanan dolgu materyali ve fissür sealant sayısına göre 4 gruba (0, 1-5, 6-10, 11+) ayrılmıştır. Çalışmada 11 ve daha fazla dolgu materyali olan çocuklarda idrarda daha fazla BPA bulunduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde daha büyük yüzey alanına dolgu materyali uygulanan çocuklarda idrarda daha fazla BPA tespit edilmiştir. Uygulanan kompozit restorasyonların ve fissur örtücülerin sayısı ve yüzey alanı ile BPA seviyesinin doğru orantılı olduğu bulunmuştur.

Fleisch ve diğerklerinin (2010) yaptığı literatür araştırmasına göre kompozit dolgu materyallerinden BPA salınımı BPA türevlerinin tükürük enzimatik hidrolizi yoluyla meydana gelmekte ve tükürükte 3 saate kadar BPA tespit edilebilmektedir. Sistemik BPA emilimi süresi ve miktarının ise mevcut verilerde net olmadığı bildirilmiştir. Bis-GMA’nın dental malzemelerden BPA’ya hidrolize olma olasılığının düşükte olsa mümkün olduğunu fakat bis-GMA’nın bis-DMA kadar östrojenik etkiye sahip olmadığını belirtmişlerdir. Kompozit rezinlerin ve fissür örtücülerin uygulanmasından sonra ağız gargarası yapmanın BPA salınımını azaltabileceği bildirilmiştir.

Trachtenberg ve diğerkleri (2014) farklı kompozit ve amalgam çeşitleriyle yapılan restorasyonlar sonrası BPA’nın sistemik etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 6-14 yaş arası 534 çocuk dahil edilmiştir. Dolgu materyali uygulanan çocuklardan uygulamadan sonra idrar örnekleri alınmıştır. Çalışmanın sonucunda BPA salınımının böbrek fonksiyonları üzerinde etkili olmadığı ve kompozit ve amalgam dolgu materyallerinin BPA salınımı açısından değerlendirildiğinde güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir.

2.2. Ortodontik Tedavide Retansiyon

Ortodontik tedavinin amacı, iyi bir okluzyon elde etmek ve tedavi sonrasında elde edilen okluzyonun korunmasıdır. Tedavi sonucunda elde edilen okluzyonu korumak ve nüksünü önlemek için yapılan ortodontik tedavinin bu aşaması “retansiyon aşaması” olarak adlandırılır (Melrose ve Millett, 1998).

Ortodontik tedavi, başlangıç aşamasından retansiyon aşamasına kadar bir bütündür. Retansiyon tedavisi atlanmış hastaların tedavisi yarım kalmış gibi düşünülmelidir

(Kharbanda, 2009). Yapılan uzun dönem çalışmalar, nüks riskinin tedavi bitiminden sonra 5 yıl boyunca devam ettiğini göstermektedir (Melrose ve Millett, 1998).

Ortodontik tedavi sonrası retansiyonun şart olmasının nedenleri;

- Tedavi sonrası gingival ve periodontal dokuların yeniden organize olması,
- Yumuşak dokunun mineralize olması için gerekli zaman,
- Büyüme ve gelişimin devam ettiği hastalarda gelişimin etkisiyle diş ve dokuların değişme isteğidir (Proffit ve diğerleri, 2006).

Geçmiş yıllardan beri pekiştirme tedavisi etkinliği birçok çalışmaya konu olmuştur. 1899 yılında Angle tarafından sagittal düzlemde molar ilişki sınıflandırılmış ve tedavi sonunda maksimum interdijitasyon sağlandığında nüks ihtimalinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Angle, 1899). 1972 yılında Andrews tarafından molar ve kanin dişlerin interark ilişkisi ve retansiyondaki yeri tanımlanmıştır (Andrews, 1972). 1976 yılında Roth tarafından iyi bir okluzyonun fonksiyonel özellikleri tanımlanmıştır. Bu fonksiyonel özellikler, ortodontik tedavi sonucunda hedeflenen okluzyondur.

İyi bir okluzyonun fonksiyonel özellikleri;

- Sentrik ilişkide maksimum interküspidasyon olmalı,
- Lateral hareketlerde kanin koruyucu okluzyon sağlanmalı,
- Protruziv çene hareketlerinde anterior rehberlik sağlanmalı,
- Çiğneme yapılan taraftaki dişler temasta iken dengeleyen tarafta temas olmamalıdır (Roth, 1976).

Tedavi sonrası relapsa neden olan faktörler;

- Periodontal dokulardan gelen kuvvetler,
- Yumuşak dokulardan gelen kuvvetler,
- Okluzal faktörler,
- Büyüme ve gelişim,
- Retansiyon aşamasında planlama hatası,
- Malokluzyon tipi,
- Uygulanan ortodontik tedavi şeklidir (Melrose ve Millett, 1998).

Ortodontik tedavi sonrası daimi retansiyon gerektiren durumlar;

- Openbite tedavisi,
- Dudak damak yarıklı hastaların tedavisi,
- Peridontal hastalığı olan hastalarda ortodontik tedavi sonrası,
- Ortodontik tedavi sırasında alt ark formunun değiştirildiği durumlar,
- Polidiastema vakaları,
- Çok sayıda rotasyonlu dişin düzeltildiği vakalardır (Gill ve Naini, 2011).

Ortodontik tedavi sonrası dişler ve çevre dokular stabil olmaktan ziyade eski haline dönme eğilimindedir. Bu nedenle birçok çalışma ortodontik tedavi sonrası ömür boyu retansiyon gerektiğini göstermektedir (Andrews, 1972; Blake ve Bibby, 1998; D. Gill ve Naini, 2011; Little ve diğerleri, 1988; Southard ve diğerleri, 1990). Ortodontik tedavi sonrası mandibular kesici dişlerin uzun dönemde nüksü kaçınılmazdır. Çapraşıklık nedeniyle küçük azı dişler çekilmiş olsa bile uzun dönemde nüks olacağı bildirilmiştir (Erdinc ve diğerleri, 2006; Freitas ve diğerleri, 2004). Çapraşıklık nüksünün asıl nedeni ise zamanla dental ark genişliği, uzunluğu ve kaninler arası genişliğin azalmasıdır (Sinclair ve Little, 1983). Birçok çalışma, ortodontik tedavinin stabilitesini sağlamak için mandibular interkanin genişliğinin korunması gerektiğini savunmaktadır (Egli ve diğerleri, 2017; Gianelly, 2006; Gianelly, 2003; Watted ve diğerleri, 2001).

Blake ve Bibby, tamamlanmış ortodontik tedavilerin stabilitesinin devamlılığını sağlamak için 6 ana kriter bildirmiştir.

1. Hastanın tedavi öncesi mandibular ark formu korunmalıdır.
2. Mandibular kanin kanin arası genişlik korunmalıdır.
3. Mandibular ark uzunluğunun zamanla azalacağı öngörülmelidir.
4. Mandibular kesici dişlerin en stabil konumu tedavi öncesi konumudur. Kemik kaideye konumunu değiştirmek stabiliteyi etkileyebilir.
5. Fiberotomi, rotasyon düzeltimi sonrası nüksü azaltmanın etkili bir yoludur.
6. Mandibular ve maksiller kesici dişlerin kemik kaideye fazla hareketi daha fazla nüksle sonuçlanır (Blake ve Bibby, 1998).

Rotasyon düzeltimi sonrası nüksün önlenmesinde, çevresel suprakrestal fiberotominin uzun vadede başarılı olduğu ve nüksün önlenmesinin, maksiller anterior segmentte mandibular anterior segmente göre daha başarılı olduğu bulunmuştur (Edwards, 1988).

Ortodontik tedavi sonrası önemli nüks faktörlerinden biri, periodontal dokularda oluşan gerilimdir. Peridontal ligamentin yeniden şekillenmesi 3-4 aylık bir süre içerisinde gerçekleşir (Reitan, 1959). Gingival kollajen liflerin yeniden şekillenmesi 4-6 ay, elastik suprakrestal liflerin yeniden şekillenmesi 232 günden fazla sürmektedir (Reitan, 1969).

Peridonsiyumdan kaynaklanan ve dişlere temas noktalarında etki eden sürekli kompresif interproksimal kuvvet, uzun vadede dental ark daralmalarına neden olabilir. Kompresif interproksimal kuvvetlerin etkisinin, temas noktalarının daha dar olduğu, kronların uzunluğunun daha fazla olduğu, dilin dental arkı genişletme kuvvetinin arka bölgelere göre daha az olduğu ön segment dişlerde daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Southard ve diğerleri, 1990).

Mandibular kemiğin miktarı ve yapısı, mandibular kesici dişlerin stabilitesinde oldukça önemlidir. Washington Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada, mandibular keser bölgede nüks olmuş ve nüks olmamış hasta grupları karşılaştırılmıştır. Hastalar ortodontik tedavi bitiminden 10 yıl sonra kontrol için çağırılmıştır. Mandibular anterior bölgede 6mm'den fazla düzensizlik olan vakalar nüks, 3,5 mm'den az düzensizlik olan vakalar stabil olarak gruplandırılmıştır. Mandibular kemik miktarını değerlendirmek için hem panoramik hem de lateral sefalometrik radyografilerde ölçülen mandibular kortikal kalınlık kullanılmış, periapikal radyografilerde mandibular kesici dişlerin etrafındaki trabeküler kemik yapısını analiz etmek için fraktal analiz kullanılmıştır. Nüks görülen hastalarda mandibular korteksin daha ince olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda daha ince mandibular korteksleri olan hastaların dental nüksetme riskinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Rothe ve diğerleri, 2006).

2.2.1. Ortodontik Retansiyon Apareyleri

Ortodontik tedavi sonrası retansiyon için hareketli ve sabit apareyler, cerrahi işlemler, vibrasyon, lazer, farmakolojik ajanlar kullanılabilir. Hareketli apareyler ve sabit apareyler klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan retansiyon apareyleridir (Bayır ve Bolat, 2021).

2.2.1.1. Hareketli Retansiyon Apareyleri

Hareketli retansiyon apareyleri; hawley apareyi, anterior clip tip pekiştirme apareyi, wraparound apareyi, vakumla şekillendirilen pekiştirme apareyi (essix plak) ve positioner apareyidir (Bayır ve Bolat, 2021; Johnston ve Littlewood, 2015; Proffit ve diğerleri, 2006; Ramazanzadeh ve diğerleri, 2018). Klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılan hareketli retansiyon apareyleri ise hawley apareyi ve essix plaklardır (Jäderberg ve diğerleri, 2012).

2.2.1.1.1. Hawley Apareyi

Charles Hawley'in 1919 yılında tasarladığı hawley apareyi, ortodontik tedavi sonrası pekiştirme apareyi olarak kullanılan ilk apareylerdendir. Günümüzde hala en sık kullanılan pekiştirme apareylerinden biridir. Hawley apareyleri tel tutucu elemanlar ve akrilik gövde olmak üzere iki kısımdan oluşur. Tel tutucu elemanlar molar dişlere uygulanan adams kroşeler, birinci ve ikinci premolar dişler arasına uygulanan damla kroşeler, ön bölgede kesici ve kanin dişlerin vestibülünde yer alan vestibül arklardır. Kanin kanin arası bölgede bulunan vestibül ark; anterior dişlerin tork kontrolünü sağlar. Posterior bölgede bulunan adams ve damla kroşeler nükse neden olmaması için çekim boşluğuna yerleştirilmemeli, dişlerde fizyolojik hareketlere izin vermeli ve okluzal temaslara neden olmamalıdır (Ramazanzadeh ve diğerleri, 2018). Bu kroşeler 0,7- 0,8 mm paslanmaz çelik tellerden hazırlanır. Hawley apareyinin akrilik kısmı ise dişlerin lingual yüzünde kolelerinden başlayarak singulumlarına kadar dişleri kavrar. Üst çenede damağın bir bölümünü içine alarak at nalı şeklinde hazırlanır (Graber ve Vanarsdall, 2000).

Ortodontik tedavi sonrası nüksü önlemek için hawley apareyinde çeşitli modifikasyonlar yapılabilir. Bu modifikasyonlar;

- Premolar çekimi yapılan vakalarda çekim boşluğunun açılmaması için adams kroşe ve vestibül ark lehimlenebilir.
- Vestibül ve palatinal pozisyondan sürmüş kanin düzeltimi yapılan vakalarda kanin dişin retansiyonu için vestibül ark lateral dişin distaline kadar uzatılır ve kanine tam oturan bir tutucu ile vestibül ark lehimlenebilir.

- İkinci moları sürmüş vakalarda çekim boşluğunu korumak için, ikinci molar dişe yapılan c kroşe ile anteriorda bulunan vestibul ark lehimlenebilir (Proffit ve diğerleri, 2006)
- Deepbite hastalarda vertikal kontrolü sağlamak için posterior akrilik daha kalın yapılabilir (Sauget ve diğerleri, 1997)

Hawley retansiyon apareyinin en önemli avantajları; dayanıklı olması, hasar gördüğünde tamirinin kolay olması ve pasif elemanlarının kapanışta bir engel oluşturmamasıdır. Ayrıca hawley apareylerinde okluzal yüzeyler kapalı olmadığı için interdijitasyonun devamlılığının sağlanmasında essix plaklara göre daha avantajlıdır (Bayır ve Bolat, 2021; Sauget ve diğerleri, 1997). Dezavantajları ise; takılıp çıkarılabilir olması nedeniyle hasta kooperasyonu gerektirmesi, konuşma ve gülümsemede zorluk ve konuşurken dışardan görülebilir olmasıdır (Bayır ve Bolat, 2021).



Resim 2.1. Maksilla hawley apareyi uygulaması (Rinchuse ve diğerleri, 2007).

2.2.1.1.2. Essix Plaklar

Essix plaklar, ilk olarak 1971 yılında Ponitz tarafından ortodontik tedavi sonrası retansiyon apareyi olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise özellikle maksillada olmak üzere kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Mai ve diğerleri, 2014).

Essix plaklar termoplastik materyallerden oluşan şeffaf plaklardır (Pruzansky ve Park, 2016). Essix plakların üretiminde kullanılan materyaller polyester, kopolyester, polikarbonat, termoplastik poliüretanlar ve polipropilenlerdir (Johal ve Bondemark, 2021). Essix plaklar

vakum ile şekillendirme ve 3D yazıcı ile üretim yöntemleri ile üretilmektedir. Vakum ile şekillendirmede plakları şekillendirmek için ısı ve vakum kullanılır. Bu amaçla hastadan alınan ölçülerden elde edilen alçı model ve vakumlu plak basma makineleri kullanılır (Pruzansky ve Park, 2016). Vakumlu plak basma makinesindeki element kızgın hale geldiğinde essix plak yumuşar ve aşağı doğru çukurlaşır. Yumuşayan essix plak alçı model üzerine preslenir. Daha sonra soğuması için vakumlu plak basma makinesinin soğutucu kolu çevrilir. Soğuması tamamlandıktan sonra dişetini 1mm kapsayacak şekilde plak kesilerek aparey hazırlanır (Kamiloglu, 2015). 3 boyutlu yazıcılar ile üretim için dijital tarayıcılar ile ağız içi tarama ile dijital model elde edilir. Alçı modeller aynı şekilde dijital tarayıcılar ile taranarak dijital model oluşturulabilir. Bu sistemde bilgisayar destekli görsel düzenleme ve seviyelendirme sonrası 3 boyutlu baskı sistemleri ile direkt plak üretilir. 3 boyutlu yazıcılar ile üretilen essix plaklar vakumla şekillendirme yöntemine göre üstün netlikte ve minimal geometrik hata ile üretilir (Malik ve diğerleri, 2017). 3D yazıcıların kullanımı ile zamandan ve iş gücünden tasarruf edilir. Fakat vakum ile şekillendirme yönteminin daha ucuz, daha ulaşılabilir, kullanımının kolay olması nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır (Jindal ve diğerleri, 2019).

Essix plakların avantajları;

- İnce ve şeffaf olması, estetik ve kullanım kolaylığı sağlar.(Proffit ve diğerleri, 2006).
- Essix plaklar ile sabit retainer uygulamaları karşılaştırıldığında ise essix plaklar hijyen sağlama kolaylığı nedeniyle daha avantajlıdır (Forde ve diğerleri, 2018).
- Essix plakların üretiminin kolay ve ucuz olması diğer önemli avantajlarından (Jäderberg ve diğerleri, 2012).

Essix plakların dezavantajları ise;

- Her iki çenede retansiyon apareyi olarak kullanılması kalınlığı nedeniyle okluzyonu bozabileceği için tercih edilmemelidir. Bu sorunun çözümü için üst çenede essix plak, alt çenede sabit retansiyon apareyi kullanımı önerilmektedir (Angle, 1899).
- Deepbite hastalarda hawley apareyinde olduğu gibi kapanışın daha fazla derinleşmesini kontrol edemez. Bu hastalarda kullanımına dikkat etmek gereklidir (Proffit ve diğerleri, 2006).
- Uzun süreli kullanım sonrası renklenme ve kırılma olabilir (Proffit ve diğerleri, 2006).

- Dişlerin okluzal yüzeyini de kapladığı için okluzal settling oluşmasını engeller (Sauget ve diğerleri, 1997).

Essix plaklar ve sabit retainer apareylerinin başarısını değerlendiren Tynelius ve diğerlerinin (2010) çalışmasında değerlendirilen ölçütler; interkanin ve interpremolar mesafe değişimi, diş pozisyonlarının değişimi, overjet ve overbite, ark uzunluğudur. 1 yıl sonunda yapılan karşılaştırmalarda retansiyon apareyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yalnızca mandibular interkanin mesafede, ark uzunluğunda ve overbite’da küçük değişimler olduğu bildirilmiştir.

Rowland ve diğerleri (2007) essix plaklar ve hawley apareyinin uzun dönem retansiyon başarısını karşılaştırmışlardır. Hawley apareyi uygulanan 196 ve essix plak uygulanan 201 birey olmak üzere toplam 397 birey çalışmaya dahil edilmiştir. 6 ay sonra maksiller ve mandibular diş pozisyonları, rotasyonlar, interkanin ve interpremolar mesafeler değerlendirilmiştir. 6 ay sonunda hawley grubunda keser dişlerin essix grubuna göre daha fazla hareket ettiği bulunmuştur. Bu değişim mandibular keserlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken maksiller keserlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmanın sonucuna göre mandibula ve maksilla ön bölgede essix plak kullanan hastalarda stabilizasyonun daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Essix plaklar ve hawley apareylerinin başarısı ve hasta memnuniyetini Hichens ve diğerleri (2007) karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 397 birey dahil edilmiş ve bu bireyler 6 ay boyunca takip edilmiştir. 6 ay sonunda yapılan ankette essix plakların hawley apareyelerine göre daha kullanışlı olduğu ve bu nedenle daha çok tercih edildiği görülmüştür. Ayrıca hawley apareyelerinde essix plaklara göre daha fazla kırık olduğu gözlemlenmiştir.

Retansiyon apareyi kullanan bireylerde diş mobilitesi değerlendiren çalışmada hawley apareyi kullanan 29 birey ve essix plak kullanan 16 birey olmak üzere 45 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Ölçümler braketler çıkartıldıktan hemen sonra ve apareyler uygulandıktan 1 hafta, 1 ay, 2ay, 3 ay, 6 ay, 9 ay ve 12 ay sonra periotest cihazı ile yapılmıştır. Hawley grubunda ilk ölçüm ve 2ay, 3 ay, 6 ay sonra yapılan ölçümlerde essix plak uygulanan gruba göre dişlerde daha fazla mobilite olduğu bulunmuştur. Daha sonraki zamanlarda ise her iki grupta mobilite değerlerinin düştüğü ve benzer olduğu bulunmuştur. Uzun dönemde her iki retansiyon apareyinde diş mobilitelerinin benzer düzeyde olduğu bildirilmiştir (Balcı ve diğerleri, 2021).

Eroğlu ve diğerleri (2019) essix plaklar, hawley apareyleri ve sabit retainer uygulamalarının peridontal dokular ve tükürük mikrobiyal düzeylerini karşılaştırmıştır. 45 hasta randomize olarak 15'er kişi olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Plak indeksi, dişeti indeksi, sondalama derinliği ve sondalamada kanama olmak üzere 4 ölçüt değerlendirilmiştir. retansiyon apareyi uygulanmadan önce, retansiyon apareyi uygulandıktan 1 hafta, 5 hafta ve 13 hafta sonra yapılmış ve bu zamanlarda tükürük örneği alınmıştır. Üç apareyde de tükürükte Streptokok Mutans düzeylerinde, plak indeksi, dişeti indeksi, sondalama derinliği ve sondalamada kanamada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tüm peridontal parametrelerde ilk ölçümden son ölçüme kadar geçen zamanda anlamlı bir düşüş olduğu bulunmuştur. Sonuçta ortodontik tedavi tamamlandıktan sonra uygulanan üç retansiyon apareyinde de ağız hijyeninin iyileştiği bildirilmiştir.

2.2.1.1.3. Anterior Clip Tip Retansiyon Apareyi

Genellikle posterior dişlerinde çapraşıklık olmayıp keser dişlerde diastema veya rotasyon düzeltimi sonrası kullanılan akrilikten yapılan hareketli retansiyon apareyidir. Sadece keser dişler bölgesini kapladığı için küçük hacimlidir. Apareyin en büyük avantajı apareyin küçük olması nedeniyle kullanımı ve hasta adaptasyonu kolaydır. Fakat posterior dişleri saran bir parçası olmadığı için uzun dönemde posterior dişlerde uzama ve overbite'da azalma görülmesi apareyin önemli bir dezavantajıdır (Proffit ve diğerleri, 2006).

2.2.1.1.4. Wraparound Retansiyon Apareyi

Akrilik palatinal plak ve dişlerin vestibülünde molardan karşı molara uzanan paslanmaz çelik telden oluşan retansiyon apareyi hiçbir retansiyon kroşe elemanı içermemektedir (Rinchuse ve diğerleri, 2007). Tam sürmemiş molar dişlerin varlığında dişlerin okluzal yüzeyi kapanmadığı için sürmesini engellememesi, distale devrilmiş molar dişlerin u loop ile düzeltimine imkan vermesi, iyi bir retansiyon sağlaması, laboratuvar aşamasının kolay olması önemli avantajlarıdır (Rinchuse ve diğerleri, 2007; Sahoo ve Pattanaik, 2016). En önemli dezavantajı ise tel bükümlerinde uyumun kaybedilmesinin kolay olması nedeniyle nüks olma ihtimalinin yüksek olmasıdır (Sahoo ve Pattanaik, 2016).

2.2.1.1.5. Positioner Retansiyon Apareyi

Positioner apareyi silastik malzemeden yapılmış her iki çeneyi birarada tutan, dişlerin tüm yüzeyini saran retansiyon apareyidir (Rinchuse ve diğerleri, 2007). Ortodontik tedavi sonrası dişlerin konumlarında minör değişimleri yapabilme imkanı vermesi ve dolayısıyla daha iyi bir okluzyona ulaşmayı sağlaması, overjet kontrolü, dudak kompotensini sağlaması önemli avantajlarıdır. Apareyin dayanıksız olması, kullanımının zor olması nedeniyle hasta uyumunun sağlanamaması, deepbite hastalarda overbite miktarında artışa sebep olması apareyin dezavantajlarıdır (Park ve diğerleri, 2008).

2.2.1.2. Sabit Retansiyon Apareyleri

2.2.1.2.1. Standart Retainer Telleri ile Uygulanan Retansiyon Apareyi

Çeşitli tel tiplerinin, maksilla ve mandibula anterior bölgelerdeki dişlerin lingual yüzeylerinde singulumlarına yapıştırılmasıyla yapılan pekiştirme tipidir (Zachrisson, 2007). Mandibular keser bölgedeki sekonder çapraşıklık önlemek için özellikle mandibulada sıklıkla tercih edilir. Birçok çalışma, uzun vadede dental ark uzunluğunun azalması nedeniyle oluşabilecek çapraşıklık önlemenin tek yolunun sabit retainerlar olduğunu öne sürmüştür (Cerny, 2001; Sinclair ve Little, 1983). Yapılan bir çalışma 15 yıl sonra bile sabit retainer uygulanan hastalarda nüks olmadığını göstermiştir (Zachrisson, 2007).

Büyüme ve gelişim sırasında alt çenenin diferansiyel büyümesiyle yani mandibulanın maksilladan daha fazla ve uzun süre anteriora büyümesiyle; mandibular keserler, dudağın ve üst keserlerin uygulayacağı kuvvete maruz kalırlar. Bu kuvvetler sonucunda mandibular keserler disto-lingual tippinge zorlanır. 16-20li yaşlarda devam eden hafif büyüme bile keserlerde çapraşıklık nedeni olabilir. Oluşabilecek çapraşıklık önlemek için uzun süre sabit retainerlar ile retansiyon sağlanmalıdır (Proffit ve diğerleri, 2006).

Frenulum nedeniyle oluşmuş maksiller santral dişler arasındaki diastemanın ortodontik tedavi ile kapatılması sonrasında frenektomi yapılmış olsa nüks olabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Nüksün önlenmesi için uzun süreli sabit retansiyon apareyi

uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Moffitt ve Raina, 2015; Proffit ve diğerleri, 2006). Özellikle posterior bölgede implant veya köprü gövdesi boşluğunu korumak için kalın bir telin komşu dişlere yapıştırılmasıyla retansiyon sağlanabilmektedir (Proffit ve diğerleri, 2006). Çekimli vakalarda, çekim yapılan bölgede diastema oluşumunu önlemek için çekim bölgesine veya çekim yapılan bölgenin distaline kadar uzanan sabit retainer uygulanmalıdır (Forde ve diğerleri, 2018).

Sabit retainer uygulamalarında kullanılan farklı tel çeşitleri bulunmaktadır. 1970'li yıllarda 0,025-0,036 inç kalınlığında, kanin kanin arası bölgeye uygulanan bonded retainerlar kullanılmıştır. Bu tellerin materyali, yuvarlak paslanmaz çelik tel ve elgiloy tipi alaşımlardır (Knierim, 1973; Rubenstein, 1976). 1980 yıllarından sonra, sabit retainer uygulamalarında çok sarımlı teller kullanılmaya başlanmıştır. Bu tellerin çapları 0,015-0,032 inç aralığında değişmektedir (Sheridan, 1988; Zachrisson, 1982).

Son yıllarda, estetik amaçla glassfiber kompozit retainerlar kullanılmaya başlanmıştır. Glassfiber kompozit retainerların çok sarımlı tellere göre esneme özelliği ve başarı oranı da çok sarımlı tellere göre daha düşüktür (Tacken ve diğerleri, 2010).

Günümüzde daha sıklıkla kullanılan kalın ve ince sarımlı olmak üzere 2 tip retainer teli bulunmaktadır. Kalın olan 0,030-0,033 inç, ince sarımlı olan 0,0215 inç kalınlığındadır. Kalın olan retainer telleri, sadece kanin dişlere yapıştırılarak kanin kanin arası uygulanan tellerdir (Zachrisson, 2007). İnce sarımlı teller, dahil edilecek tüm dişlere bondlanarak uygulanır. Bu tellerin avantajı esnek olması ve yüzey pürüzlülüğüdür (Bearn, 1995).

Kalın tel ve ince sarımlı tellerin kullanım endikasyonları birbirinden farklıdır. Kalın retainer tellerinin;

- Şiddetli alt keser çapraşıklığının veya rotasyonunun düzeltildiği,
- Mandibular kanin kanin arası mesafenin değiştirildiği,
- Mandibular keserlerin kemik kaideye ileri- geri konumunun fazla değiştirildiği,
- Hafif çapraşıklıkların çekimsiz ortodontik tedavi ile tedavi edildiği,
- Deepbite tedavi edildiği hastalarda uygulanması önerilmiştir (Lee, 1981).

İnce sarımlı retainer tellerinin;

- Orta hat diasteması kapatıldığında,
- Polidiastema tedavisinde,

- Yetişkin ortodontik tedavisinde,
- Anterior dişlerde rotasyon düzeltimi yapıldığında,
- Palatinalde konumlu olan gömülü kanin dişlerin sürdürüldüğü tedavilerde uygulanması önerilmiştir (Zachrisson, 1982).



Resim 2.2. Maksilla ve mandibula sabit retainer uygulaması (Üstdal ve diğerleri, 2019)

Watted ve diğerleri (2001) retainer uygulama sonrasında oluşabilecek diş hareketlerini değerlendiren bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla yalnızca kanin dişlerden sabitlenmiş retainer grubu, anterior 6 dişten sabitlenmiş retainer grubu ve kontrol grubu olarak hareketli retansiyon apareyi grubu olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur. Çalışmada yalnızca kaninleri bondlanan grupta diğer gruba göre keser dişlerde anlamlı bir mobilite farkı görülmüştür. Diş hareketliliğinin bondlanan diş sayısının artmasıyla azaldığı fakat tüm gruplarda diş hareketlerinin fizyolojik sınırlarda olduğu bildirilmiştir.

Sabit retainer uygulamasının en büyük dezavantajı tellerin kopması veya yapışkanlarının çıkması nedeniyle oluşan kayıplardır (Proffit ve diğerleri, 2006). İndirekt ve direkt yapıştırma yöntemlerinin başarı oranlarını karşılatırmak için yapılan çalışmada 64 birey çalışmaya dahil edilmiş ve randomize olarak eşit 2 gruba ayrılmıştır. Uygulanan retainerların kontrolü için bireyler 12 ay ve 24 ay sonra çağırılmıştır. Çalışmada mandibular interkanin ve interpremolar mesafede değişim değerlendirilmiştir. 2 yıl sonunda indirekt retainer uygulanan grupta %43, direkt retainer uygulanan grupta %37 oranında en az bir dişinde tutucunun çıkmış olduğu bildirilmiştir. İstatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grupta da kayıpların kanin dişlerde, keser dişlere göre daha az olduğu tespit edilmiştir. İnterkanin ve interpremolar mesafelerde ise iki grupta da klinik

olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Egli ve diğerleri, 2017).

Literatürde retainer başarısızlık oranlarıyla ilgili birçok çalışma mevcuttur (Egli ve diğerleri, 2017; Iseri ve Solow, 1996; Watted ve diğerleri, 2001; Zachrisson, 1997; Zachrisson ve Büyükyılmaz, 2012). Bu çalışmaların sonuçlarında görülen farklılıkların nedenleri; uygulanan retainerin diş yüzeylerine yeterli adaptasyonunun sağlanması, karşı dişle okluzal interferans olmaması, adeziv rezinin uygulama farklılığı ve düzgün şekillendirilmesi, yeterli miktartlı adeziv rezin uygulanmasıdır (Zachrisson ve Büyükyılmaz, 2012). Maksilla anterior bölgede retainer uygulamalarında kaninler dahil edildiğinde başarı oranının çok düştüğü bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak lateral kesici ve kanin diş arası bölge gösterilmiştir. Genç ve adölesan hastalar için önerilen retainerın, maksillada ön dört keser dişi kapsayacak şekilde yapılması önerilmiştir (Zachrisson, 2007). Ayrıca retainer telinin dişlere uygulandığında tamamen pasif olması dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur (Zachrisson ve Büyükyılmaz, 2012).

Retainer uygulamaları, hasta kooperasyonundan bağımsız olduğu için uzun süreli kullanım için elverişlidir ve tedavi sonuçlarının stabilitesi iyidir (Wong ve Freer, 2005). Yapılan çalışmalar, retainer kullanım süresinin en az 10 yıl olması gerektiğini göstermektedir. Bu sürenin, postpubertal büyüme ve üçüncü molar dişlerin sürmesi sırasında oluşabilecek nüksü önlemek açısından önemli olduğu belirtilmiştir (Iseri ve Solow, 1996; Zachrisson, 1997; Wong ve Freer, 2005).

Sabit retainer uygulamalarının en önemli dezavantajlarından biri ağız hijyeni sağlamanın zorlaşmasıdır. Hasta diş ipini yeterli düzeyde kullanabiliyor ve hijyen sağlamakta zorluk yaşamıyor ise retainer telinin ömür boyu ağızda kalmasında herhangi bir sakınca yoktur. Fakat ağız hijyeni sağlamakta zorluk yaşayan hastalarda sabit retainer teli bir süre sonra çıkartılıp uzun süre hareketli retansiyon apareyi kullanması önerilmektedir (Zachrisson, 2007).

2.2.1.2.2. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Pekiştirme Apareyleri

Kompozit materyallerin içine cam, polietilen, karbon ve aramid liflerinin eklenmesiyle elde edilen apareyin yapıştırma dayanımı ve klinik dayanım bakımından standart pekiştirme telleriyle arasında bir fark bulunmamaktadır (Ferreira ve diğerleri, 2000;

Sfondrini ve diğeri, 2014). Yapıştırma kuvvetinin iyi olması, dayanıklı olması, dişlerin yüzeylerine uyumunu sağlamanın kolay olması, korozyona uğramaması avantajlarıdır (Sfondrini ve diğeri, 2014). En büyük dezavantajı ise rijiditesinin yüksek olması nedeniyle dişlerin fizyolojik hareketine izin vermemesi ve ankiloz riskini arttırmasıdır (Cacciafesta ve diğeri, 2008).

2.2.1.2.3. Linglock Porselen Retansiyon Apareyi

Porselenden üretilmiş 2 parçadan oluşan ve bu parçaların birleşme alanında bir kilitleme mekanizması bulunan pekiştirme apareyidir. Her parça komşu dişlere yapıştırılarak uygulanır. Dişler arasında kalan bir parça olmadığı için diş ipi kullanımı kolaydır. Tamamen porselen olması nedeniyle estetik olması, kırılma riskinin düşük ve tamirinin kolay olması apareyin avantajlarıdır. Fakat maliyetinin fazla olması nedeniyle kullanımı oldukça kısıtlıdır (Amundsen ve Wish, 2005).

2.2.1.2.4. Memotain Retansiyon Teli

Memotain teller cad-cam teknikleri ile hazırlanmakta ve kontürları çok net ve fazla büküm yapılmadan elde edilmektedir. Bu sayede apareyin hasar görme ve kırılma ihtimali oldukça azalmaktadır. Bu teller standart retainer tellerine göre daha ince olduğu için daha az yer kaplamakta ve dişin fonksiyonel hareketlerine izin vermektedir. Ayrıca memotain tellerin deformasyon direnci fazla olduğu için kırılmalarda tekrar kullanılabilir. Yapımı için ölçü alınması ve bu ölçülerin üretici firmaya gönderilmesi nedeniyle aradaki zaman kaybı ve maliyetinin yüksek olması önemli dezavantajlarından (Aycan ve Goymen, 2019).

2.3. Ortodontik Tedavilerde Kullanılan Materyaller ve BPA

Ortodontik tedavi sonrası sabit retansiyon apareyi olan retainer tellerinin yapıştırılmasında kullanılan akıcı kompozitlerden BPA salınımını değerlendiren in-vitro bir çalışmada, 18 tane çekilmiş premolar diş 6 dişten oluşan 3 gruba ayrılmıştır. Işıkla sertleşen

3 farklı akıcı kompozit ile çekilmiş dişlerin lingual yüzeylerine lingual retainer uygulanmıştır. Dişler uygulamadan önce ve uygulamadan sonra 10 gün, 20 gün ve 30 gün boyunca çift distile suya batırılmıştır. Retainer uygulamadan önce dişlerin bulunduğu distile sudan alınan örnekte 0.16 µg/L, 10 gün sonra 1.05 µg/L, 20 gün sonra 2.44 µg/L ve 30 gün sonra 2.90 µg/L BPA tespit edilmiştir. Tüm gruplarda ölçülebilir düzeyde BPA salınımı olduğu, en fazla BPA salınımının ise 30. günde olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda kullanılan kompozit miktarının azaltılarak BPA salınım düzeyinin düşürülmesi önerilmiştir (Eliades ve diğerleri, 2011).

Sabit retansiyon apareyi olan retainer uygulamalarında kullanılan kompozitlerden BPA salınımını karşılaştırmak amacıyla 22 hastanın mandibular keser dişlerine lingual retainer uygulanmıştır. Bu hastalardan retainer uygulamadan önce, uygulamadan 30 dakika, 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra tükürük ve idrar örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde, lingual retainer uygulamasından 30 dk sonra BPA'nın anlamlı düzeyde yükseldiği tespit edilmiştir. Retainer uygulamasından 30 dk sonra alınan tükürük örneğinde en yüksek BPA seviyesi 20.889 ng/ml olarak bulunmuştur. Araştırmacılar, en yüksek çıkan BPA seviyesinin günlük alım dozunun çok altında olduğunu rapor etmiştir (Kang ve diğerleri, 2011).

Malkiewicz ve diğerleri (2015), 4 farklı ortodontik kompozitin HEMA, TEGDMA, UDMA düzeyleri ve BPA salınım düzeyini değerlendiren in-vitro çalışma yapmışlardır. Gruplar her bir kompozitten 20 numune 5 ayrı gruplara ayrılarak hazırlanmıştır. Tüm örnekler 1 saat, 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra elde edilmiştir. Çalışmada kompozitlerin tümünde araştırılan monomerlerin bulunduğu, bu kompozitlerin kimyasal olarak kararsız olduğu ve biyolojik olarak zararlı maddeleri uzun süre dışarı saldırdığı bulunmuştur. Tüm kompozitlerde en fazla BPA salınımının uygulamadan 1 saat sonra olduğu ve ilerleyen zamanlarda BPA seviyesinin düştüğü bildirilmiştir (Małkiewicz ve diğerleri, 2015). Aynı araştırmacıların yaptığı başka bir in-vitro çalışmada 4 farklı ortodontik kompozitlerden salınan BPA seviyesi, bis-GMA seviyesi değerlendirilmiştir. Solusyonda bekletilen örneklerden 1. saat, 1. gün, 1. hafta ve 30. günlerde numune alınmıştır. Çalışmada en yüksek BPA seviyesinin 1. saatte tespit edildiği ve 32.10µg/ml olduğu bulunmuş, 1. saatten- 30. güne kadar BPA salınımının düştüğü rapor edilmiştir. En yüksek bis-GMA seviyesinin 425.07µg/ml olduğu ve çalışmada kullanılan tüm kompozitlerin bis-GMA içerdiği bulunmuştur.

Ortodontik tedavilerde bonding aşamasında braketlerin yapıştırılmasında kullanılan kompozitler uzun süre ağız ortamında kaldığı için BPA salınımı açısından önemli bir risk

faktörüdür (Kloukos ve diğerleri, 2015). Braket yapıştırımda kullanılan ışıkla sertleşen ortodontik kompozitlerden BPA salınımı değerlendirmek amacıyla Kloukos ve diğerleri (2015) 20 hasta üzerinde çalışma yapmışlardır. Tüm hastaların alt ve üst çenelerine toplam 24 adet braket yapıştırılmıştır. BPA düzeyi hastalardan uygulama öncesi ve hemen sonra alınan ağız çalkalama suları ile değerlendirilmiştir. Hastalar 2 gruba ayrılmıştır. 1. grup ağız çalkalamak için musluk suyu kullanırken, 2. grup 5 ml etanol içeren deiyonize su ile ağız çalkalamışlardır. Uygulamadan önce hastaların ağız çalkaladıkları musluk suyunda 130 ng/L, %5 etanol içeren suda 150 ng/L BPA bulunmuştur. Uygulamadan hemen sonra ağız çalkaladıkları musluk suyunda 277 ng/L, %5 etanol içeren suda 194 ng/L; 1. çalkalamadan hemen sonra 2. ağız çalkaladıkları musluk suyunda 180 ng/L, %5 etanol içeren suda 128 ng/L BPA bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda en yüksek BPA seviyesinin uygulamadan hemen sonra olduğu ve zamanla azaldığı ve başlangıç seviyesine yaklaştığı gözlenmiştir.

Sasaki ve diğerlerinin (2005) yaptığı çalışmada, 9 farklı kompozit materyalinden salınan BPA düzeyi değerlendirilmiştir. 21 hastanın dişine aynı büyüklükte kavite hazırlanmıştır. Her kavite 0.1 gr kompozit reçine ile doldurulmuş ve restorasyondan hemen sonra tükürük örneği alınmıştır. Alınan tükürük örneklerinde ortalama 100 ng/ml BPA olduğu tespit edilmiştir. Yazarlar, BPA'nın tükürükteki aerobik bakteriler tarafından çözündüğünü ve BPA'nın bu yolla tükürükte tespit edildiğini bildirmişlerdir. Kompozit restorasyon sonrası ağız çalkalamanın tükürükteki BPA düzeyini anlamlı derecede düşürebileceği rapor edilmiştir.

ışıkla sertleşen ve kimyasal olarak sertleşen iki farklı kompozit ile braketleme sonrası BPA salınımının değerlendirildiği Manoj ve diğerlerinin (2018) çalışmasında. 40 hasta 2 gruba ayrılmış ve bu hastalardan braketleme öncesi, braketleme yapıldıktan 30 dk, 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra tükürük örnekleri alınmıştır. Kimyasal olarak sertleşen kompozitte en fazla BPA salınımının uygulamadan 30 dk sonra olduğu ve ışıkla sertleşen kompozite göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla BPA salınımı olduğu bulunmuştur. Her iki kompozitte de BPA seviyesinin zamanla azaldığı bildirilmiştir.

Kloukos ve diğerlerinin (2013) 11 yayını kapsayan meta-analiz çalışmasında ortodontik kompozitlerin BPA seviyeleri karşılaştırılmıştır. İn-vivo çalışmalarda ortodontik kompozitlerden BPA salınımının 0.85-20.88 ng/ml arasında, in-vitro çalışmalarda 65,67 mg/L'ye kadar olduğu bildirilmiştir. Bis-GMA ve TEGDMA düzeylerinin in-vitro çalışmalarda sırasıyla 10 µL başına 64 ve 174 mg seviyelerine ulaştığı bildirilmiştir.

Ortodontik tedavilerde retansiyon aşamasında kullanılan hareketli aparey olan essix plaklar ve sabit retansiyon apareylerinin yapıştırılmasında kullanılan kompozit adezivlerin BPA salınım düzeylerini karşılaştırmak için Kotyk ve Wiltshire (2014) yapay tükürük örnekleri kullanarak çalışma yapmışlardır. Essix plak ve kompozit adezivler yapay tükürüğe daldırıldıktan 2 hafta sonra kadar örnekler alınmıştır. Essix plaktan salınan BPA seviyesi 7.63 µg/g, ortodontik adezivden salınan BPA seviyesi 2.75 µg/g olarak bulunmuştur. Her iki grubun bulunduğu yapay tükürükten alınan örneklerde 3. güne kadar BPA tespit edilmiş, daha sonraki zamanlarda alınan örneklerde BPA tespit edilmemiştir. Çalışmada her iki materyalden salınan BPA seviyelerinin günlük alım dozunun altında olduğu fakat düşük doz BPA maruziyetinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin olabileceği bildirilmiştir.

Ortodontik klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılan retansiyon apareyleri sabit retansiyon apareyleri, essix plaklar ve hawley apareyleridir (Bayır ve Bolat, 2021). Raghavan ve diğerlerinin (2017) yaptığı çalışmada vakumla şekillendirilmiş essix plakların, ısı ile aktive olan akrilikle yapılan hawley apareyinin ve kimyasal olarak sertleşen akrilik ile yapılan hawley apareyinin BPA salınım seviyeleri değerlendirilmiştir. Randomize seçilen 45 hastadan apareyler yerleştirilmeden, yerleştirildikten 1 saat, 1 hafta ve 1 ay sonra olmak üzere 4 ayrı tükürük örneği alınmıştır. En fazla BPA seviyesi, apareyler takıldıktan sonra alınan tükürük örneklerinde bulunmuştur. En fazla BPA salınımının essix plaklarda olduğu bulunmuştur. Essix plaklardan sonra kimyasal olarak sertleşen akrilik ile yapılan hawley apareyinde ve en az BPA salınımı ısı ile aktive olan akrilikle yapılan hawley apareyinde bulunmuştur. Essix plaklarda BPA seviyesi, 1. haftaya kadar artış göstermiş ve 1. haftadan sonra 1. aya kadar zamanla azalmıştır. Hawley apareyinde ise BPA seviyesi 1. saatten sonra ilk hafta azalmış fakat 1. ayın sonuna doğru artış göstermiştir. Yazarlar apareylerin kullanımında BPA salınım düzeylerinin dikkate alınması gerektiğini ve çalışmanın sonucuna göre ısı ile aktive olan akrilikle yapılan hawley apareyinin BPA salınım düzeyi düşük olduğu için klinik kullanımını önermişlerdir.

Arnis ve diğerleri (2022) hareketli retansiyon apareylerinin BPA salınım düzeylerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada vakumla şekillendirilmiş essix plakların, ısı ile aktive olan akrilikle yapılan hawley apareyinin ve kimyasal olarak sertleşen akrilik ile yapılan hawley apareyinin BPA salınım düzeyleri değerlendirilmiştir. Çalışmada üç aparey yapay tükürüğe yerleştirildikten 1 saat, 1 hafta ve 1 ay sonra örnekler alınmıştır. En yüksek BPA seviyesi essix plaklarda, en düşük BPA seviyesi ise kimyasal olarak sertleşen akrilik ile yapılan hawley apareyinde bulunmuştur. Tüm gruplar arasında BPA seviyesi istatistiksel olarak

anlamli düzeyde farkli bulunmuştur. Grupların hiçbirinde BPA seviyesinin 11.98 ng/ml'den fazla olmadığı, bu değerin günlük BPA alım dozunun altında olduğu bildirilmiştir.

Ortodontik tedavide kullanılan yapıştırma ajanlarında bis-GMA ve bis-DMA olduğu ve bu ajanların artık monomer olarak ağız ortamına geçebildiğini gösteren çalışmalar bulunmasına rağmen bazı çalışmalar dental materyallerden BPA geçişinin asıl nedeninin bis-DMA olduğunu öne sürmüştür (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Eliades ve diğerleri, 2007; Schmalz ve diğerleri, 1999; Watanabe ve diğerleri, 2001). Birçok çalışma ortodontik materyallerden salınan BPA maruziyetinin günlük alım dozunun altında olduğunu, sitotoksik ve östrojenik olumsuz bir etki yaratmadığını göstermektedir (Arnis ve diğerleri, 2022; Kloukos ve diğerleri, 2013, 2015; Kotyk ve Wiltshire, 2014; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017; Sasaki ve diğerleri, 2005). Literatürde düşük doz BPA maruziyetinin de dikkate alınması gerektiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Eliades ve diğerleri, 2009; Watanabe ve diğerleri, 2001).

Yapılan birçok çalışmada ortodontik tedavide retansiyon aşamasında kullanılan sabit lingual retainerların uygulanmasında kullanılan kompozitlerin, essix plakların ve hawley apareylerinin BPA salınımı yaptığı gösterilmiştir (Bearn, 1995; Gill ve diğerleri, 2007; Kloukos ve diğerleri, 2013, 2015; Manoj ve diğerleri, 2018; Rubenstein, 1976; Sasaki ve diğerleri, 2005; Schmalz ve diğerleri, 1999). Bu apareylerden salınan BPA konsantrasyonları, BPA maruziyetinin toksite seviyesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Fakat literatürde bu apareylerin tümünü karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu apareylerden hangisinde daha fazla salınım olduğu, hangi apareyin insan sağlığı için daha güvenilir olduğu karşılaştırılmamıştır.

Bu çalışmanın H0 hipotezi: "bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainerların, bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainerların, essix plakların ve hawley apareylerinin BPA salınım düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur." olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada birincil amaç: Uzun süre ağız ortamıyla temasta kalan retansiyon apareylerinin BPA salınım düzeylerinin tespit edilmesi ve bu apareylerden BPA salınım düzeyi en az olan apareyin belirlenmesidir. İkincil amaç: sabit lingual retainer uygulanmasında kullanılan kompozitlerin içeriğine göre BPA salınım düzeyindeki farklılıkların değerlendirilmesidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Bu tez çalışması için 10.03.2021 tarihinde Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2021/01 protokol numaralı etik kurul onayı alınmıştır. Çalışmamız Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından DHF-21010 proje numarası ile desteklenmiştir. Bu çalışmaya Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda ortodontik tedavi görmüş ve tedavisi tamamlanmış çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden 120 birey dahil edilmiştir. Örneklem büyüklüğü hesaplanmasında G- power 3.1.9.4 programı kullanılmıştır. Araştırmadaki örneklem hacminin hesaplanmasında konu ile ilgili literatür incelenerek, mevcut çalışmamıza benzerlik gösteren Raghavan ve diğerlerinin (2017) "Comparative evaluation of salivary bisphenol A levels in patients wearing vacuum-formed and Hawley retainers: An in-vivo study" isimli çalışması kullanılmıştır. Çalışma verileri kullanılarak elde edilen etki büyüklüğü 0,569 olarak hesaplanmıştır. Bu değer yüksek olduğundan büyük etki büyüklüğü değeri olan 0.40 ile hesaplama yapılmış ve örneklem büyüklüğü her grupta 29 olacak şekilde 4 grup için toplam 116 olarak hesaplanmıştır. Analizde, tip 1 hata oranı 0,05 ve çalışmanın gücü 0,95 alınmıştır. Bu çalışmaya örneklerde kayıp olması veya çalışmaya katılan bireylerin belirtilen zamanlarda gelmemesi gibi nedenlerle çalışma dışı bırakılma ihtimali gözönünde bulundurularak her grupta 31'er birey olmak üzere 124 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara sözlü ve yazılı olarak bilgi verilmiş; aydınlatılmış onam formları imzalatılmıştır.

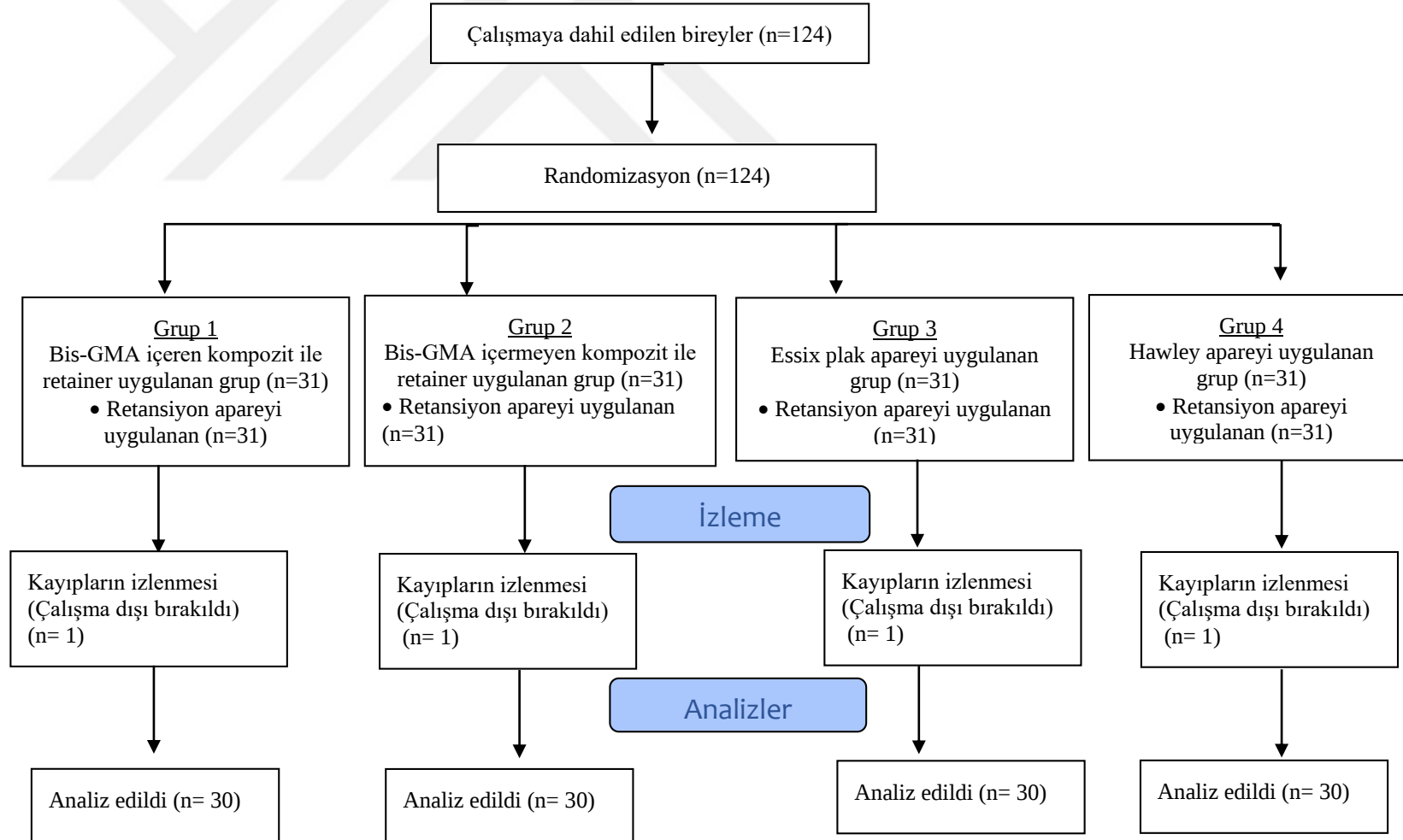
Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

1. 10-18 yaş aralığında olması,
2. Ortodontik tedavisinin tamamlanmış olması,
3. Herhangi sistemik rahatsızlığının olmaması,
4. Ağız hijyeninin iyi olması,
5. Sigara içmemesi,

6. Benzin istasyonu, şantiye veya akrilik ile ilgili işler gibi kronik BPA salınımına maruz kalacakları işlerde çalışmamasıdır.



Tablo 3.1. Hasta akış şeması



3.2. Yöntem

Çalışmaya dahil edilen hastalar randomize olarak 4 gruba ayrılmıştır. Randomizasyon www.random.org web sitesi aracılığıyla yapılmıştır. Her grupta kadın ve erkek sayısı eşit olacak şekilde dağılım yapılmıştır (Tablo 3.2.). Birinci gruptaki hastalara bis-GMA içeren kompozit ile retainer (Reliance Orthodontic Flow Tain Low Viscosity W/TIPS, Illinois, A.B.D.), ikinci gruptaki hastalara bis-GMA içermeyen kompozit ile retainer (GC Ortho Connect Flow, Tokyo, Japan), üçüncü gruptaki hastalara essix plak (Supplies Atmos Thermoforming Material 0.40 inç, ABD), dördüncü gruptaki hastalara hawley apareyi (Dentaurum Orthocryl, Ispringen, Almanya) uygulanmıştır.

Tablo 3.2. Gruplardaki cinsiyet dağılımı ve minimum – maksimum yaş değerleri

	Cinsiyet		Yaş Aralığı
	Kız	Erkek	
1.Grup	15	15	10-18 yaş arası
2.Grup	15	15	10-18 yaş arası
3.Grup	15	15	10-18 yaş arası
4.Grup	15	15	10-18 yaş arası

Ortodontik tedavisi tamamlanan gönüllülerin debonding yapıldıktan sonra uygulanan retansiyon apareylerinin kullanımı ve temizliğinin sağlanması hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Gönüllülere randevu günü de dahil olmak üzere rutin diş fırçalamaları ve uygulamadan en az 2 saat önce yiyecek veya içecek tüketmemeleri söylenmiştir. Ayrıca birçok ilaç tükürük sekresyonunu etkileyebileceği için ilaç kullanıyorlar ise en az 8 saat önce almaları söylenmiştir. Araştırma materyali, gönüllülerden toplam 4 kez olmak üzere belirli aralıklarla alınan tükürük örnekleri ile oluşturulmuştur. Birinci örnek; debonding yapıldıktan bir gün sonra retansiyon apareyi uygulanmadan önce (T0 zamanı), ikinci örnek; retansiyon apareyi uygulandıktan bir saat sonra (T1 zamanı), üçüncü örnek 1 hafta sonra (T2 zamanı) ve dördüncü örnek 1 ay sonra (T3 zamanı) alınmıştır.

3.2.1. Uygulanan Retansiyon Apareyleri

3.2.1.1. Bis-GMA İçeren Kompozit ile Uygulanan Sabit Lingual Retainer

Maksilla ve mandibulada kanin dişler de dahil olmak üzere anterior altı dişin lingual yüzeyleri, %37,5'luk fosforik asidin (Reliance Orthodontic Gel Etching Agent, Illinois, A.B.D.) 30 sn boyunca uygulanmasıyla pürüzlendirilmiş ve bond (American Orthodontics Brace Paste MTP primer, Wisconsin, A.B.D.) uygulanmıştır. Sabit lingual retainer uygulaması direkt yöntem ile hasta ağızında uyumlandırılarak yapılmıştır. Retainer telinin uyumlandırılması alt ve üst çene anterior dişlerin lingual yüzeylerinde maksimum temas edecek ve okluzal temaslar olmayacak şekilde tel ligatürler ile sabitlenerek yapılmıştır. Daha sonra sabit lingual retainer uygulanacak maksilla ve mandibulada kanin- kanin arası dişlerin lingual yüzeylerine retainer teli (Reliance Orthodontic Bond-A-Braid, Illinois, A.B.D.), bis-GMA içeren akıcı kompozit adeziv (Reliance Orthodontic Flow Tain Low Viscosity W/TIPS, Illinois, A.B.D.) ile her bir diş için 10 sn olmak üzere 60 sn ışıklanmasıyla yapıştırılmıştır.



Resim 3.1. Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan sabit lingual retainer uygulanmasında kullanılan asit, bond ve kompozit

3.2.1.2. Bis-GMA İçermeyen Kompozit ile Uygulanan Sabit Lingual Retainer

Maksilla ve mandibulada kanin dişler de dahil olmak üzere anterior altı dişin lingual yüzeyleri, %37,5'lik fosforik asidin (Reliance Orthodontic Gel Etching Agent, Illinois, A.B.D.) 30 sn boyunca uygulanmasıyla pürüzlendirilmiştir. Uygulanan kompozit sistemi tek

aşamalı olduğu için ayrıca bond uygulaması yapılmamıştır. Sabit lingual retainer uygulaması direkt yöntem ile hasta ağızda uyumlandırılarak yapılmıştır. Retainer telinin uyumlandırılması alt ve üst çene anterior dişlerin lingual yüzeylerinde maksimum temas edecek ve okluzal temaslar olmayacak şekilde tel ligatürler ile sabitlenerek yapılmıştır. Sabit lingual retainer teli (Reliance Orthodontic Bond-A-Braid, Illinois, A.B.D.) Bis-GMA içermeyen akıcı kompozit adeziv (GC Ortho Connect Flow, Tokyo, Japonya) ile her bir diş için 10 sn olmak üzere 60 sn ışıklanmasıyla uygulanmıştır.



Resim 3.2. Bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan sabit lingual retainer uygulanmasında kullanılan asit ve kompozit

3.2.1.3. Essix Plak

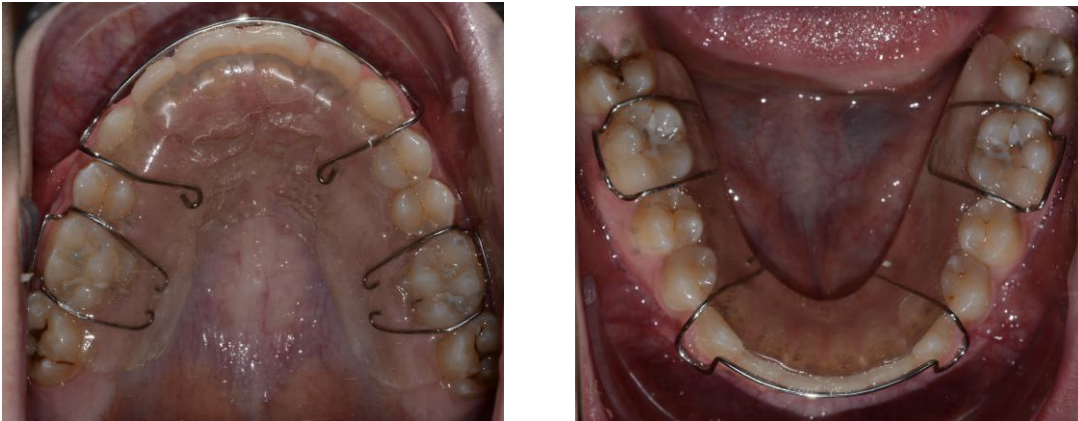
Tedavisi tamamlanan gönüllülerden maksilla ve mandibuladan aljinat ölçü maddesi ile ölçü alınmış ve sert alçı ile model elde edilmiştir. Elde edilen modeller üzerinde, essix plaklar vakumlu şekillendirme yöntemi ile (Dentsply Sirona, A.B.D.) hazırlanmıştır. Hastadan alınan alt ve üst çene ölçülerden alçı model elde edilmesinin ardından vakumlu plak basma makinesi (Supplies Atmos Thermoforming Material 0.40 inç, A.B.D.) ile essix plak yumuşatılarak alçı modele preslenmiştir. Vakumlu plak basma makinesinde soğutma tamamlandıktan sonra alt ve üst çenede dişetini bukkalde 1mm kapsayacak, üst çenede sert damağın ön kısmını kapsayacak ve alt çenede dişlerin lingual yüzeylerinde 1mm diş etini kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Essix plakların kullanım ve bakım talimatları hastaya sözlü olarak anlatılmıştır. Essix plaklar hastaya 22 saat süre ile kullanıdırılmıştır.



Resim 3.3. Essix plak ve vakumlu plak basma makinesi

3.2.1.4. Hawley Apareyi

Hawley grubundaki gönüllülerden aljinat ölçü maddesi ile ölçü alınmış ve sert alçı ile model elde edilmiştir. Elde edilen model üzerinde tutucu tel elemanlar yapılmış ve şeffaf akrilik materyalinden (Dentaurum Orthocryl, Ispringen, Almanya) aparey hazırlanmıştır. Tesviye ve polisaj işlemleri tamamlandıktan sonra hawley apareyi ağza takılmıştır. Apareyin 1 günde 22 saat kullanımı söylenmiştir. Hawley apareyinin kullanım ve bakım talimatları hastaya sözlü olarak anlatılmıştır.



Resim 3.4. Üst ve alt çene hawley apareyi uygulaması

3.2.2. Çalışma için Kayıtların Toplanması

Çalışmaya dahil olan gönüllülere uygulanan apareyler her kontrol seansında kontrol edilmiş, kullanım talimatları her seans tekrar anlatılmıştır. Gönüllülerden 4 ayrı zamanda tükürük örnekleri alınmıştır.

T0: Belirlenen retansiyon apareyi uygulanmadan önce

T1: Retansiyon apareyi uygulandıktan 1 saat sonra

T2: Retansiyon apareyi uygulandıktan 7 gün sonra

T3: Retansiyon apareyi uygulandıktan 30 gün sonra

3.2.3. Tükürük Örneklerinin Alınması

Debondingi yapılan gönüllülerde, ağız ortamında kalan kompozit artıkları nedeniyle tükürükteki BPA seviyesinin artması çalışmamızın sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Çalışmamızda alınan tükürük örneklerindeki BPA düzeyini doğru tespit edebilmek için debonding yapıldıktan 1 gün sonra gönüllüler tükürük örneği almak için kliniğe çağrılmıştır. Çalışmada alınan tükürük örnekleri uyarılmamış şekilde elde edilmiştir. Gönüllülerden 15 ml polipropilen tüplere (İSO Lab, Eschau, Almanya, Ürün kodu:078.02.007) 5 dk boyunca tükürükleri istenmiştir. Toplanan tükürük örnekleri analize kadar -80 derecede saklanmıştır.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Çalışmamızda, analitik kimyasal analizler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.3.1. Analitik Kimyasal Analiz ile Örneklerin Hazırlanması

Hazırlanan tükürük örneklerinden analiz yapılacak falcon tüpler, muhafaza edildiği dondurucudan çıkartılıp oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Tükürük örnekleri çözündürüldükten sonra gıda artıklarını çöktürmek için 4000 rpm hızda +4 oC santrifüj edilmiş ve üst faz ölçümleri için kullanılmıştır.

ELİSA kitin (Çin, Ürün kodu: 201-12-5295) içindeki stok standart (480 pg/mL) dilüe edilerek 240 pg/mL -15 pg/mL konsantrasyon aralığında standart hazırlanmıştır. Bunun için:

240 pg/mL	Standart No.5	120 µL stok standart + 120 µL standart dilüent
120 pg/mL	Standart No.4	120 µL Standart No.5 + 120 µL standart dilüent
60 pg/mL	Standart No.3	120 µL Standart No.4 + 120 µL standart dilüent
30 pg/mL	Standart No.2	120 µL Standart No.3 + 120 µL standart dilüent
15 pg/mL	Standart No.1	120 µL Standart No.2 + 120 µL standart dilüent

Hazırlanan örnek ve standartlar için kit içerisindeki özel antikor bağlı plateler kullanılmıştır.

1. Platelerdeki standart kuyucuklarına her bir standarttan 50 µL, örnek kuyucuklarına her bir örnekten 40 µL konuldu. Kör kuyucuğuna hiçbir şey eklenmemiştir.
2. Her bir örnek kuyucuğuna 10 µL antikor eklenmiştir.
3. Bütün kuyucuklara 50 µL HRP ilave edilmiştir.
4. Hazırlanan plate orbital shaker üzerinde 37°C' de 60 dakika inkübe edilmiştir.
5. İnkübasyon sonunda plate, yıkama tamponu ile 3 defa yıkanmıştır.
6. Bütün kuyucuklara 50 µL Substrat A ve 50 µL substrat B solüsyonu eklenip, plate karanlıkta 37°C' de 10 dakika inkübe edilmiştir.
7. İnkübasyon sonunda mavi renk oluşumu gözlenince, bütün kuyucuklara 50 µL durdurma solüsyonu konulup oluşan sarı rengin absorbansı 450 nm' de ölçülmüştür.
8. Standartların konsantrasyonlarına karşılık okunan OD değerlerine bağlı olarak standart grafiği çizildi. 4-parametre denklemi bulundu ve bu denklemden yola çıkılarak örneklerin konsantrasyonları hesaplanmıştır.

3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda, analitik kimyasal analiz sonucunda elde edilen veriler grup içi ve gruplar arasında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Örnek büyüklüğü hesaplamada her değişken için Power analizi en az %80 ve tip I hata %5 alınarak belirlenmiştir. Çalışmada Shapiro-Wilk ($n < 50$) testi ile bakılmış ve ölçümler normal dağılmadığından nonparametrik testler uygulanmıştır. Çalışmada sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; “Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum” olarak ifade edilmiştir. Ölçümlerin, Gruplara göre karşılaştırılmasında “Kruskal-Wallis H testi” kullanılmıştır. Ölçümlerin, gruplarda ayrı olmak üzere Periyotlar arası farkların karşılaştırılmasında “Friedman testi” kullanılmıştır. Kruskal-Wallis ve Friedman testlerini takiben, farklı grupları ve periyotları belirlemede ise “Bonferroni düzeltmeli Post-Hoc Testi” kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistiksel anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve analiz için SPSS (IBM SPSS for Windows, ver.26) istatistik paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışma, 4 grup ve her grupta 30 birey olmak olmak üzere toplam 120 gönüllü dahil edilerek tamamlanmıştır.

Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubunda incelenen tükürük örneklerinde T0 zamanında 17,05 – 55,55 (ortalama $29,698 \pm 11,04$) pg/ml, T1 zamanında 21,02 - 234,27 (ortalama $62,258 \pm 42,35$) pg/ml, T2 zamanında 20,09 – 162,93 (ortalama $68,28 \pm 25,75$) pg/ml, T3 zamanında 14,72 – 65,22 (ortalama $30,103 \pm 12,33$) pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir.

Bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda incelenen tükürük örneklerinde T0 zamanında 11,92 - 75,39 (ortalama $33,132 \pm 14,88$) pg/ml, T1 zamanında 28,08 – 143,55 (ortalama $62,430 \pm 22,01$) pg/ml, T2 zamanında 38,37 – 673,18 (ortalama $90,051 \pm 111,02$) pg/ml, T3 zamanında 14,58 – 81,26 (ortalama $32,866 \pm 13,52$) pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir.

Essix plak uygulanan grupta incelenen tükürük örneklerinde T0 zamanında 15,72 – 49,35 (ortalama $28,187 \pm 10,62$) pg/ml, T1 zamanında 17,15 – 84,51 (ortalama $43,299 \pm 16,33$) pg/ml, T2 zamanında 22,02 – 104,44 (ortalama $53,807 \pm 20,05$) pg/ml, T3 zamanında 13,99 – 53,07 (ortalama $30,402 \pm 11,29$) pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir.

Hawley aparatı uygulanan grupta incelenen tükürük örneklerinde T0 zamanında 15,80 – 52,42 (ortalama $30,623 \pm 10,73$) pg/ml, T1 zamanında 19,64 – 60,75 (ortalama $37,784 \pm 11,33$) pg/ml, T2 zamanında 19,69 – 75,59 (ortalama $42,883 \pm 14,26$) pg/ml, T3 zamanında 16,16 – 49,45 (ortalama $29,713 \pm 9,55$) pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Tüm gruplarda farklı zamanlarda cinsiyetler arası karşılaştırma sonuçları

	Zamanlar	Cinsiyet	n	Ortalama	Standart sapma	Median	minimum	Maksimum	U	*p.
Grup 1	T0	Kadın	15	29,58	9,07	27,99	17,72	46,70	102.00	0,683
		Erkek	15	29,81	13,04	23,83	17,05	55,54		
	T1	Kadın	15	50,99	15,49	46,29	21,02	83,05	102.00	0,683
		Erkek	15	73,51	56,59	51,18	31,52	234,26		
	T2	Kadın	15	64,57	21,16	59,64	20,09	95,36	110.00	0,935
		Erkek	15	71,98	29,93	68,42	45,11	162,92		
	T3	Kadın	15	28,35	9,08	27,76	14,71	41,22	100.00	0,624
		Erkek	15	31,85	15,02	27,43	15,99	65,22		
Grup 2	T0	Kadın	15	32,11	13,25	32,65	11,92	59,30	108.00	0,870
		Erkek	15	34,14	16,76	28,12	17,47	75,38		
	T1	Kadın	15	60,45	16,83	58,77	28,07	94,48	108.00	0,870
		Erkek	15	64,40	26,67	60,88	31,01	143,54		
	T2	Kadın	15	109,09	70,14	156,59	38,36	673,18	111.00	0,967
		Erkek	15	71,00	15,18	70,65	45,26	104,63		
	T3	Kadın	15	31,96	11,06	31,99	16,77	55,55	107.00	0,838
		Erkek	15	33,76	15,94	29,18	14,57	81,25		
Grup 3	T0	Kadın	15	30,10	9,55	28,25	16,41	49,34	78.00	0,161
		Erkek	15	26,26	11,59	21,07	15,72	49,32		
	T1	Kadın	15	47,01	14,55	45,54	22,58	84,50	64.00	0,055
		Erkek	15	39,57	17,62	33,50	17,15	79,56		
	T2	Kadın	15	58,85	20,43	54,36	22,91	104,43	73.00	0,106
		Erkek	15	48,75	18,99	45,41	23,75	91,77		
	T3	Kadın	15	32,50	9,71	33,62	17,99	50,47	79.00	0,174
		Erkek	15	28,30	12,65	25,80	13,98	53,07		
Grup 4	T0	Kadın	15	32,91	12,24	31,70	16,19	52,42	90.00	0,367
		Erkek	15	28,32	8,80	28,57	15,79	50,81		
	T1	Kadın	15	38,39	12,75	36,62	19,64	59,88	109.00	0,902
		Erkek	15	37,16	10,26	36,64	19,69	60,75		
	T2	Kadın	15	44,27	16,26	43,18	19,69	75,58	101.00	0,653
		Erkek	15	41,49	12,35	41,94	19,69	71,53		
	T3	Kadın	15	31,22	11,10	28,85	16,16	49,45	102.00	0,683
		Erkek	15	28,19	7,77	29,22	16,68	46,20		

Mann Whitney U testi sonucuna göre cinsiyetler arası anlamlılık düzeyleri

*p. <0,05 anlamlılık düzeyi

T0: Aparey uygulanmadan hemen önce; T1: Aparey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparey uygulamasından 1 ay sonra

Tüm gruplarda farklı zamanlarda cinsiyetler arası karşılaştırma sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Buna göre tüm gruplarda kadın ve erkek arasında tükürükteki ortalama BPA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle çalışmada kadın ve erkek grupları birleştirilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 4.2. Farklı gruplarda farklı zamanlara göre tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyeleri

	Zaman	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	*p.	İkili Karşılaştırma
Grup-1	T0	29,698 ^a	11,04	17,05	55,55	,001	T0 – T1
	T1	62,258 ^b	42,35	21,02	234,27		T0 – T2
	T2	68,280 ^b	25,75	20,09	162,93		T1 – T3
	T3	30,103 ^a	12,33	14,72	65,22		T2 – T3
Grup-2	T0	33,132 ^a	14,88	11,92	75,39	,001	T0 – T1
	T1	62,430 ^b	22,01	28,08	143,55		T0 – T2
	T2	90,051 ^b	111,02	38,37	673,18		T1 – T3
	T3	32,866 ^a	13,52	14,58	81,26		T2 – T3
Grup-3	T0	28,187 ^a	10,62	15,72	49,35	,001	T0-T1
	T1	43,299 ^b	16,33	17,15	84,51		T0-T2
	T2	53,807 ^c	20,05	22,92	104,44		T1-T2
	T3	30,402 ^a	11,29	13,99	53,07		T1-T3 T2-T3
Grup-4	T0	30,623 ^a	10,73	15,80	52,42	,001	T0-T1
	T1	37,784 ^b	11,39	19,64	60,75		T0-T2
	T2	42,883 ^c	14,26	19,69	75,59		T1-T2
	T3	29,713 ^a	9,55	16,16	49,45		T1-T3 T2-T3

* Friedman testi sonucuna göre zamanlar arası anlamlılık düzeyleri

*p.<0,05 anlamlılık düzeyi

a,b,c: Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testine göre ölçüm periyotları arası farkı gösterir

T0: Aparey uygulanmadan hemen önce; T1: Aparey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparey uygulamasından 1 ay sonra

Bu çalışmada farklı gruplarda farklı zamanlara göre ortalama BPA seviyeleri tablo 4.2.'de gösterilmiştir. Buna göre Grup 1'de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. Bu kapsamda farkı oluşturan gruplar ikili karşılaştırma sütununda gösterilmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T3, T2-T3 zamanları arasındaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde birbirinden farklı bulunmuştur (p=0,001).

Grup-2'de ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T3, T2-T3 arasındaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde birbirinden farklı bulunmuştur (p=0,001).

Grup-3'te ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T2, T1-T3, T2-T3 arasındaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde birbirinden farklı bulunmuştur (p=0,001).

Grup-4'te ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T2, T1-T3, T2-T3 arasındaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde birbirinden farklı bulunmuştur (p=0,001).

Tablo 4.3. Grup 1’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları

Grup 1	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T0-T3	,000	,333	,000	1,000	1,000
T0-T1	-1,633	,333	-4,900	,000	,001
T0-T2	-2,367	,333	-7,100	,000	,001
T1-T3	1,633	,333	4,900	,000	,001
T2-T3	2,367	,333	7,100	,000	,001
T1-T2	-,733	,333	-2,200	,028	,167

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

p.<0,05 anlamlılık düzeyi

T0: Bis-GMA içeren kompozit ile yapılan retainer uygulanmadan hemen önce; T1: Bis-GMA içeren kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 saat sonra; T2: Bis-GMA içeren kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 hafta sonra; T3: Bis-GMA içeren kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 ay sonra

Grup 1’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesi değişiminin zamanlar arasındaki ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.3.’te gösterilmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T3, T2-T3 zamanları arasında tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur (p=0,001).

Tablo 4.4. Grup 2’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları

Grup 2	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T0-T3	-,333	,333	-1,000	,317	1,000
T0-T1	-1,733	,333	-5,200	,000	,001
T0-T2	-2,600	,333	-7,800	,000	,001
T1-T3	1,400	,333	4,200	,000	,001
T2-T3	2,267	,333	6,800	,000	,001
T1-T2	-,867	,333	-2,600	,009	,056

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Bis-GMA içermeyen kompozit ile yapılan retainer uygulanmadan hemen önce; T1: Bis-GMA içermeyen kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 saat sonra; T2: Bis-GMA içermeyen kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 hafta sonra; T3: Bis-GMA içermeyen kompozit ile yapılan retainer uygulamasından 1 ay sonra

Grup 2’de tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesi değişiminin zamanlar arasındaki ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.4.’te gösterilmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T3, T2-T3 zamanlarında tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur (p=0,001).

Tablo 4.5. Grup 3’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları

Grup 3	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T0-T3	-,667	,333	-2,000	,046	,273
T0-T1	-1,833	,333	-5,500	,000	,001
T0-T2	-2,833	,333	-8,500	,000	,001
T1-T3	1,167	,333	3,500	,000	,003
T2-T3	2,167	,333	6,500	,000	,001
T1-T2	-1,000	,333	-3,000	,003	,016

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Essix plak uygulanmadan hemen önce; T1: Essix plak uygulamasından 1 saat sonra; T2: Essix plak uygulamasından 1 hafta sonra; T3: Essix plak uygulamasından 1 ay sonra

Grup 3’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesi değişiminin zamanlar arasındaki ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.5.’te gösterilmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2 ve T2-T3 zamanlarında tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p=0,001$). Aynı şekilde T1-T3, T1-T2 zamanlarında da tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p=0,003$; $p=0,016$).

Tablo 4.6. Grup 4’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinin zamanlara göre ikili karşılaştırma sonuçları

Grup 4	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T0-T3	,200	,333	,600	,549	1,000
T0-T1	1,650	,333	4,950	,000	,001
T0-T2	2,550	,333	7,650	,000	,001
T1-T3	-1,450	,333	-4,350	,000	,001
T2-T3	-2,350	,333	-7,050	,000	,001
T1-T2	-,900	,333	-2,700	,007	,042

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Hawley apareyi uygulanmadan hemen önce; T1: Hawley apareyi uygulamasından 1 saat sonra; T2: Hawley apareyi uygulamasından 1 hafta sonra; T3: Hawley apareyi uygulamasından 1 ay sonra

Grup 4’te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesi değişiminin zamanlar arasındaki ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.6.’da gösterilmiştir. Buna göre T0-T1, T0-T2, T1-T3 ve T2-T3 zamanlarında tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p=0,001$). Aynı şekilde T1-T2 zamanlarında da tükürükte bulunan ortalama BPA seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($p=0,042$).

Tablo 4.7. Farklı zamanlarda farklı gruplara göre tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyeleri

	Grup	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	*p.	İkili Karşılaştırma
T0	Grup-1	29,698	11,04	17,05	55,55	,513	
	Grup-2	33,132	14,88	11,92	75,39		
	Grup-3	28,187	10,62	15,72	49,35		
	Grup-4	30,623	10,73	15,80	52,42		
T1	Grup-1	62,258 ^a	42,35	21,02	234,27	,001	G1 – G4 G2 – G3 G2 – G4
	Grup-2	62,430 ^a	22,01	28,08	143,55		
	Grup-3	43,299 ^b	16,33	17,15	84,51		
	Grup-4	37,784 ^b	11,39	19,64	60,75		
T2	Grup-1	68,280 ^a	25,75	20,09	162,93	,001	G1 – G4 G2 – G3 G2 – G4
	Grup-2	90,051 ^a	111,02	38,37	673,18		
	Grup-3	53,807 ^b	20,05	22,92	104,44		
	Grup-4	42,883 ^b	14,26	19,69	75,59		
T3	Grup-1	30,103	12,33	14,72	65,22	,815	
	Grup-2	32,866	13,52	14,58	81,26		
	Grup-3	30,402	11,29	13,99	53,07		
	Grup-4	29,713	9,55	16,16	49,45		

* Kruskal- Wallis H testi sonucuna göre gruplar arası anlamlılık düzeyleri

*p. <0,05 anlamlılık düzeyi

a,b,c: Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testine göre ölçüm periyotları arası farkı gösterir

T0: Aparey uygulanmadan hemen önce; T1: Aparey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparey uygulamasından 1 ay sonra

Bu çalışmada farklı zamanlarda farklı gruplara göre ortalama BPA seviyeleri tablo 4.7.'de gösterilmiştir. Buna göre T0 zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,513$).

T1 zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Bu kapsamda T1 zamanında ortalama BPA seviyesi; Grup1-Grup4, Grup2-Grup3, Grup2-Grup4 arasında birbirinden farklı bulunmuştur ($p=0,001$).

Benzer şekilde T2 zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Bu kapsamda T2 zamanında ortalama BPA seviyesi; Grup1-Grup4, Grup2-Grup3, Grup2-Grup4 arasında birbirinden farklı bulunmuştur ($p=0,001$).

T3 zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,815$).

Tablo 4.8. T1 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları

T1	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
Grup-4-Grup-3	9,917	8,981	1,104	,270	1,000
Grup-4-Grup-1	30,817	8,981	3,431	,001	,004
Grup-4-Grup-2	44,333	8,981	4,936	,000	,001
Grup-3-Grup-1	20,900	8,981	2,327	,020	,120
Grup-3-Grup-2	34,417	8,981	3,832	,000	,001
Grup-1-Grup-2	-13,517	8,981	-1,505	,132	,794

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T1: Retansiyon apareyi uygulamasından 1 saat sonra

T1 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.8.'de gösterilmiştir. Buna göre Grup 2-Grup 3 ve Grup 2-Grup 4'te T1 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). Aynı şekilde Grup 4- Grup 1'de T1 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,004$).

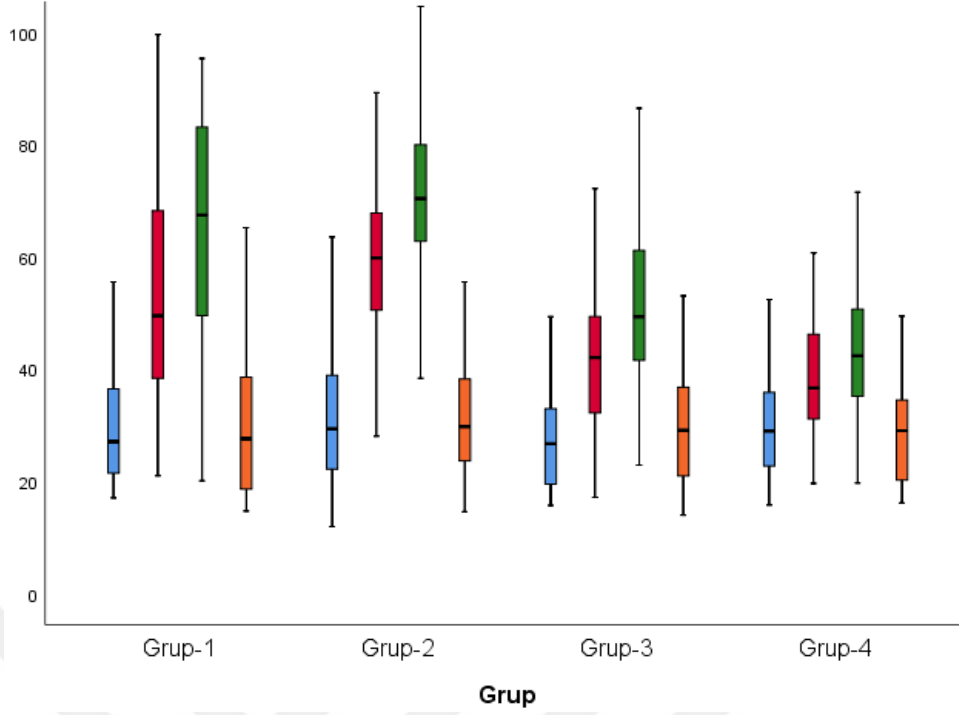
Tablo 4.9. T2 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları

T2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig. (p.)
Grup-4-Grup-3	18,833	8,981	2,097	,036	,216
Grup-4-Grup-1	41,233	8,981	4,591	,000	,001
Grup-4-Grup-2	50,200	8,981	5,589	,000	,001
Grup-3-Grup-1	22,400	8,981	2,494	,013	,076
Grup-3-Grup-2	31,367	8,981	3,492	,000	,003
Grup-1-Grup-2	-8,967	8,981	-,998	,318	1,000

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T2: Retansiyon apareyi uygulamasından 1 hafta sonra

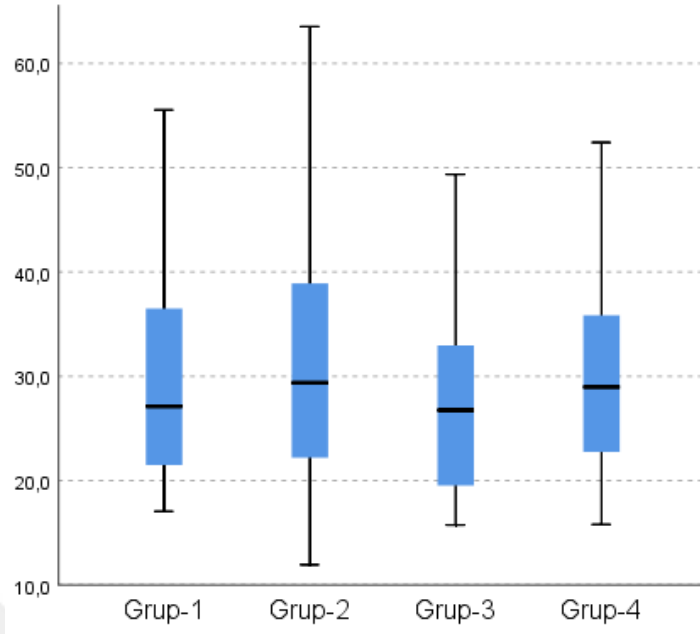
T2 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları tablo 4.9.'da gösterilmiştir. Buna göre Grup 4-Grup 1 ve grup4-Grup 2'de T2 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). Aynı şekilde Grup 2-Grup 3'te T2 zamanında tükürükteki ortalama BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,003$).



T0: mavi; T1: kırmızı; T2: yeşil; T3: turuncu

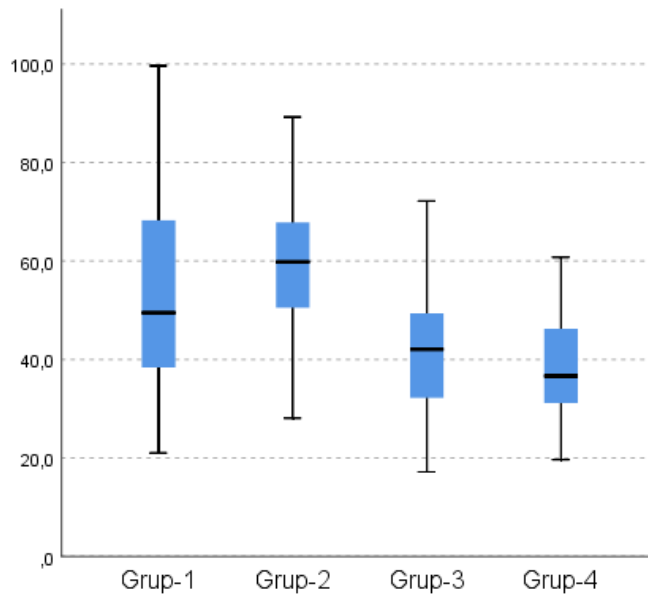
Şekil 4.1. Grup 1-2-3-4'te tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyesinin zamanlara göre değişim grafiği

Şekil 4.1.'de tükürükte bulunan ortalama BPA seviyelerinin farklı gruplarda zamanlara göre değişimini değerlendiren grafik gösterilmiştir. Buna göre tüm gruplarda ortalama BPA seviyesi T0-T2 zaman aralığında artış göstermiştir. Bu grafiğe göre T1 ve T2 zamanlarında Grup 1 ve Grup 2 'de ortalama BPA seviyesi Grup 3 ve Grup 4'e göre daha yüksektir. Tüm gruplarda T2-T3 zaman aralığında tükürükteki ortalama BPA seviyesi düşüş göstermiştir.



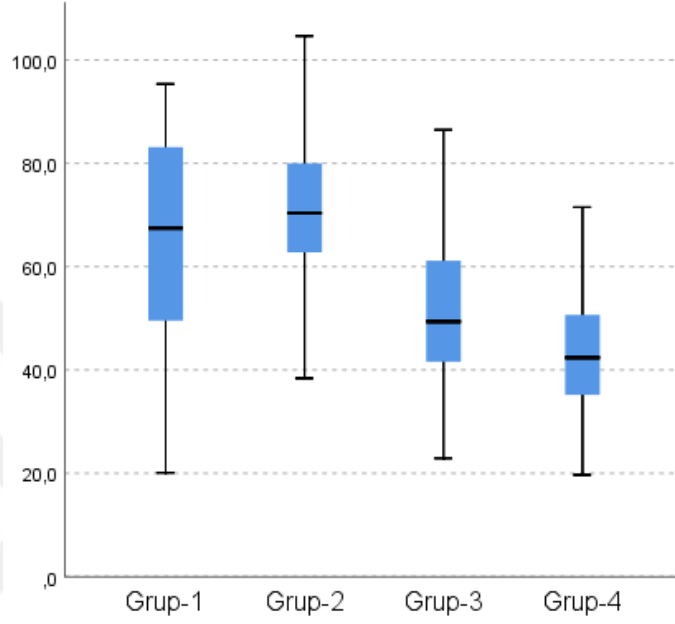
Şekil 4.2. T0 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı

Şekil 4.2.'de T0 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesinin dağılımı gösterilmiştir. Buna göre, T0 zamanında tüm gruplarda ortalama BPA seviyelerinin benzer düzeyde olduğu görülmektedir.



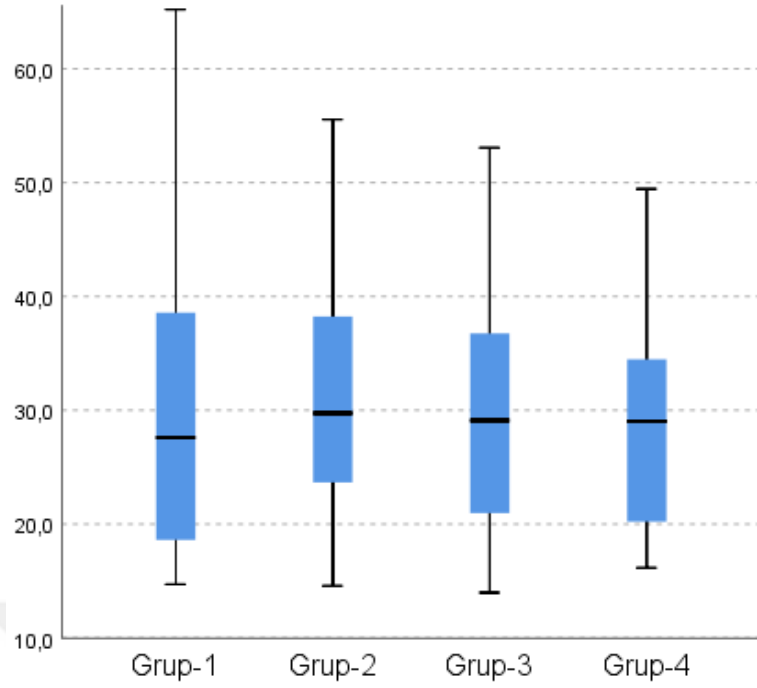
Şekil 4.3. T1 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı

Şekil 4.3.'te T1 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı verilmiştir. Buna göre, T1 zamanında ortalama BPA seviyeleri Grup 1 ve Grup 2'de benzer seviyede olup, Grup 3 ve Grup 4'e göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur. T1 zamanında şekil 4.2.'de gösterilen T0 zamanına göre ortalama BPA seviyesi tüm gruplarda artış göstermiştir.



Şekil 4.4. T2 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı

Şekil 4.4.'te T2 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı gösterilmiştir. Buna göre T1 zamanına benzer şekilde T2 zamanında da ortalama BPA seviyeleri Grup 1 ve Grup 2'de benzer seviyede olup, Grup 3 ve Grup 4'e göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Ayrıca Şekil 4.3'te gösterilen T1 zamanına göre T2 zamanında ortalama BPA seviyesi tüm gruplarda artış göstermiştir.



Şekil 4.5. T3 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı

Şekil 4.5.'te T3 zamanında gruplara göre ortalama BPA seviyesi dağılımı gösterilmiştir. Buna göre, T3 zamanında tüm gruplarda ortalama BPA seviyelerinin benzer düzeyde olduğu görülmektedir. Şekil 4.4.'te gösterilen T2 zamanına göre T3 zamanında ortalama BPA seviyesi tüm gruplarda düşüş göstermiştir. Şekil 4.2.'de gösterilen T0 zamanı ile şekil 4.5.'te gösterilen T3 zamanı istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.10. Gruplarda farklı olmak üzere ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması

		ortalama	Std. sapma	Median	Min.	Max.	*p.
Grup-1	T1-T0	32,56 ^a	35,25	23,89	1,95	178,72	,001
	T2-T0	38,58 ^a	20,83	34,38	1,02	120,11	
	T3-T0	0,41 ^b	4,86	-,39	-6,13	14,75	
	T2-T1	6,02 ^b	32,71	11,99	-156,10	49,82	
	T3-T1	-32,15 ^c	35,74	-22,30	-184,85	-5,18	
	T3-T2	-38,18 ^c	20,39	-33,55	-118,24	-4,25	
Grup-2	T1-T0	29,30 ^b	13,70	26,41	8,81	80,01	,001
	T2-T0	56,92 ^a	110,68	34,87	13,01	640,53	
	T3-T0	-,27 ^c	10,28	2,01	-43,61	11,38	
	T2-T1	27,62 ^b	110,84	10,73	-67,00	608,32	
	T3-T1	-29,56 ^d	20,39	-26,17	-123,61	-3,34	
	T3-T2	-57,18 ^d	110,32	-37,20	-639,27	-17,58	
Grup-3	T1-T0	15,11 ^b	10,15	13,56	1,43	51,55	,001
	T2-T0	25,62 ^a	15,43	23,29	5,32	71,48	
	T3-T0	2,22 ^c	2,77	1,42	-1,74	10,76	
	T2-T1	10,51 ^c	7,91	8,77	,33	37,99	
	T3-T1	-12,90 ^d	9,49	-9,70	-47,74	-1,13	
	T3-T2	-23,41 ^d	14,22	-20,98	-67,67	-4,24	
Grup-4	T1-T0	7,16 ^b	3,87	6,34	,97	14,42	,001
	T2-T0	12,26 ^a	6,04	12,19	3,04	23,17	
	T3-T0	-,91 ^c	2,86	-,68	-9,11	5,02	
	T2-T1	5,10 ^b	4,28	4,45	-,22	15,70	
	T3-T1	-8,07 ^d	4,12	-7,52	-15,02	-1,71	
	T3-T2	-13,17 ^d	7,12	-13,25	-30,73	-1,77	

* Friedman testi sonucuna göre ölçümler arası anlamlılık düzeyleri

*p. <0,05 anlamlılık düzeyi

a,b,c,d: Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testine göre periyotlarının değişimleri arası farkları gösterir

T0: Aparey uygulanmadan hemen önce; T1: Aparey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparey uygulamasından 1 ay sonra

Gruplarda ayrı olmak üzere ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırma sonuçları tablo 4.10.'da gösterilmiştir. Buna göre; Grup-1'de ölçüm periyotlarının değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (p=0,001). Grup 1'de farkı oluşturan periyotlar a,b,c olmak üzere küçük harfler ile gösterilmiştir. T1-T0 ile T2-T0, T3-T0 ile T2-T1 ve T3-T1 ile T3-T2 zamanları arasındaki farklar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Grup-2'de ölçüm periyotlarının değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (p=0,001). Grup 2'de farkı oluşturan periyotlar a,b,c,d olmak üzere küçük harfler ile gösterilmiştir. T1-T0 ile T2-T1 ve T3-T1 ile T3-T2 zaman periyotları arasındaki farklar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Grup 3'te ölçüm periyotlarının değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p=0,001$). Grup 3'te farkı oluşturan periyotlar a,b,c,d olmak üzere küçük harfler ile gösterilmiştir. T3-T0 ile T2-T1 ve T3-T1 ile T3-T2 zaman periyotları arasındaki farklar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Grup 4'te ölçüm periyotlarının değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p=0,001$). Grup 4'te farkı oluşturan periyotlar a,b,c,d olmak üzere küçük harfler ile gösterilmiştir. . T1-T0 ile T2-T1 ve T3-T1 ile T3-T2 zaman periyotları arasındaki farklar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Tablo 4.11. Grup 1'de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması

Grup 1	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T1-T0 / T2-T0	-,933	,483	-1,932	,053	,800
T2-T1 / T2-T0	1,833	,483	3,795	,000	,002
T2-T1 / T1-T0	,900	,483	1,863	,062	,937
T3-T0 / T2-T0	2,733	,483	5,659	,000	,000
T3-T0 / T1-T0	1,800	,483	3,726	,000	,003
T3-T0 / T2-T1	-,900	,483	-1,863	,062	,937
T3-T1 / T2-T0	4,000	,483	8,281	,000	,000
T3-T1 / T1-T0	3,067	,483	6,349	,000	,000
T3-T1 / T2-T1	2,167	,483	4,485	,000	,000
T3-T1 / T3-T0	1,267	,483	2,622	,009	,131
T3-T2 / T2-T0	4,700	,483	9,730	,000	,000
T3-T2 / T1-T0	3,767	,483	7,798	,000	,000
T3-T2 / T2-T1	2,867	,483	5,935	,000	,000
T3-T2 / T3-T0	1,967	,483	4,071	,000	,001
T3-T2 / T3-T1	,700	,483	1,449	,147	1,000

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Aprey uygulanmadan hemen önce; T1: Aprey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aprey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aprey uygulamasından 1 ay sonra

Grup 1'de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması tablo 4.11.'de gösterilmiştir. Grup 1'de T1-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,80$). T2-T1 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,002$). T2-T1 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,937$). T3-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T0 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur

($p=0,003$). T3-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,937$). T3-T1 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,131$). T3-T2 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). Aynı şekilde T3-T2 ve T3-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). T3-T2 ve T3-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=1,00$).

Tablo 4.12. Grup 2’de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması

Grup 2	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T1-T0 / T2-T0	-1,000	,483	-2,070	,038	,577
T2-T1 / T2-T0	1,900	,483	3,933	,000	,001
T2-T1 / T1-T0	,900	,483	1,863	,062	,937
T3-T0 / T2-T0	2,867	,483	5,935	,000	,000
T3-T0 / T1-T0	1,867	,483	3,864	,000	,002
T3-T0 / T2-T1	-,967	,483	-2,001	,045	,681
T3-T1 / T2-T0	4,000	,483	8,281	,000	,000
T3-T1 / T1-T0	3,000	,483	6,211	,000	,000
T3-T1 / T2-T1	2,100	,483	4,347	,000	,000
T3-T1 / T3-T0	1,133	,483	2,346	,019	,284
T3-T2 / T2-T0	4,833	,483	10,006	,000	,000
T3-T2 / T1-T0	3,833	,483	7,936	,000	,000
T3-T2 / T2-T1	2,933	,483	6,073	,000	,000
T3-T2 / T3-T0	1,967	,483	4,071	,000	,001
T3-T2 / T3-T1	,833	,483	1,725	,084	1,000

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Aprey uygulanmadan hemen önce; T1: Aprey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aprey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aprey uygulamasından 1 ay sonra

Grup 2’de ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması tablo 4.12.’de gösterilmiştir. Grup 2’de T1-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,577$). T2-T1 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). T2-T1 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,937$). T3-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T0 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur

($p=0,002$). T3-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,681$). T3-T1 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,284$). T3-T2 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). Aynı şekilde T3-T2 ve T3-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). T3-T2 ve T3-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=1,00$).

Tablo 4.13. Grup 3'te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması

Grup 3	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T1-T0 / T2-T0	-1,233	,483	-2,553	,011	,160
T2-T1 / T2-T0	1,867	,483	3,864	,000	,002
T2-T1 / T1-T0	,633	,483	1,311	,190	1,000
T3-T0 / T2-T0	2,900	,483	6,004	,000	,000
T3-T0 / T1-T0	1,667	,483	3,450	,001	,008
T3-T0 / T2-T1	-1,033	,483	-2,139	,032	,486
T3-T1 / T2-T0	4,000	,483	8,281	,000	,000
T3-T1 / T1-T0	2,767	,483	5,728	,000	,000
T3-T1 / T2-T1	2,133	,483	4,416	,000	,000
T3-T1 / T3-T0	1,100	,483	2,277	,023	,342
T3-T2 / T2-T0	5,000	,483	10,351	,000	,000
T3-T2 / T1-T0	3,767	,483	7,798	,000	,000
T3-T2 / T2-T1	3,133	,483	6,487	,000	,000
T3-T2 / T3-T0	2,100	,483	4,347	,000	,000
T3-T2 / T3-T1	1,000	,483	2,070	,038	,577

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Aparent uygulanmadan hemen önce; T1: Aparent uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparent uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparent uygulamasından 1 ay sonra

Grup 3'te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması tablo 4.13.'te gösterilmiştir. Grup 3'te T1-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,160$). T2-T1 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,002$). T2-T1 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=1,00$). T3-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T0 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,008$). T3-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,486$). T3-T1 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,342$). T3-T2 ile T2-T0, T1-T0, T2-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T2 ve T3-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,577$).

Tablo 4.14. Grup 4'te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması

Grup 3	Test istatistik	Standart sapma	Standart Test istatistik	Sig.	Adj. Sig.a
T1-T0 / T2-T0	-1,200	,483	-2,484	,013	,195
T2-T1 / T2-T0	1,783	,483	3,692	,000	,003
T2-T1 / T1-T0	,583	,483	1,208	,227	1,000
T3-T0 / T2-T0	2,817	,483	5,831	,000	,000
T3-T0 / T1-T0	1,617	,483	3,347	,001	,012
T3-T0 / T2-T1	-1,033	,483	-2,139	,032	,486
T3-T1 / T2-T0	4,000	,483	8,281	,000	,000
T3-T1 / T1-T0	2,800	,483	5,797	,000	,000
T3-T1 / T2-T1	2,217	,483	4,589	,000	,000
T3-T1 / T3-T0	1,183	,483	2,450	,014	,214
T3-T2 / T2-T0	4,900	,483	10,144	,000	,000
T3-T2 / T1-T0	3,700	,483	7,660	,000	,000
T3-T2 / T2-T1	3,117	,483	6,452	,000	,000
T3-T2 / T3-T0	2,083	,483	4,313	,000	,000
T3-T2 / T3-T1	,900	,483	1,863	,062	,937

Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi sonuçları

T0: Aparey uygulanmadan hemen önce; T1: Aparey uygulamasından 1 saat sonra; T2: Aparey uygulamasından 1 hafta sonra; T3 Aparey uygulamasından 1 ay sonra

Grup 4'te ölçüm periyotları arası farkların karşılaştırılması tablo 4.14'te gösterilmiştir. Grup 4'te T1-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,195$). T2-T1 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,003$). T2-T1 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=1,00$). T3-T0 ve T2-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T0 ve T1-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,012$). T3-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,486$). T3-T1 ile T2-T0, T1-T0 ve T2-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında ise

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,214$). T3-T2 ile T2-T0, T1-T0, T2-T1 ve T3-T0 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,00$). T3-T2 ve T3-T1 zaman periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,937$).



5. TARTIŞMA

BPA östrojenik aktiviteye sahip güçlü bir endokrin bozucu kimyasaldır (Krishnan ve diğerleri, 1993). Polikarbonat plastikler başta olmak üzere, BPA içeren materyallerin günlük hayatta kullanımının artmasıyla birlikte insanların çevre ve gıda gibi çeşitli yollardan BPA'ya maruz kalma oranları artmıştır (Kang ve diğerleri, 2006). BPA maruziyetinin artmasıyla birlikte günlük hayatta kullanım güvenliği ve kaynakları araştırma konusu olmuştur (Olea ve diğerleri 1996; Rubin, 2011; Shelby, 2008; Staples ve diğerleri, 1998). BPA, polikarbonat plastikler olmak üzere plastik ürünleri, su şişeleri, metal gıda kutularında cila astarları, bebek biberonları, konserve gıdalar ve kozmetikler gibi birçok ürünün yapısında bulunmaktadır (Hanaoka ve diğerleri, 2002; Shelby, 2008; Wilson ve diğerleri, 2007).

Ortodontik tedavilerde kullanılan apareylerin ve yapıştırıcı ajanların içeriğinde BPA ve türevleri bulunmaktadır. Bu materyallerde bulunan BPA, ağız ortamındaki ısı değişimi, tükürükteki enzimatik aktivasyon, bakteriyel etkenler, adezivlerin zamanla çözünmesi gibi çeşitli nedenlerle ağız ortamına salınmaktadır (Garcia ve diğerleri, 2006; Kadoma ve Tanaka, 2000). Ağız ortamında uzun süre kalan ortodontik materyallerden salınan BPA, insanlarda oluşturabileceği sağlık sorunları nedeniyle endişe vericidir. Bu nedenle ortodontik tedavilerde kullanılan materyallerin BPA salınım düzeylerinin ve BPA salınım düzeyi daha düşük olan materyallerin araştırılması gerekmektedir.

Literatürde yapılmış bilimsel çalışmalar incelendiğinde, BPA salınımını tespit etmek için daha çok kullanılan vücut sıvılarının kan, tükürük ve idrar olduğu görülmüştür (Fung ve diğerleri, 2000; Olea ve diğerleri, 1996; Kim ve diğerleri, 2003; Vandenberg ve diğerleri, 2007). Tükürük örneklerinin elde edilmesi ve hasta uyumunun daha kolay sağlanması gibi nedenlerle daha sıklıkla tükürükte BPA salınım düzeyleri araştırılmıştır. Çalışmalarda tükürükten alınan örneklerde BPA tespit edilmiş fakat BPA seviyesinin toksik dozun altında olduğu bulunmuştur (Eliades ve diğerleri, 2007; Kang ve diğerleri, 2011; Raghavan ve diğerleri, 2017).

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit adezivlerin içeriğinde bulunan bazı monomerler polimerize olmaması nedeniyle BPA salınımına neden olmaktadır (Schmalz ve diğerleri, 1999). Kompozit adezivlerin içeriğinde bulunan esas monomerler bis-GMA ve bis-

DMA'dır. Bis-DMA kimyasal yapısındaki açık uçlar nedeniyle hidrolize olarak BPA salınımına neden olmaktadır (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Schmalz ve diğerleri, 1999). Bis-GMA kimyasal formülündeki ester yapısından dolayı hidrolize olmadığı için BPA salınımına neden olmamaktadır (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999). Fakat ağız içindeki ısı değişimi, tükürükteki enzimatik reaksiyonlar nedeniyle bis-GMA'nın yapısında bulunan BPA'nın ağız ortamına salınabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Fung ve diğerleri, 2000; Olea ve diğerleri, 1996; Kim ve diğerleri, 2003; Vandenberg ve diğerleri, 2007).

Dental kompozit rezinlerden BPA salınım düzeyinin zamanla değişimini inceleyen çalışmalarda; en yüksek BPA seviyesinin uygulamadan hemen sonra olduğu ve zamanla azaldığı bulunmuştur. Bu çalışmaların genel sonucu olarak, BPA salınımının muhtemelen akut bir olay olduğu ve zamanla tükürük tarafından emildiği bildirilmiştir. Dental kompozit adezivlerin uygulama sonrası BPA salınım düzeylerini araştıran birçok çalışmada örnekler uygulamadan hemen sonra ve 1 saat sonra alınmıştır. (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Fung ve diğerleri, 2000; Joskow ve diğerleri, 2006; Pulgar ve diğerleri, 2000). Fakat kompozit adezivler ağızda uzun süre kaldığı için BPA salınım miktarının uzun dönem sonuçlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ortodontik retansiyon apareylerinden olan lingual retainerların yapıştırılmasında kullanılan kompozit adezivler ağız ortamında BPA salınımına neden olmaktadır. Kompozit adezivlerin BPA salınım düzeylerini inceleyen çalışmalarda, tükürük örneklerinde en yüksek BPA seviyesi yarım saat sonra alınan örneklerde bulunmuş ve BPA seviyesinin zamanla azaldığı görülmüştür (Eliades ve diğerleri, 2011; Kang ve diğerleri, 2011). Literatüre bakıldığında ortodontik adezivlerin BPA salınımını karşılaştıran çalışmalarda, genellikle tek bir adezivin zamanla BPA salınımı karşılaştırılmış ya da ışıkla sertleşen veya kimyasal olarak sertleşen adezivlerden BPA salınımı karşılaştırılmıştır (Sasaki ve diğerleri, 2005; Eliades ve diğerleri, 2011; Kang ve diğerleri, 2011; Kloukos ve diğerleri, 2013; Kloukos ve diğerleri, 2015; Małkiewicz ve diğerleri, 2015; Manoj ve diğerleri, 2018). Kompozit adezivlerin içeriğinde saf BPA'dan ziyade BPA türevleri bulunmaktadır ve bu türevler kimyasal veya ışıkla kürlendikten sonra katı halde monomerize olan sıvı monomerlerdir. Farklı kompozit adezivlerin içeriğinde farklı miktar ve türde monomerler bulunmakla birlikte kompozit adezivlerin içeriğinde oranı daha yüksek olan monomer bis- GMA'dır (Olea ve diğerleri, 1996). Kimyasal yapısında BPA bulunan monomerler ağız içindeki ısı değişimi veya tükürük etkisiyle hidrolize olarak BPA salınımına neden olmaktadır (Söderholm ve Mariotti, 1999; Tarumi ve diğerleri, 2000). Literatürde farklı monomer içeriğine sahip kompozit adezivlerin

BPA salınım düzeylerini değerlendiren bir çalışma yapılmamıştır.

Ortodontik tedavide retansiyon aşamasında sıklıkla kullanılan hareketli apareyler essix plaklar ve hawley apareyleridir (Bayır ve Bolat, 2021). Essix plaklar plastik materyaller olup ısı ile şekillendirilme aşamasında kimyasal yapısı bozularak BPA salınımına neden olmaktadır. Hawley apareylerinde de kullanılan akriliklerin polimerizasyon aşamasında kimyasal yapısı bozularak BPA salınımı olmaktadır (Raghavan ve diğerleri, 2017). Essix plaklar ve hawley apareylerinin BPA salınım düzeylerini değerlendiren çalışmalarda, 1 hafta sonunda essix plaklarda daha fazla BPA salınımı olduğu görülmüştür. Fakat BPA seviyeleri 1.haftadan sonra her iki apareyde de azalmış ve aralarında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (Arnis ve diğerleri, 2022; Raghavan ve diğerleri, 2017).

Ortodontik tedavilerde retansiyon aşamasında sıklıkla kullanılan apareyler sabit lingual retainerlar, hawley apareyleri ve essix plaklardır (Bayır ve Bolat, 2021). Lingual retainerların yapıştırılmasında kullanılan kompozit adezivlerin sürekli olarak ağız ortamında olması BPA salınımı açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır (Kang ve diğerleri, 2011). Hareketli retansiyon apareyleri olan essix plaklar ve hawley apareyleri sürekli olarak ağızda olmasa da uzun süreli kullanılan apareyleri olduğu için BPA salınımı açısından değerlendirilmelidir.

Literatüre bakıldığında ortodontik tedavi sonrası sabit lingual retainer uygulamalarında kullanılan kompozit adezivlerin monomer içeriğine göre BPA salınımını değerlendiren ve bu kompozit adezivleri, essix plaklar ve hawley apareyleri ile karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Mevcut çalışmamızda birincil amaç ortodontik tedavi sonrası retansiyon apareyi olarak kullanılan lingual retainerlar, essix plaklar, hawley apareylerinin BPA salınım miktarlarını karşılaştırmak, BPA maruziyetinin daha az olduğu apareyi tespit etmektir. İkincil amaç sabit retansiyon apareylerinin yapıştırılmasında kullanılan bis-GMA içeren kompozit ve bis-GMA içermeyen kompozitlerin BPA salınım düzeylerini karşılaştırmaktır.

5.1. Gereç ve Yöntemin Değerlendirilmesi

Literatürde, ortodonti hastalarında tükürükteki BPA seviyesi ile ilgili yapılan çalışmalarda, araştırmaya dahil edilen gönüllüler arasında yaş ve cinsiyet ayrımı yapılmadığı

görülmüştür (Kang ve diğerleri, 2011; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017; Hanaoka ve diğerleri, 2002; Arnis ve diğerleri, 2002). Çalışmamızda 10-18 yaş grubunda kadın ve erkek sayısı eşit olacak şekilde gruplar belirlenerek retansiyon apareylerinden BPA salınımı değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmamızda kadın ve erkek arasında gruplarda BPA salınımı açısından anlamlı bir fark bulunmadığı için cinsiyet ayrımı yapılmadan değerlendirmeler yapılmıştır.

Benzin istasyonu, akrilik ve şantiye gibi BPA ile ilişkili işlerde çalışan bireylerde BPA maruziyeti diğer bireylere daha fazladır (Hanaoka ve diğerleri, 2002). Bu bireylerde tespit edilen BPA seviyesi yanıltıcı olabileceği için çalışmaya dahil edilmemiştir. BPA'nın birçok sistemik hastalıkla ilişkisi olmasından dolayı sistemik rahatsızlığı olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir (Metz, 2016; Rubin, 2011).

Klinik uygulamalarda ortodontik tedavi sonrası retansiyon amacıyla hareketli ve sabit retansiyon apareyleri kullanılmaktadır (Bayır ve Bolat, 2021). Hasta kooperasyonundan bağımsız olması, sürekli ağızda olduğu için retansiyon sağlamada daha güvenilir olması ve estetik açıdan sorun yaratmaması nedeniyle sabit retansiyon apareyleri klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Zachrisson, 1982). Ağız hijyeninin sağlanamadığı, sabit retainer uygulamalarında yapıştırma kayıplarının sık görüldüğü hastalarda hareketli retansiyon apareyleri tercih edilmektedir (Bayır ve Bolat, 2021). Essix plaklar kullanımının kolay olması, estetik olması ve retansiyon sağlamadaki başarısı; hawley apareylerinin okluzal yüzeyleri kapatmadığı için interdijitasyonu korumada başarılı olması ve dayanıklı olması nedeniyle klinik uygulamalarda en sık tercih edilen hareketli apareylerdir (Jäderberg ve diğerleri, 2012; Proffit ve diğerleri, 2006; Sauget ve diğerleri, 1997). Çalışmamızda amaç rutin olarak kullanılan retansiyon apareylerinden BPA salınımının en az olduğu apareyin belirlenmesi olduğu için, çalışmamızda rutin olarak kliniğimizde uygulanan retansiyon apareyleri kullanılmıştır. Uygulanan retansiyon apareylerine göre 4 farklı grup oluşturulmuştur.

Retainer uygulaması yapılan 1. ve 2. grupta bis-GMA içeren ve bis-GMA içermeyen olmak üzere farklı monomer içeriğine sahip kompozitler kullanılmıştır. BPA kompozit adezivler içinde saf halde bulunmayıp BPA türevleri olan monomerler halinde bulunmaktadır (Söderholm ve Mariotti, 1999). Dental rezinlerin içeriğinde bulunan BPA içeren monomerler; bisfenol A diglisidil metakrilat (bis-GMA), bisfenol A dimetakrilat (bis-DMA), polikarbonatla modifiye edilmiş bis-GMA (PC bis-GMA), etoksillenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat (bis-EMA) ve 2,2-bis [(4-metakriloksi polietoksi) fenil propan (bis-MPEPP)'dir

(Dursun ve diğeri, 2016). Dental rezinlerin yapısında en çok bulunan monomer bis-GMA'dır (Söderholm ve Mariotti, 1999). Mevcut çalışmamızda kompozit adezivlerin yapısında en fazla bulunan monomer olan bis-GMA'nın BPA salınımını değerlendirmek için bis-GMA içeren ve bis-GMA içermeyen kompozitler kullanılmıştır. Bis-GMA kimyasal yapısındaki ester bağlarından dolayı BPA salınımı yapmadığını gösteren çalışmalar olsa da literatürde başka çalışmalar bis-GMA'nın kimyasal yapısında bulunan bisfenol-A'nın düşük düzeylerde de olsa salınabileceğini göstermektedir (Dursun ve diğeri, 2016; Olea ve diğeri, 1996). Mevcut çalışmamızda, birinci grupta retainer uygulamasında kullanılan kompozit bis-GMA içerirken, ikinci grupta retainer uygulamasında kullanılan kompozit bis-GMA içermemektedir. Birinci grupta retainer yapımında kullanılan kompozit primersiz adezivdir. İkinci grupta retainer uygulamasında kullanılan kompozit primerli bir adeziv sistem olduğu için ek olarak bir primer kullanılmamıştır. Birinci grupta kullanılan primer içeriğinde BPA ve BPA türevi bulunmamaktadır. Kullanılan primerin BPA içermemesi, birinci ve ikinci grupta retainer uygulamasında kullanılan kompozitlerin BPA salınım düzeylerini doğru karşılaştırabilmek için önemlidir.

Essix plaklar stabil formda BPA salınımı yapmamaktadır. Fakat essix plaklar ısı işleme maruz kaldığında kimyasal yapısındaki bozunmalar nedeniyle BPA salınımı yapabilmektedir (Raghavan ve diğeri, 2017). Çalışmamızda üçüncü grupta kullanılan essix plaklar daha çok kopoliester ve daha az oranda farklı plastiklerden yapılmıştır. Kopoliester materyallere 250 0C ve üstü ısı işlem uygulandığında kimyasal yapısı bozulmaktadır. Kopoliester materyaller yapısında BPA içermemektedir. Fakat vakumlu plak basma makinalarının uygulandığı yüksek ısı işlem sonucunda kimyasal yapısındaki bozunmalar nedeniyle BPA salınımı olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca essix plakların yapısında bulunan daha az oranda da olsa diğer materyallerin BPA salınımı yapabileceği düşünülmüştür.

Raghavan ve diğeri'nin (2017) çalışmasında kullanılan hawley aparatları protetik amaçlı akrilikler ile hazırlanmıştır. Protetik sıcak akrilik sıcak suda uzun süre kaynatılarak polimerize olurken ortodontik aparatlarda kullanılan akrilik 40-60 0C suda basınç ile polimerize olmaktadır. Yapılan çalışmalar sıcaklık artışının BPA salınımını arttırdığını göstermektedir (Kang ve diğeri, 2003; Takao ve diğeri, 2002). Çalışmamızda kliniğimizde rutin olarak hawley aparatlarının yapımında kullanılan ortodontik akrilik kullanılmıştır. Ortodontik akriliklerin polimerizasyon aşamasında daha az sıcaklığa maruz kalarak basınçla polimerize olması nedeniyle daha az BPA salınımı yapabileceği düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalarda BPA'nın tükürük, idrar, kan, anne sütü, kordon serumu gibi birçok vücut sıvısında bulunduğu bildirilmiştir (Fung ve diğerleri, 2000; Inoue ve diğerleri, 2001; Kim ve diğerleri, 2003; Kuroda ve diğerleri, 2003; Olea ve diğerleri, 1996; Otake ve diğerleri, 2003; Schönfelder ve diğerleri, 2002). Ortodontik tedavilerde kullanılan materyallerden BPA salınımının incelendiği çalışmalarda ise ağız çalkalama sıvısında, tükürükte ve idrarda BPA tespit edilmiştir (Kang ve diğerleri, 2011; Kloukos ve diğerleri, 2015; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017). Mevcut çalışmada tükürüğü tercih etmemizin nedeni; ağız ortamında etkili bir faktör olması, elde edilmesinin kolay olması, enfeksiyon riskinin nispeten daha düşük olması gibi faktörlerdir. Tükürük ağız ortamına parotis, submandibular ve sublingual tükürük bezlerinden salgılanır. Uyarılmış ve uyarılmamış olmak üzere 2 şekilde tükürük örneği elde edilmektedir (Navazesh, 1993). Uyarılmış tükürük örneği alımında dişeti oluğu sıvısı artar ve dolayısıyla tükürükteki farklı moleküllerin miktarı da artar (Kaufman ve Lamster, 2000; Navazesh, 1993). Uyarılmamış tükürük örneğinin ise daha doğru kompozisyonda olduğu ve dolayısıyla ağız ortamını daha doğru yansıttığı bildirilmiştir (Roussa, 2011). Çalışmamızda ağız ortamını daha doğru yansıtmaması nedeniyle tükürük örnekleri uyarılmamış şekilde alınmıştır.

Günlük BPA maruziyetinin en büyük nedeni diyetir (Wilson ve diğerleri, 2003; Wilson ve diğerleri, 2007). Bununla birlikte çevresel kaynakların da önemli derecede BPA maruziyetine neden olduğu bilinmektedir (Kawagoshi ve diğerleri, 2003; Kolpin ve diğerleri, 2002; Matsumoto ve diğerleri, 2005; Rudel ve diğerleri, 1998; Shelby, 2008). Çalışmamıza dahil edilen hastaların bu nedenlerle BPA maruziyetleri de göz önüne alınarak aparey uygulamadan önce tükürük örneği alınmıştır. Bu örneklerde tespit edilen BPA seviyesi, aparey uygulandıktan sonra alınan örneklerdeki BPA seviyesi değişimini karşılaştırabilmek için önemlidir. Debonding yapılan hastalarda ağız ortamında kalan monomer artıklarının BPA maruziyetine neden olduğu bilinmektedir (Kang ve diğerleri, 2006; Kang ve diğerleri, 2011). Çalışmamızda alınan tükürük örneklerindeki BPA seviyesinin doğru tespit edilmesi için aparey uygulaması debonding yapıldıktan 1 gün sonra yapılmıştır.

Yapılan benzer çalışmalarda tükürük örnekleri uygulamadan önce, 1 saat, 1 hafta ve 1 ay sonra alınmıştır (Kang ve diğerleri, 2011; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017). Çalışmamızda zaman aralıkları benzer çalışmalarla uyumlu olacak şekilde belirlenmiştir.

BPA ile ilgili yapılan çalışmalarda tükürük örneklerinin analizi için HPLC, ELİSA, LC-MS/MS, GC-MS/MS gibi farklı yöntemler mevcuttur (Sasaki ve diğerleri, 2005; Watanabe ve diğerleri, 2001) ELISA metodu ile analiz günümüzde sıklıkla kullanılan hassas, seçici, uygulaması kolay, çok sayıda numuneyi hızlı ve aynı anda analiz edebilen bir tekniktir (Engvall ve Perlmann, 1971; Wei ve diğerleri, 2016). Çalışmamızda toplanan tükürük örneklerinin analizinde hassas bir yöntem olması nedeniyle ELISA kiti kullanılmıştır.

5.2. Bulguların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada tüm gruplarda kadın ve erkekler arasında tükürükteki ortalama BPA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kim ve diğerlerinin (2003) 15 erkek ve 15 kadın olmak üzere 30 bireyden alınan idrar örneklerinde yapılan çalışmalarında erkeklerin idrarında BPA miktarı 2.82 ng/ml, kadınların idrarındaki BPA miktarı 2.76 ng/ml bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda BPA'nın idrardaki miktarının cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Ortodonti hastalarında tükürükteki BPA seviyesi ile ilgili yapılan çalışmalarda, araştırmaya dahil edilen bireyler arasında yaş ve cinsiyet ayrımı yapılmadığı görülmüştür (Kang ve diğerleri, 2011; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017; Hanaoka ve diğerleri, 2002; Arnis ve diğerleri, 2002). Çalışmamızda kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı için cinsiyet ayrımı yapılmadan değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu çalışmada ortodontik tedavi sonrası retansiyon apareyleri uygulanmadan önce alınan tükürük örneklerinde (T0 zamanında) 11,92 – 673,18 pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir. Bu sonuç bize uygulanan retansiyon apareyinden bağımsız olarak hastaların diyet ve çevre kaynaklı kronik olarak BPA'ya maruz kaldığını göstermektedir. T0 zamanında alınan tükürük örneklerinde görülen BPA seviyelerindeki değişkenlikler hastaların yaşam tarzlarının farklı olmasıyla ilişkili olabilir.

Kronik BPA maruziyetinin en büyük nedeni gıda kontaminasyonudur (Wilson ve diğerleri, 2003). Gıdaların saklanması için kullanılan polikarbonat plastikler veya epoksi reçine ile kaplanmış metal kutulardan yiyecek ve içecekler yoluyla BPA kontaminasyonu olmaktadır. Bireylerin günlük maruz kaldığı BPA miktarı beslenme alışkanlıkları ile ilişkilidir. Konserve veya işlenmiş gıdalarla beslenen bireylerde BPA maruziyeti diğer bireylere göre daha fazla olmaktadır (Kang ve diğerleri, 2006). Atılan plastik maddeler atık

su toplama merkezlerinden veya çöp depolama alanlarından çevreye ve yeraltı sularına karışmaktadır (Matsumoto ve diğerleri, 2005; Rudel ve diğerleri, 1998). Okyanus ve denizlerde biriken plastik atıklar bu sulara BPA birikimine neden olmaktadır. Bu nedenle bu sulara yaşayan canlılarda BPA kontaminasyonu olmaktadır (Kang ve Kondo, 2005; Ying ve Kookana, 2003). Yapılan birçok çalışma bitkilerde BPA maruziyetinin fotosentez mekanizmasını olumsuz etkilediğini göstermektedir (Staples ve diğerleri, 1998). Besin zincirinin alt basamaklarını etkileyen kimyasal madde, etkilenen canlılarla beslenen üst basamaktaki canlılar üzerinde daha büyük etkiler göstermektedir (Carson, 2002). Bu bulgulara göre, BPA ile kontamine olan bu canlıları tüketen besin zincirinin üst grubundaki insanlar önemli derecede BPA'ya maruz kalmaktadır (Kang ve diğerleri, 2006). Kronik BPA maruziyetinin başka bir nedeni dermal yolla temasıdır. BPA içeren bir plastik malzemeye temas bile BPA maruziyetine neden olabilmektedir (Shelby, 2008).

Günlük maruz kalınan BPA miktarı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Fakat değerlendirmeler subjektif olduğu için farklı sonuçlar çıkmıştır (Arnis ve diğerleri, 2022; Calafat ve diğerleri, 2008; Hanaoka ve diğerleri, 2002; Kang ve diğerleri, 2006; Sasaki ve diğerleri, 2005; Shelby, 2008; Wilson ve diğerleri, 2007). Günlük maruz kalınan BPA miktarı yaşam tarzı, beslenme, meslek gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar, BPA maruziyetinin yıldan yıla arttığını ve farklı yaşam tarzlarına bağlı olarak insandan insana değiştiğini göstermektedir (Brotons ve diğerleri, 1995; Calafat ve diğerleri, 2008; Hanaoka ve diğerleri, 2002; Krishnan ve diğerleri, 1993; Shelby, 2008).

5.2.1. Grup İçi Karşılaştırmalar

Bu çalışmada T0 zamanında alınan tükürük örneklerindeki ortalama BPA seviyelerinde istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. T0 zamanında değişen miktarlarda görülen BPA seviyeleri, bireyler arasındaki yaşam tarzı, diyet ve çevresel faktörlerin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubunda (1. Grup) T0 zamanından T1 zamanına ve T1 zamanından T2 zamanına kadar tükürükte tespit edilen BPA seviyelerinde artış gözlenmiştir. Kompozit adezivlerin içeriğinde bulunan monomerler kimyasal yapısındaki açık uçlar nedeniyle yüzde yüz polimerize olamaz ve hidrolize olarak BPA'ya dönüşürler (Schmalz ve diğerleri, 1999). Bu bulgulara göre tükürükte tespit edilen

BPA seviyesindeki artışın nedeni kimyasal formülünde açık uç bulunan monomerin açık uçlarının polimerizasyon reaksiyonunda polimerleşmeyip artık olarak ağız ortamına salınması olduğu düşünülmüştür. Olea ve diğerlerinin (1996) çalışmasında bis-GMA'nın ester bağlarında açık uçları bulunmamasına rağmen ağız içerisindeki tükürükteki enzimatik reaksiyonlar ve ısı değişimleri nedeniyle BPA'ya hidrolize olabileceği bildirilmiştir. Bu çalışma kompozit adezivlerden BPA salınımında monomerlerin kimyasal yapılarının yanı sıra ağız ortamının da etkili olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmada bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer uygulanmasından 1 saat sonra (T1 zamanı) alınan tükürük örneklerindeki BPA seviyesi ilk hafta (T1 zamanından T2 zamanına kadar) artış göstermiş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bir hafta sonra birinci aya (T2 zamanından T3 zamanına) kadar geçen zamanda ise tükürükteki BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşüş görülmüştür. Ölçüm zamanları arasında tükürükteki BPA miktarındaki değişimler değerlendirildiğinde bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubunda retainer uygulamasını takiben ilk hafta BPA seviyesinin arttığı, sonrasında ise azaldığı görülmüştür.

Kang ve diğerlerinin (2011) yaptığı çalışmada 22 gönüllünün mandibular keser dişlerine lingual retainer uygulanmıştır. Tükürük örnekleri uygulamadan önce, 30 dk, 1 gün, 1 hafta, 1 ay sonra alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan akıcı kompozit adeziv Grup 1'de kullandığımız kompozitte olduğu gibi bis-GMA içermektedir. Bu çalışmada tükürük örnekleri 30 dk sonra ve 1 gün sonra alınmıştır. Mevcut çalışmada tükürük örneği ise uygulamadan 1 saat sonra alınmış, 1 gün sonra örnek alınmamıştır. Kang ve diğerlerinin (2011) çalışmasında tükürükteki ortalama BPA seviyesinde en fazla artışın uygulamadan 30 dk sonra alınan tükürük örneklerinde olduğu fakat daha sonra alınan tükürük örneklerinde ise BPA seviyesinde düşüş olduğu tespit edilmiş ve maksimum BPA seviyesi 20.889 ng/ml olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmamızda alınan tükürük örneklerinde ortalama BPA seviyesinde artışın en fazla olduğu zaman uygulamadan 1 saat sonra alınan tükürük örneklerinde tespit edilmiştir. Çalışmamız tükürükteki ortalama BPA seviyesinde en fazla artışın uygulamadan hemen sonra alınan örneklerde olması bakımından Kang ve diğerlerinin (2011) çalışmasıyla uyumludur. Mevcut çalışmada tükürükteki BPA konsantrasyonunun Kang ve diğerlerinin (2011) çalışmasında bulunan BPA konsantrasyonunun çok altında olduğu görülmektedir. Bu farkın kullanılan analiz yöntem farkından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda (2. Grup) T0 zamanından T1 zamanına ve T1 zamanından T2 zamanına kadar tükürükte tespit edilen BPA seviyelerinde artış gözlenmiştir. Ortalama BPA seviyesindeki artışın nedeni polimerleşme reaksiyonu sırasında açık ucu bulunan monomerin polimerize olamaması ve hidrolize olmasıyla artık olarak ağız ortamına salınması olarak düşünülmüştür. Bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer uygulanmasından 1 saat sonra (T1 zamanı) alınan tükürük örneklerindeki BPA seviyesi ilk hafta (T1 zamanından T2 zamanına kadar) artış göstermiş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bir hafta sonra birinci aya (T2 zamanından T3 zamanına) kadar ise tükürükteki BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşüş görülmüştür. Ölçüm zamanları arasında tükürükteki BPA miktarındaki değişimler değerlendirildiğinde bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda retainer uygulamasını takiben ilk hafta BPA seviyesinin arttığı, sonrasında ise azaldığı görülmüştür.

Literatüre bakıldığında bis-GMA içermeyen kompozitlerin BPA salınımını değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Kompozit adezivlerin içeriğinde en sık bulunan monomerler bis-GMA ve bis- DMA'dır (Söderholm ve Mariotti, 1999). 2. grupta kullanılan kompozit içeriğinde bulunan bis-DMA kimyasal yapısındaki açık uçları nedeniyle hidrolize olarak BPA salınımına neden olmaktadır (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Schmalz ve diğerleri, 1999; Söderholm ve Mariotti, 1999). 2. grupta alınan tükürük örneklerinde BPA seviyelerindeki artışın nedeni olarak kullanılan kompozitin monomer yapısında bulunan bis-DMA gösterilebilir.

Mevcut çalışmada essix plak uygulanan grupta (3. Grup) T0 zamanından T1 zamanına ve T1 zamanından T2 zamanına kadar tükürükte tespit edilen BPA seviyelerinde artış, T2 zamanından T3 zamanına kadar ise tükürükteki BPA seviyesinde düşüş gözlenmiştir. Bu değişimler göz önüne alındığında essix plak uygulanan grupta ilk 1 hafta BPA seviyesinde artış olmakta, ilerleyen dönemde essix plaktan ağıza salınan BPA miktarı azalmaktadır. Raghavan ve diğerlerinin (2017) yaptığı çalışmada mevcut çalışmamızda olduğu gibi essix plak uygulanan hastalardan aparey yerleştirilmeden önce, aparey yerleştirildikten 1 saat, 1hafta ve 1 ay sonra tükürük örnekleri alınmıştır. BPA seviyesinin en fazla arttığı periyot aparey uygulandıktan sonra 1. saate kadar olan zaman aralığıdır. 1. haftadan sonra ise BPA seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşüş olmuştur. Çalışmamız tükürükteki BPA seviyesinin en fazla arttığı periyotun T0-T1 zaman aralığı olması ve 1. haftadan sonra BPA seviyesinde düşüş olması bakımından Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasıyla

uyumludur. Her iki çalışmada da BPA seviyesinin 1. haftadan sonra düşüş göstermesi essix plaklardan BPA salınımının akut bir olay olduğunu göstermektedir.

Arnis ve diğerlerinin (2022) essix plaklardan salınan BPA seviyelerini değerlendirmek için yaptıkları in-vitro bir çalışmada mevcut çalışmamızda olduğu gibi aparey uygulanmadan önce, uygulandıktan 1 saat, 1 hafta ve 1 ay sonra örnekler alınmıştır. Bu çalışmanın sonucunda mevcut çalışmamızla uyumlu olarak tükürük örneklerindeki BPA seviyesinin 1. haftaya kadar artmış olduğu 1. haftadan sonra azaldığı görülmüştür.

Yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında essix plak uygulamasında tükürükte BPA konsantrasyonunda artış olduğu fakat bu artışın günlük BPA alım dozundan çok daha düşük olduğu görülmektedir (Arnis ve diğerleri, 2022; Raghavan ve diğerleri, 2017; Sasaki ve diğerleri, 2005). Çalışmamızda bu çalışmalarla uyumlu olarak essix plak uygulanan grupta tükürükte tespit edilen BPA konsantrasyonu günlük BPA alım dozunun çok altında bulunmuştur.

Mevcut çalışmada hawley apareyi uygulanan grupta (4. Grup) T0 zamanından T1 zamanına ve T1 zamanından T2 zamanına kadar tükürükte tespit edilen BPA seviyelerinde artış, T2 zamanından T3 zamanına kadar ise tükürükteki BPA seviyesinde düşüş gözlenmiştir. Bu değişimler göz önüne alındığında hawley apareyi uygulanan grupta 1. haftada tükürükteki BPA seviyesinde artış olmakta, ilerleyen dönemde hawley apareyinden salınan BPA seviyesi azalmaktadır.

Raghavan ve diğerlerinin (2017) hawley apareylerinden BPA salınımını değerlendiren çalışmasında, aparey uygulanmadan önce, uygulandıktan 1 saat, 1 hafta, 1 ay sonra olmak üzere mevcut çalışmamızla aynı zamanlarda tükürük örneği alınmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre hawley apareyi uygulandıktan 1 saat sonra tükürükteki BPA miktarı artmış, 1. saatten sonra ilk hafta BPA miktarı azalmış ve ilerleyen dönemde 1. ayın sonuna doğru tükürükteki BPA miktarında artış gözlenmiştir. Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak 1. hafta BPA seviyesinin arttığı, 1. haftadan sonra ise düşüş gösterdiği bulunmuştur. Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasında kullanılan akrilik daha çok protetik tedavilerde, çalışmamızda kullanılan akrilik ise daha çok ortodontik apareylerin yapımında kullanılan akriliktir. Akrilikler polimerleşme reaksiyonuna göre farklılıklar göstermektedir. Bu da apareyin yapım aşamasını etkilemektedir. Sıcak akrilik sıcak suda uzun süre kaynatılarak polimerize olurken ortodontik apareylerde kullanılan akrilik 40-60 0C suda basınç ile polimerize olmaktadır. Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasının sonuçları ile mevcut

çalışmamız arasındaki fark Hawley aparatı yapımında kullanılan malzemelerin polimerizasyon zamanları ve seviyelerinin, kullanılan akrilik yapısının ve akriliğin işleme sürecinin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Analiz yöntemlerinin hassasiyet farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Hawley aparatlarından BPA salınım düzeyleri nispeten minimum olduğundan kullanılan akrilik veya analiz yöntemlerinin farklı olması nedeniyle farklılıklar görülebilmektedir (Fung ve diğerleri, 2000).

Yapılan çalışmalarda Hawley aparatından salınan BPA miktarının günlük alım dozunun çok altında olduğunu göstermektedir (Arnis ve diğerleri, 2022; Raghavan ve diğerleri, 2017). Mevcut çalışmamızda bu çalışmalarla uyumlu olarak Hawley aparatlarından salınan BPA miktarının günlük BPA alım dozunun çok altında olduğu bulunmuştur.

5.2.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Mevcut çalışmada T0 zamanında elde edilen tükürük örneklerinde 11,92 – 75,39 pg/ml aralığında BPA tespit edilmiştir. Aparat uygulanmadan önce T0 zamanında alınan tükürük örneklerinde BPA seviyelerinde görülen farklılıklar, bireylerin değişen oranlarda BPA'ya maruz kaldıklarını göstermektedir. Çalışmamızda T0 zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat değerler arasında görülen farklılıkların nedeni bireylerin farklı yaşam tarzları, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel durumlarının günlük alınan BPA miktarını etkilemesidir.

Çalışmamızda T1 ve T2 zamanlarında tükürük örneklerinde tespit edilen ortalama BPA seviyeleri karşılaştırıldığında en yüksek BPA seviyesi bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubu (Grup 1) ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda (Grup 2) bulunmuştur. Literatüre bakıldığında sabit lingual retainer uygulamalarında tükürükte bulunan BPA seviyeleri ile essix plak ve Hawley aparatları uygulamalarında tükürükte bulunan BPA seviyelerini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Sabit lingual retainer uygulamalarında kullanılan kompozitlerin içeriğinde BPA türevi monomerlerin bulunduğu bilinmektedir. Retainer uygulanan gruplarda (Grup 1 ve Grup 2) tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesinin diğer gruplara göre daha yüksek olmasının nedeni retainer uygulamalarında kullanılan kompozitlerin yapısında bulunan BPA türevi monomerlerin daha fazla artık ürüne dönüşmesi olduğu düşünülmüştür. Ayrıca retainer ağızda sabit duran, takılıp çıkarılamayan bir retansiyon aparatıdır. Bu nedenle ağız

ortamındaki değişikliklere essix plaklar veya hawley apareyine göre daha fazla maruz kalmaktadır. Ağız ortamında sürekli bulunan kompozitlerin kimyasal yapılarındaki açık uçlarının ağız ortamında daha fazla bozunmaya uğradığı ve bu nedenle daha fazla BPA salınımına neden olduğu düşünülmüştür.

Dental uygulamalarda kullanılan kompozitler dolgu materyali olarak kullanıldığında açıkta kalan kompozitin yüzey alanı nispeten daha küçüktür. Retainer uygulamalarında kullanılan kompozitler ise diş yüzeyine yerleştirilir ve açıkta kalan kısmın yüzey alanı daha büyüktür. Buna göre retainer uygulamalarında kullanılan kompozitin açıkta kalan yüzey alanının fazla olması açık ucu bulunan monomerlerinde daha fazla bozunmaya neden olabilir (Kang ve diğerleri, 2011). Amerika Birleşik Devletleri BPA maruz kalma sınırı ve Avrupa Gıda Güvenliği Birliği'nin tolere edilebilir günlük BPA alım seviyesi günde kilogram başına 4 mg'dır (Anadón ve diğerleri, 2010). Mevcut çalışmada Grup 1 ve Grup 2'de tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesi bu dozların çok altında bulunmuştur. Buna göre bis-GMA içeren kompozit ve bis-GMA içermeyen kompozit ile retainer uygulamalarının günümüzde güvenli bir tedavi yöntemi olduğu sonucuna varılabilir. Fakat Saal ve Hughes (2005)'in çalışmasında BPA için bir düşük doz etkisi olduğu ve trilyonda bir BPA dozunun hücre fonksiyonlarını değiştirebileceğini öne sürülmüştür. Wozniak ve diğerlerinin (2005) çalışmasında 1 pmol veya 0.23 parça/trilyon kadar düşük BPA düzeylerinin bile hücresel düzeyde değişikliklere neden olabileceği bildirilmiştir. Çalışmamızda tükürükteki ortalama BPA seviyeleri günlük alım dozunun altında olsa da düşük doz etkisinin olabileceğine dikkat edilmelidir.

Çalışmamızda bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubu ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubu arasında tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi yapılan çalışmalar bis-GMA'nın kimyasal formülünde açık uç bulunmadığı için BPA salınımına neden olmadığını, bis-DMA'nın açık uçlarının polimerize olamayıp hidrolize olarak BPA salınımına neden olduğunu göstermektedir (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Schmalz ve diğerleri, 1999; Söderholm ve Mariotti, 1999). Çalışmamızda her iki retainer uygulamasında kullanılan kompozitlerin içeriğinde bis-DMA bulunmaktadır. Grup 1 ve Grup 2'de tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyelerinin istatistiksel olarak benzer olmasının nedeninin her iki kompozitte bulunan bis-DMA olduğunu düşünmekteyiz. Literatürde bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer uygulamalarında tükürükte ortalama BPA seviyelerini

karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Kotky ve Wiltshire (2014)'ın çalışmasında ortodontik kompozit adeziv ve essix plaklardan salınan BPA seviyesi karşılaştırılmıştır. Bu apareyler yapay tükürüğe daldırıldıktan 2 hafta sonraya kadar BPA seviyeleri karşılaştırılmıştır. Kompozit adezivlerden salınan BPA seviyesi essix plaklardan salınan BPA seviyesine göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Her iki apareyde yapay tükürükte 3. güne kadar BPA tespit edilmiştir. Çalışmamız kompozit adezivlerden salınan BPA seviyesinin essix plaklardan salınan BPA seviyesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olması bakımından Kotky ve Wiltshire (2014)'ın çalışmasına uyumludur. Fakat mevcut çalışmada Kotky ve Wiltshire (2014)'ın çalışmasından farklı olarak uygulamadan 1 hafta sonra alınan tükürük örneklerinde de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde BPA tespit edilmiştir. Bu farkın yapay tükürük ve ağız ortamında apareylerde görülen yapısal bozunmaların farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda T1 ve T2 zamanlarında essix plak uygulanan grup ve hawley apareyi uygulanan grupta tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasında essix plaklar ve hawley apareylerinden salınan tükürükteki ortalama BPA seviyeleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda aparey uygulandıktan sonra örnek alınan 1. saatte ve 1 hafta sonra essix plaklardan BPA salınımı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla, 1. ayda alınan tükürük örneklerinde ise ortalama BPA seviyesi her iki apareyde de istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Çalışmamızda Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasından farklı olarak 1. haftada alınan tükürük örneklerinde essix plaklar ve hawley apareylerinin BPA salınım düzeyleri arasında farklılık bulunmamıştır. Daha önce belirtildiği gibi bu çalışmada hawley apareyi yapımında kullanılan akrilik protetik amaçla kullanılan akriliktir. Mevcut çalışmamızda hawley apareyi yapımında ortodontik aparey yapımında kullanılan akrilik kullanılmıştır. Protetik amaçla kullanılan akrilik sıcak suda uzun süre kaynatılarak polimerize olurken ortodontik amaçla kullanılan akrilik 40- 60 0C suda basınç ile polimerize olmaktadır. Çalışmamızda kullanılan akrilik ile Raghavan ve diğerlerinin (2017) çalışmasında kullandığı akriliğin işleme sürecindeki farklılıklar, akriliğin yapısındaki farklılıklar ve analiz yöntemindeki farklılıklar nedeniyle hawley apareyi uygulanan grupta tükürükteki BPA seviyelerinin farklı olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda essix plaklardan salınan tükürükteki ortalama BPA seviyesinin Raghavan ve arkadaşlarının (2017) çalışmasındaki sonuçlara göre daha düşük olmasının nedeni ise essix plakların vakum oluşturma sürecinde malzeme bileşenlerinin

bozunmasındaki farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamız 1. ayda alınan tükürük örneklerinde her iki grupta BPA seviyesinin istatistiksel olarak benzer olması bakımından Raghavan ve diğerlerinin çalışmasıyla uyumludur.

Yapılan çalışmalarla uyumlu olarak her iki grupta tüm zamanlarda tükürükte bulunan BPA seviyesi Amerika Birleşik Devletleri BPA insan maruz kalma sınırı ve Avrupa Gıda Güvenliği Birliği'nin bildirdiği tolere edilebilir günlük BPA alım seviyesinin (4mg/kg) oldukça altındadır (Raghavan ve diğerleri, 2017; Anadón ve diğerleri, 2010; Arnis ve diğerleri, 2022).

Mevcut çalışmada tüm gruplarda tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesi T2 zamanından T3 zamanına kadar düşüş göstermiştir. T3 zamanında tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesinde hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışmamızda kullanılan apareylerden BPA salınımı ile ilgili kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Fakat literatüre bakıldığında BPA salınımının uzun dönem sonuçlarını değerlendiren çalışmalarda BPA seviyesinin uygulamadan sonra arttığı ve 1. ayda alınan örneklerde tüm apareylerde BPA salınımının önemli ölçüde düştüğü görülmüştür (Arnis ve diğerleri, 2022; Kang ve diğerleri, 2011; Kloukos ve diğerleri, 2013; Kotyk ve Wiltshire, 2014; Małkiewicz ve diğerleri., 2015; Manoj ve diğerleri, 2018; Raghavan ve diğerleri, 2017; Sasaki ve diğerleri, 2005). Çalışmamız BPA seviyesinin T2 zamanından sonra T3 zamanına kadar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüş gösterdiği ve 1. ayda alınan tükürük örneklerinde BPA seviyesinin T0 zamanında alınan tükürük örneklerindeki BPA seviyesine benzer olması bakımından bu çalışmalarla uyumludur. T3 zamanında BPA seviyesinin T0 zamanına benzer olmasının nedeninin BPA salınımı muhtemelen akut bir olay olması ve zamanla tükürük tarafından emilmesi olduğu düşünülmüştür (Arenholt-Bindslev ve diğerleri, 1999; Arnis ve diğerleri, 2022; Fung ve diğerleri, 2000; Joskow ve diğerleri, 2006; Kang ve Kondo, 2005; Pulgar ve diğerleri, 2000; Raghavan ve diğerleri, 2017).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Tüm gruplarda retansiyon apareyi uygulanmadan önce (T0) tükürükte BPA bulunmuştur. T0 zamanında tükürükte tespit edilen BPA; hastaların diyet ve çevre kaynaklı kronik olarak BPA'ya maruz kaldığını göstermektedir.

2. Retansiyon apareyi uygulandıktan 1 saat sonra (T1) ve 1 hafta sonra (T2) alınan tükürük örneklerinde ortalama BPA seviyesi tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir.

3. Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubu (Grup 1) ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda (Grup 2) tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesinde en fazla artış T0 zamanından T1 zamanına kadar olan süreçte görülmüştür. T1 zamanından T2 zamanına kadar olan süreçte tükürükte BPA seviyesi artmış fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubu (Grup 1) ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubunda (Grup 2) diğer gruplara göre T1 ve T2 zamanındaki tükürükte tespit edilen ortalama BPA seviyesindeki artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla bulunmuştur. Bu artışın nedeni retainer uygulamalarının hasta kooperasyonundan bağımsız olarak günün her saatinde ağızda durması ve dolayısıyla ağız ortamındaki değişikliklere essix plak ve hawley apareylerine göre daha fazla maruz kalmasıdır. Ağız ortamında sürekli bulunan retainer uygulamasında kullanılan kompozitlerin daha fazla bozunmaya uğradığı ve dolayısıyla daha fazla BPA salınımına neden olduğu düşünülmektedir. Bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainer grubu ve bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainer grubu karşılaştırıldığında ise her iki grup arasında tüm zamanlarda tükürükte tespit edilen BPA seviyelerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

4. Essix plak (Grup 3) ve hawley apareyi (Grup 4) uygulanan gruplarda tükürükte tespit edilen BPA seviyesinde en fazla artış T0 zamanından T1 zamanına kadar olan süreçte görülsede T1 zamanından T2 zamanına kadar olan süreçte de tükürükte tespit edilen BPA seviyesindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Essix plak ve hawley apareyi uygulanan gruplar karşılaştırıldığında tükürükteki BPA seviyelerindeki değişimler tüm zamanlarda istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

5. Tüm gruplarda aparey uygulamasından 1 ay sonra (T3) alınan tükürük örneklerindeki BPA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir düşüş olmuştur. T3 zamanında tüm gruplarda tükürükteki ortalama BPA seviyesi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Aparey uygulanmadan önce (T1) alınan tükürükteki ortalama BPA seviyesi ile 1 ay sonra (T3) alınan tükürükteki ortalama BPA seviyeleri arasındaki fark tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Bu çalışmanın H0 hipotezi olan:” bis-GMA içeren kompozit ile uygulanan retainerların, bis-GMA içermeyen kompozit ile uygulanan retainerların, essix plakların ve hawley apareylerinin BPA salınım düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur.” hipotezi reddedilmiştir.

Ortodontik adezivlerin içeriğindeki monomerlerde ve ortodontik tedavilerde kullanılan malzemelerin yapımında BPA türevleri olması, BPA’nın insan sağlığı üzerine etkileri göz önüne alındığında oldukça endişe vericidir. Çalışmamızın sonuçlarına göre bu materyallerde BPA türevleri bulunmasına rağmen BPA salınımının endişe verici düzeyde olmadığı ve günlük BPA alım dozunun oldukça altında olduğu görülmüştür. Çalışmamızda tükürükte tespit edilen en yüksek BPA seviyesi, LOAEL dozunun çok altındadır. Çalışmamızda düşük seviyelerde de olsa tüm gruplarda uygulanan retansiyon apareylerinden BPA salınımı olduğu görülmüştür.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre tüm gruplarda uygulanan retansiyon apareylerinde BPA salınımı olsa da tespit edilen BPA seviyesinin günlük alım dozunun çok altında olması tüm apareylerin klinik endikasyonuna göre rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir. Yine de tüm apareylerden düşük dozlarda da olsa BPA salınımı olduğu gözardı edilmemelidir. Hasta ve sağlık personelinde oluşabilecek olası yan etkiler gözönüne alınarak BPA maruziyetinden korunmak için ilave tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Amundsen, O. C., Wisth, P. J. (2005). Clinical pearl: LingLock the flossable fixed retainer. *Journal of Orthodontics*, 32(4), 241. 243. <https://doi.org/10.1179/146531205225021195>
- Anadón, A., Binderup, M.-L., Bursch, W., Castle, L., Crebelli, R., Engel, K.-H., Franz, R., Gontard, N., Haertlé, T., Husøy, T., Jany, K.-D., Leclercq, C., Lhuguenot, J.-C., Mennes, W., Milana, M. R., Pfaff, K., Svensson, K., Toldrá, F., Waring, R., ... Verloo, D. (2010). Scientific Opinion on Bisphenol A: evaluation of a study investigating its neurodevelopmental toxicity, review of recent scientific literature on its toxicity and advice on the Danish risk assessment of Bisphenol A. *EFSA Journal*, 8(9), 1829. <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2010.1829>
- Andrews, L. (1972). The six keys to normal occlusion. *American Journal of Orthodontics*, 62(3), 296-309. [https://doi.org/10.1016/S0002-9416\(72\)90268-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9416(72)90268-0)
- Angle, E. (1899). Classification of malocclusion (3. bs). *Dental Cosmos*.
- Arenholt-Bindslev, D., Breinholt, V., Preiss, A., & Schmalz, G. (1999). Time-related bisphenol-A content and estrogenic activity in saliva samples collected in relation to placement of fissure sealants. *Clinical Oral Investigations*, 3(3), 120-125. <https://doi.org/10.1007/S007840050089>
- Arnis, J. A., Purwanegara, M. K., Anggani, H. S. (2022). Bisphenol A in Hawley and Vacuum-Formed Retainers: An In-Vitro Study. *Journal of International Dental and Medical Research*, 15(1), 61-65.
- Aycan, M., Goymen, M. (2019). Comparison of the different retention appliances produced using CAD/CAM and conventional methods and different surface roughening methods. *Lasers in Medical Science*, 34(2), 287-296. <https://doi.org/10.1007/S10103-018-2585-7>.

- Balcı, N., Toygar, H. U., Kırçelli, B. (2021). Ortodontik Tedavi Sonrası Farklı Hareketli Retansiyon Apareylerinin Mobilite Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 31(2), 175-181. <https://doi.org/10.17567/Ataunıdfd.902213>
- Bayır, F., Bolat, E. (2021). Ortodontide Güncel Pekiştirme Uygulamaları: Literatür Derlemesi Current Retention Applications in Orthodontics: Literature Review. Akd Med. J., 7(1), 27-35. <https://doi.org/10.17954/amj.2021.1923>
- Bearn, D. R. (1995). Bonded orthodontic retainers: a review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 108(2), 207-213. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(95\)70085-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(95)70085-4)
- Belfroid, A., van Velzen, M., van der Horst, B., Vethaak, D. (2002). Occurrence of bisphenol A in surface water and uptake in fish: evaluation of field measurements. Chemosphere, 49(1), 97-103. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00157-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00157-1)
- Biles, J. E., McNeal, T. P., Begley, T. H., Hollifield, H. C. (1997). Determination of Bisphenol-A in Reusable Polycarbonate Food-Contact Plastics and Migration to Food-Simulating Liquids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(9), 3541-3544. <https://doi.org/10.1021/JF970072I>
- Blake, M., Bibby, K. (1998). Retention and stability: a review of the literature. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 114(3), 299-306. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(98\)70212-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(98)70212-4)
- Bolz, U., Hagenmaier, H., Körner, W. (2001). Phenolic xenoestrogens in surface water, sediments, and sewage sludge from Baden-Württemberg, south-west Germany. Environmental Pollution, 115(2), 291-301. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00100-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00100-2)
- Braun, J. M., Yolton, K., Dietrich, K. N., Hornung, R., Ye, X., Calafat, A. M., Lanphear, B. P. (2009). Prenatal bisphenol A exposure and early childhood behavior. Environmental Health Perspectives, 117(12), 1945-1952. <https://doi.org/10.1289/EHP.0900979>

- Brotons, J. A., Olea-Serrano, M. F., Villalobos, M., Pedraza, V., Olea, N. (1995). Xenoestrogens released from lacquer coatings in food cans. *Environmental Health Perspectives*, 103(6), 608-612. <https://doi.org/10.1289/EHP.95103608>
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., Lena, A., Scribante, A., Vallittu, P. K., Lassila, L. v. (2008). Force levels of fiber-reinforced composites and orthodontic stainless steel wires: a 3-point bending test. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 133(3), 410-413. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2006.01.047>
- Calafat, A. M., Ye, X., Wong, L. Y., Reidy, J. A., Needham, L. L. (2008). Exposure of the U.S. population to bisphenol A and 4-tertiary-octylphenol: 2003-2004. *Environmental Health Perspectives*, 116(1), 39-44. <https://doi.org/10.1289/EHP.10753>
- Cantonwine, D., Meeker, J. D., Hu, H., Sánchez, B. N., Lamadrid-Figueroa, H., Mercado-García, A., Fortenberry, G. Z., Calafat, A. M., Téllez-Rojo, M. M. (2010). Bisphenol a exposure in Mexico City and risk of prematurity: a pilot nested case control study. *Environmental Health*, 9(1), 62-69. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-62>
- Carson, R. (2002). *Silent Spring* (40. bs). 1st Mariner Books ed. Houghton Mifflin Harcourt.
- Cerny, R. (2001). Permanent fixed lingual retention. *J Clin Orthod.*, 35(12), 728-732.
- Chevrier, J., Gunier, R. B., Bradman, A., Holland, N. T., Calafat, A. M., Eskenazi, B., Harley, K. G. (2013). Maternal urinary bisphenol a during pregnancy and maternal and neonatal thyroid function in the CHAMACOS study. *Environmental Health Perspectives*, 121(1), 138-144. <https://doi.org/10.1289/EHP.1205092>
- Chung, S. Y., Kwon, H., Choi, Y. H., Karmaus, W., Merchant, A. T., Song, K. B., Sakong, J., Ha, M., Hong, Y. C., Kang, D. (2012). Dental composite fillings and bisphenol A among children: a survey in South Korea. *International Dental Journal*, 62(2), 65-69. <https://doi.org/10.1111/J.1875-595X.2011.00089.X>
- Corbel, T., Gayrard, V., Viguié, C., Puel, S., Lacroix, M. Z., Toutain, P. L., Picard-Hagen, N. (2013). Bisphenol A disposition in the sheep maternal-placental-fetal unit: mechanisms determining fetal internal exposure. *Biology of Reproduction*, 89(1). <https://doi.org/10.1095/BIOLREPROD.112.106369>.

- D'Antuono, A., Dall'Orto, V. C., Balbo, A. lo, Sobral, S., Rezzano, I. (2001). Determination of Bisphenol A in Food-Simulating Liquids Using LCED with a Chemically Modified Electrode. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1098-1101. <https://doi.org/10.1021/JF000660N>
- Diamanti-Kandarakis, E., Bourguignon, J. P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., Zoeller, R. T., Gore, A. C. (2009). Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. *Endocrine Reviews*, 30(4), 293-342. <https://doi.org/10.1210/ER.2009-0002>
- Dorn, P. B., Chou, C. S., Gentempo, J. J. (1987). Degradation of bisphenol A in natural waters. *Chemosphere*, 16(7), 1501-1507. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(87\)90090-7](https://doi.org/10.1016/0045-6535(87)90090-7)
- Dursun, E., Fron-Chabouis, H., Attal, J.-P., Raskin, A. (2016). Bisphenol A Release: Survey of the Composition of Dental Composite Resins. *The Open Dentistry Journal*, 10(1), 446. <https://doi.org/10.2174/1874210601610010446>
- Edwards, J. G. (1988). A long-term prospective evaluation of the circumferential supracrestal fiberotomy in alleviating orthodontic relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 93(5), 380-387. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90096-0](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90096-0)
- Egli, F., Bovali, E., Kiliaridis, S., Cornelis, M. A. (2017). Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: Comparison of retainer failures and posttreatment stability. A 2-year follow-up of a single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 151(1), 15-27. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2016.09.009>
- Ehrlich, S., Williams, P. L., Missmer, S. A., Flaws, J. A., Ye, X., Calafat, A. M., Petrozza, J. C., Wright, D., Hauser, R. (2012). Urinary bisphenol A concentrations and early reproductive health outcomes among women undergoing IVF. *Human Reproduction*, 27(12), 3583-3592. <https://doi.org/10.1093/HUMREP/DES328>

- Eliades, T., Hiskia, A., Eliades, G., Athanasiou, A. E. (2007). Assessment of bisphenol-A release from orthodontic adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(1), 72-75. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.08.013>.
- Eliades, T., Pratsinis, H., Athanasiou, A. E., Eliades, G., Kletsas, D. (2009). Cytotoxicity and estrogenicity of Invisalign appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 136(1), 100-103. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2009.03.006>
- Eliades, T., Voutsas, D., Sifakakis, I., Makou, M., Katsaros, C. (2011). Release of bisphenol-A from a light-cured adhesive bonded to lingual fixed retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(2), 192-195. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.12.026>
- Engvall, E., Perlmann, P. (1971). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Quantitative assay of immunoglobulin G. *Immunochemistry*, 8(9), 871-874. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(71\)90454-X](https://doi.org/10.1016/0019-2791(71)90454-X)
- Erdinc, A. E., Nanda, R. S., İşiksal, E. (2006). Relapse of anterior crowding in patients treated with extraction and nonextraction of premolars. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 129(6), 775-784. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2006.02.022>
- Ferreira, Z. a, de Carvalho, E. K., Mitsudo, R. S., Bergamo, P. M. (2000). Bondable reinforcement ribbon: clinical applications. *Quintessence International* (Berlin, Germany : 1985), 31(8), 547-552.
- Fleisch, A. F., Sheffield, P. E., Chinn, C., Edelstein, B. L., Landrigan, P. J. (2010). Bisphenol A and related compounds in dental materials. *Pediatrics*, 126(4), 760-768. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2009-2693>
- Forde, K., Storey, M., Littlewood, S. J., Scott, P., Luther, F., & Kang, J. (2018). Bonded versus vacuum-formed retainers: a randomized controlled trial. Part 1: stability, retainer survival, and patient satisfaction outcomes after 12 months. *European Journal of Orthodontics*, 40(4), 387-398. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJX058>.

- Freitas, K. M. S., de Freitas, M. R., Henriques, J. F. C., Pinzan, A., Janson, G. (2004). Postretention relapse of mandibular anterior crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(4), 480-487. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.04.012>
- Fung, E. Y. K., Ewoldsen, N. O., st. Germain, H. A., Marx, D. B., Miaw, C. L., Siew, C., Chou, H. N., Gruninger, S. E., Meyer, D. M. (2000). Pharmacokinetics of bisphenol A released from a dental sealant. *Journal of the American Dental Association*, 131(1), 51-58. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.2000.0019>
- Fürhacker, M., Scharf, S., Weber, H. (2000). Bisphenol A: emissions from point sources. *Chemosphere*, 41(5), 751-756. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00466-X](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00466-X)
- Gao, H., Yang, B. J., Li, N., Feng, L. M., Shi, X. Y., Zhao, W. H., Liu, S. J. (2015). Bisphenol A and hormone-associated cancers: current progress and perspectives. *Medicine*, 94(1), e211. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000211>
- Garcia, A. H., Martinez-Lozano, M. A., Cabanes-Vila, J., Barjau-Escribano, A., Fos-Galve, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications - PubMed. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, 11(2), 215-220.
- Gianelly, A. (2006). Evidence-based therapy: an orthodontic dilemma. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 129(5), 596-598. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2006.02.001>
- Gianelly, A. A. (2003). Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: Added value? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(4), 362-365. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(03\)00568-7](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(03)00568-7)
- Gill, D., Naini, F. (2011). *Orthodontics: Principles and Practice* (1. bs). Wiley-Blackwell.
- Gill, D. S., Naini, F. B., Jones, A., Tredwin, C. J. (2007). Part-Time Versus Full-Time Retainer Wear Following Fixed Appliance Therapy: A Randomized Prospective Controlled Trial. *World Journal Of Orthodontics*, 8(3), 300-3006.
- Goodson, A., Summerfield, W., Cooper, I. (2002). Survey of bisphenol A and bisphenol F in canned foods. *Food Additives and Contaminants*, 19(8), 796-802. <https://doi.org/10.1080/02652030210146837>.

- Graber T., Vanarsdall R. (2000). Orthodontics Current Principles and Techniques 5th Edition (5. bs, ss. 193-517).
- Han, D. H., Kim, M. J., Jun, E. J., Kim, J. B. (2012). Salivary bisphenol-A levels due to dental sealant/resin: a case-control study in Korean children. *Journal of Korean Medical Science*, 27(9), 1098-1104. <https://doi.org/10.3346/JKMS.2012.27.9.1098>
- Hanaoka, T., Kawamura, N., Hara, K., Tsugane, S. (2002). Urinary bisphenol A and plasma hormone concentrations in male workers exposed to bisphenol A diglycidyl ether and mixed organic solvents. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(9), 625-628. <https://doi.org/10.1136/OEM.59.9.625>
- Heemken, O. P., Reincke, H., Stachel, B., Theobald, N. (2001). The occurrence of xenoestrogens in the Elbe river and the North Sea. *Chemosphere*, 45(3), 245-259. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00570-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00570-1)
- Hichens, L., Rowland, H., Williams, A., Hollinghurst, S., Ewings, P., Clark, S., Ireland, A., Sandy, J. (2007). Cost-effectiveness and patient satisfaction: Hawley and vacuum-formed retainers. *European Journal of Orthodontics*, 29(4), 372-378. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJM039>
- Hong, Y. C., Park, E. Y., Park, M. S., Ko, J. A., Oh, S. Y., Kim, H., Lee, K. H., Leem, J. H., Ha, E. H. (2009). Community level exposure to chemicals and oxidative stress in adult population. *Toxicology Letters*, 184(2), 139-144. <https://doi.org/10.1016/J.TOXLET.2008.11.001>
- Honma, S., Suzuki, A., Buchanan, D. L., Katsu, Y., Watanabe, H., Iguchi, T. (2002). Low dose effect of in utero exposure to bisphenol A and diethylstilbestrol on female mouse reproduction. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0890-6238\(02\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0890-6238(02)00006-0)
- Howard, P. (1989). Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals: Volume I: Large production and priority pollutants (ss. 408-421).
- Inoue, K., Yamaguchi, A., Wada, M., Yoshimura, Y., Makino, T., Nakazawa, H. (2001). Quantitative detection of bisphenol A and bisphenol A diglycidyl ether metabolites in human plasma by liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. *Journal of Chromatography. B, Biomedical Sciences and Applications*, 765(2), 121-126. [https://doi.org/10.1016/S0378-4347\(01\)00393-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4347(01)00393-0).

- Iseri, H., Solow, B. (1996). Continued eruption of maxillary incisors and first molars in girls from 9 to 25 years, studied by the implant method. *European Journal of Orthodontics*, 18(3), 245-256. <https://doi.org/10.1093/EJO/18.3.245>
- Jäderberg, S., Feldmann, I., Engström, C. (2012). Removable thermoplastic appliances as orthodontic retainers--a prospective study of different wear regimens. *European Journal of Orthodontics*, 34(4), 475-479. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJR040>
- Jindal, P., Juneja, M., Siena, F. L., Bajaj, D., Breedon, P. (2019). Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 156(5), 694-701. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2019.05.012>
- Johal, A., Bondemark, L. (2021). Clear aligner orthodontic treatment: Angle Society of Europe consensus viewpoint. *Journal of Orthodontics*, 48(3), 300-304. <https://doi.org/10.1177/14653125211006423>
- Johnston, C. D., Littlewood, S. J. (2015). Retention in orthodontics. *British Dental Journal*, 128(3), 119-122. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.47>
- Jolanki, R., Kanerva, L., Estlander, T. (1995). Occupational allergic contact dermatitis caused by epoxy diacrylate in ultraviolet-light-cured paint, and bisphenol A in dental composite resin. *Contact Dermatitis*, 33(2), 94-99. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0536.1995.TB00508.X>
- Joskow, R., Barr, D. B., Barr, J. R., Calafat, A. M., Needham, L. L., Rubin, C. (2006). Exposure to bisphenol A from bis-glycidyl dimethacrylate-based dental sealants. *Journal of the American Dental Association* (1939), 137(3), 353-362. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.2006.0185>
- Kadoma, Y., Tanaka, M. (2000). Acid and base-catalyzed hydrolysis of bisphenol A-related compounds. *Dental Materials Journal*, 19(2), 139-152. <https://doi.org/10.4012/DMJ.19.139>
- Kamiloglu, B. (2015). *Temel Ortodontik Bilgiler Laboratuvar El Kitabı* .
- Kang, J. H., Kito, K., Kondo, F. (2003). Factors influencing the migration of bisphenol A from cans. *Journal of Food Protection*, 66(8), 1444-1447. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-66.8.1444>.

- Kang, J. H., Kondo, F. (2005). Bisphenol A degradation in seawater is different from that in river water. *Chemosphere*, 60(9), 1288-1292. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2005.01.058>
- Kang, J. H., Kondo, F. (2006). Bisphenol A in the surface water and freshwater snail collected from rivers around a secure landfill. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 76(1), 113-118. <https://doi.org/10.1007/S00128-005-0896-4>.
- Kang, J. H., Kondo, F., Katayama, Y. (2006). Human exposure to bisphenol A. *Toxicology*, 226(2-3), 79-89. <https://doi.org/10.1016/J.TOX.2006.06.009>
- Kang, Y. G., Kim, J. Y., Kim, J., Won, P. J., Nam, J. H. (2011). Release of bisphenol A from resin composite used to bond orthodontic lingual retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(6), 779-789. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.04.022>
- Kaufman, E., Lamster, I. B. (2000). Analysis of saliva for periodontal diagnosis--a review. *Journal of Clinical Periodontology*, 27(7), 453-465. <https://doi.org/10.1034/J.1600-051X.2000.027007453.X>
- Kawagoshi, Y., Fujita, Y., Kishi, I., Fukunaga, I. (2003). Estrogenic chemicals and estrogenic activity in leachate from municipal waste landfill determined by yeast two-hybrid assay. *Journal of Environmental Monitoring: JEM*, 5(2), 269-274. <https://doi.org/10.1039/B210962J>
- Kawahata, H., Ohta, H., Inoue, M., Suzuki, A. (2004). Endocrine disrupter nonylphenol and bisphenol A contamination in Okinawa and Ishigaki Islands, Japan--within coral reefs and adjacent river mouths. *Chemosphere*, 55(11), 1519-1527. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2004.01.032>
- Kawamura, Y., Sano, H., Yamada, T. (1999). Migration of Bisphenol A from Can Coatings to Drinks. *Food Hygiene and Safety Science (Shokuhin Eiseigaku Zasshi)*, 40(2), 158-165_1. <https://doi.org/10.3358/SHOKUEISHI.40.158>
- Kharbanda, O. (2009). *Orthodontics: Diagnosis and Management of Malocclusion and Dentofacial Deformities* (1. bs). Haryana: Elsevier.

- Kim, Y. H., Kim, C. S., Park, S., Han, S. Y., Pyo, M. Y., Yang, M. (2003). Gender differences in the levels of bisphenol A metabolites in urine. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 312(2), 441-448. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2003.10.135>
- Kloukos, D., Pandis, N., Eliades, T. (2013). Bisphenol-A and residual monomer leaching from orthodontic adhesive resins and polycarbonate brackets: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 143(4 Suppl). <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2012.11.015>
- Kloukos, D., Sifakakis, I., Voutsas, D., Doulis, I., Eliades, G., Katsaros, C., Eliades, T. (2015). BPA qualitative and quantitative assessment associated with orthodontic bonding in vivo. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(8), 887-894. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2015.04.020>
- Knierim, R. W. (1973). Invisible lower cuspid to cuspid retainer. *The Angle Orthodontist*, 43(2), 218-220. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1973\)043<0218:ilctcr>2.0.co;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1973)043<0218:ilctcr>2.0.co;2)
- Kolpin, D. W., Furlong, E. T., Meyer, M. T., Thurman, E. M., Zaugg, S. D., Barber, L. B., Buxton, H. T. (2002). Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: a national reconnaissance. *Environmental Science & Technology*, 36(6), 1202-1211. <https://doi.org/10.1021/ES011055J>
- Kotyk, M. W., Wiltshire, W. A. (2014). An investigation into bisphenol-A leaching from orthodontic materials. *The Angle Orthodontist*, 84(3), 516-520. <https://doi.org/10.2319/081413-600.1>
- Krishnan, A. v., Stathis, P., Permuth, S. F., Tokes, L., Feldman, D. (1993). Bisphenol-A: an estrogenic substance is released from polycarbonate flasks during autoclaving. *Endocrinology*, 132(6), 2279-2286. <https://doi.org/10.1210/ENDO.132.6.8504731>
- Kuroda, N., Kinoshita, Y., Sun, Y., Wada, M., Kishikawa, N., Nakashima, K., Makino, T., Nakazawa, H. (2003). Measurement of bisphenol A levels in human blood serum and ascitic fluid by HPLC using a fluorescent labeling reagent. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 30(6), 1743-1749. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(02\)00516-2](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(02)00516-2)

- Lang, I. A., Galloway, T. S., Scarlett, A., Henley, W. E., Depledge, M., Wallace, R. B., Melzer, D. (2008). Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. *JAMA*, 300(11), 1303-1310. <https://doi.org/10.1001/JAMA.300.11.1303>
- Larsson, D. G. J., Adolfsson-Erici, M., Parkkonen, J., Pettersson, M., Berg, A. H., Olsson, P. E., Förlin, L. (1999). Ethinyloestradiol an undesired fish contraceptive? *Aquatic Toxicology*, 45(2-3), 91-97. [https://doi.org/10.1016/S0166-445X\(98\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0166-445X(98)00112-X)
- Lau, O. W., Wong, S. K. (2000). Contamination in food from packaging material. *Journal of Chromatography*, 882(1-2), 255-270. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00356-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00356-3)
- Lee, R. T. (1981). The lower incisor bonded retainer in clinical practice: a three year study. *British Journal of Orthodontics*, 8(1), 15-18. <https://doi.org/10.1179/BJO.8.1.15>
- Little, R. M., Riedel, R. A., Artun, J. (1988). An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 93(5), 423-428. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90102-3](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90102-3)
- Mai, W., He, J., Meng, H., Jiang, Y., Huang, C., Li, M., Yuan, K., Kang, N. (2014). Comparison of vacuum-formed and Hawley retainers: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 145(6), 720-727. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2014.01.019>
- Malik, O. H., McMullin, A., Waring, D. T. (2017). Invisible orthodontics part 1: invisalign. <https://doi.org/10.12968/Denu.2013.40.3.203>, 40(3), 203-215.
- Małkiewicz, K., Turło, J., Marciniuk-Kluska, A., Grzech-Leśniak, K., Gąsior, M., Kluska, M. (2015). Release of bisphenol A and its derivatives from orthodontic adhesive systems available on the European market as a potential health risk factor. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 22(1), 172-177. <https://doi.org/10.5604/12321966.1141390>.

- Małkiewicz, K., Wychowański, P., Małkiewicz, E., Olczak-Kowalczyk, D., Turło, J. (2015). The release of biologically hazardous chemical compounds from orthodontic adhesive systems used in Europe and in the USA — an in vitro study. *Polimery*, 60(5), 309-315. <https://doi.org/10.14314/POLIMERY.2015.309>.
- Manoj, M. K., Ramakrishnan, R., Babjee, S., Nasim, R. (2018). High-performance liquid chromatography analysis of salivary bisphenol A levels from light-cured and chemically cured orthodontic adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 154(6), 803-808. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2018.02.008>
- Maserejian, N. N., Trachtenberg, F. L., Hauser, R., McKinlay, S., Shrader, P., Tavares, M., Bellinger, D. C. (2012). Dental composite restorations and psychosocial function in children. *Pediatrics*, 130(2), 328-338. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2011-3374>
- Matsumoto, H., Adachi, S., Suzuki, Y. (2005). Bisphenol A in ambient air particulates responsible for the proliferation of MCF-7 human breast cancer cells and Its concentration changes over 6 months. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 48(4), 459-466. <https://doi.org/10.1007/S00244-003-0243-X>
- Meeker, J. D., Calafat, A. M., Hauser, R. (2010). Urinary bisphenol A concentrations in relation to serum thyroid and reproductive hormone levels in men from an infertility clinic. *Environmental Science Technology*, 44(4), 1458-1463. <https://doi.org/10.1021/ES9028292>
- Meeker, J. D., Ferguson, K. K. (2011). Relationship between urinary phthalate and bisphenol A concentrations and serum thyroid measures in U.S. adults and adolescents from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2008. *Environmental Health Perspectives*, 119(10), 1396-1402. <https://doi.org/10.1289/EHP.1103582>
- Melnick, R., Lucier, G., Wolfe, M., Hall, R., Stancel, G., Prins, G., Gallo, M., Reuhl, K., Ho, S.-M., Brown, T., Moore, J., Leakey, J., Haseman, J., Kohn, M. (2002). *Environmental Health Perspectives*. 110(4). <http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2002/110p427-431melnick/abstract.html>.

- Melrose, C., Millett, D. T. (1998). Toward a perspective on orthodontic retention? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 113(5), 507-514. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(98\)70261-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(98)70261-6).
- Melzer, D., Gates, P., Osborn, N. J., Henley, W. E., Cipelli, R., Young, A., Money, C., McCormack, P., Schofield, P., Mosedale, D., Grainger, D., Galloway, T. S. (2012). Urinary bisphenol a concentration and angiography-defined coronary artery stenosis. *PloS One*, 7(8), e43378. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0043378>
- Melzer, D., Osborne, N. J., Henley, W. E., Cipelli, R., Young, A., Money, C., McCormack, P., Luben, R., Khaw, K. T., Wareham, N. J., Galloway, T. S. (2012). Urinary bisphenol A concentration and risk of future coronary artery disease in apparently healthy men and women. *Circulation*, 125(12), 1482-1490. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.069153>
- Melzer, D., Rice, N. E., Lewis, C., Henley, W. E., Galloway, T. S. (2010). Association of urinary bisphenol a concentration with heart disease: evidence from NHANES 2003/06. *PloS One*, 5(1), e8673. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0008673>
- Mendiola, J., Jørgensen, N., Andersson, A. M., Calafat, A. M., Ye, X., Redmon, J. B., Drobnis, E. Z., Wang, C., Sparks, A., Thurston, S. W., Liu, F., Swan, S. H. (2010). Are environmental levels of bisphenol a associated with reproductive function in fertile men? *Environmental Health Perspectives*, 118(9), 1286-1291. <https://doi.org/10.1289/EHP.1002037>
- Metz, C. M. (2016). Bisphenol A: Understanding the Controversy. *Workplace Health and Safety*, 64(1), 28-36. <https://doi.org/10.1177/2165079915623790>
- Midoro-Horiuti, T., Tiwari, R., Watson, C. S., Goldblum, R. M. (2010). Maternal bisphenol a exposure promotes the development of experimental asthma in mouse pups. *Environmental Health Perspectives*, 118(2), 273-277. <https://doi.org/10.1289/EHP.0901259>.

- Moffitt, A. H., Raina, J. (2015). Long-term bonded retention after closure of maxillary midline diastema. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 148(2), 238-244. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2015.03.026>
- Mok-Lin, E., Ehrlich, S., Williams, P. L., Petrozza, J., Wright, D. L., Calafat, A. M., Ye, X., Hauser, R. (2010). Urinary bisphenol A concentrations and ovarian response among women undergoing IVF. *International Journal of Andrology*, 33(2), 385-393. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2605.2009.01014.X>
- Moriyama, K., Tagami, T., Akamizu, T., Usui, T., Saijo, M., Kanamoto, N., Hataya, Y., Shimatsu, A., Kuzuya, H., Nakao, K. (2002). Thyroid hormone action is disrupted by bisphenol A as an antagonist. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87(11), 5185-5190. <https://doi.org/10.1210/JC.2002-020209>
- Nagel, S. C., vom Saal, F. S., Thayer, K. A., Dhar, M. G., Boechler, M., Welshons, W. v. (1997). Relative binding affinity-serum modified access (RBA-SMA) assay predicts the relative in vivo bioactivity of the xenoestrogens bisphenol A and octylphenol. *Environmental Health Perspectives*, 105(1), 70-76. <https://doi.org/10.1289/EHP.9710570>
- NAVAZESH, M. (1993). Methods for collecting saliva. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 694(1), 72-77. <https://doi.org/10.1111/J.1749-6632.1993.TB18343.X>
- Olea, N., Pulgar, R., Pérez, P., Olea-Serrano, F., Rivas, A., Novillo-Fertrell, A., Pedraza, V., Soto, A. M., Sonnenschein, C. (1996). Estrogenicity of resin-based composites and sealants used in dentistry. *Environmental Health Perspectives*, 104(3), 298-305. <https://doi.org/10.1289/EHP.96104298>
- Olea, N., Rosa Pulgar, I., Pdrez, P., Olea-Serrano, Fa., Rivas, A., Novillo-Fertrell, A., Soto, A. M., Sonnenschein, C. (t.y.). Estrogenicity of Resin-based Composites and Sealants Used in Dentistry. <https://doi.org/https://doi.org/10.1289/ehp.96104298>
- Olsén, L., Lind, L., Lind, P. M. (2012). Associations between circulating levels of bisphenol A and phthalate metabolites and coronary risk in the elderly. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 80, 179-183. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2012.02.023>

- Otake, H., Yasuhara, A., Morita, M. (2003). Determination of bisphenol A and 4-nonylphenol in human milk using alkaline digestion and cleanup by solid-phase extraction. *Analytical Sciences: The International Journal of the Japan Society for Analytical Chemistry*, 19(12), 1663-1666. <https://doi.org/10.2116/ANALSCI.19.1663>
- Palanza, P., Howdeshell, K. L., Parmigiani, S., vom Saal, F. S. (2002). Exposure to a low dose of bisphenol A during fetal life or in adulthood alters maternal behavior in mice. *Environmental Health Perspectives*, 110(3), 415-422. <https://doi.org/10.1289/EHP.02110S3415>.
- Park, Y., Hartsfield, J. K., Katona, T. R., Roberts, W. E. (2008). Tooth positioner effects on occlusal contacts and treatment outcomes. *The Angle Orthodontist*, 78(6), 1050-1056. <https://doi.org/10.2319/070307-307.1>
- Proffit, W., Fields Jr, H., Sarver, D. (2006). *Contemporary orthodontics* (4. bs). Louis: Elsevier Health Sciences.
- Pruzansky, D. P., Park, J. H. (2016). Quality of Lab Appliances in Orthodontic Offices. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40(6), 506-509. <https://doi.org/10.17796/1053-4628-40.6.506>
- Pulgar, R., Olea-Serrano, M. F., Novillo-Fertrell, A., Rivas, A., Pazos, P., Pedraza, V., Navajas, J. M., Olea, N. (2000). Determination of bisphenol A and related aromatic compounds released from bis-GMA-based composites and sealants by high performance liquid chromatography. *Environmental Health Perspectives*, 108(1), 21-27. <https://doi.org/10.1289/EHP.0010821>
- Raghavan, A. S., Pottipalli Sathyanarayana, H., Kailasam, V., Padmanabhan, S. (2017). Comparative evaluation of salivary bisphenol A levels in patients wearing vacuum-formed and Hawley retainers: An in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(3), 471-476. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.07.022>
- Ramazanadeh, B., Ahrari, F., Hosseini, Z. S. (2018). The retention characteristics of Hawley and vacuum-formed retainers with different retention protocols. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(3), e224-e231. <https://doi.org/10.4317/JCED.54511>
- Reitan, K. (1959). Tissue Rearrangement During Retention Of Orthodontically Rotated Teeth. *Angle Orthod*, 29(2), 105-113.

- Reitan, K. (1969). Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. *American Journal of Orthodontics*, 55(6), 776-790. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(69\)90050-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90050-5)
- Rinchuse, D. J., Miles, P. G., & Sheridan, J. J. (2007). Orthodontic retention and stability: a clinical perspective. *Journal of Clinical Orthodontics*, 41(3), 125-132.
- Rogers, J. A., Metz, L., Yong, V. W. (2013). Review: Endocrine disrupting chemicals and immune responses: A focus on bisphenol-A and its potential mechanisms. *İçinde Molecular Immunology* (C. 53, Issue 4, ss. 421-430). <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2012.09.013>
- Roth, R. H. (1976). The Maintenance System and Occlusal Dynamics. *Dental Clinics of North America*, 20(4), 761-788. [https://doi.org/10.1016/S0011-8532\(22\)00917-X](https://doi.org/10.1016/S0011-8532(22)00917-X)
- Rothe, L. E., Bollen, A. M., Little, R. M., Herring, S. W., Chaison, J. B., Chen, C. S. K., Hollender, L. G. (2006). Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 130(4), 476-484. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2005.03.023>
- Roussa, E. (2011). Channels and transporters in salivary glands. *Cell and Tissue Research*, 343(2), 263-287. <https://doi.org/10.1007/S00441-010-1089-Y>
- Rowland, H., Hichens, L., Williams, A., Hills, D., Killingback, N., Ewings, P., Clark, S., Ireland, A. J., Sandy, J. R. (2007). The effectiveness of Hawley and vacuum-formed retainers: a single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 132(6), 730-737. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2006.06.019>
- Rubenstein, B. (1976). A direct bond maxillary retainer. *J Clin Orthod.*, 10(1), 43.
- Rubin, B. S. (2011). Bisphenol A: An endocrine disruptor with widespread exposure and multiple effects. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 127(1-2), 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2011.05.002>.

- Rudel, R. A., Melly, S. J., Geno, P. W., Sun, G., Brody, J. G. (1998). Identification of Alkylphenols and Other Estrogenic Phenolic Compounds in Wastewater, Septage, and Groundwater on Cape Cod, Massachusetts. *Environmental Science and Technology*, 32(7), 861-869. <https://doi.org/10.1021/ES970723R>
- Sahoo, K., Pattanaik, S. (2016). Modified Wrap-Around Retainer: A Quick Tip To Enhance the Retention of the Appliance. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 10(7), ZH01. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19112.8131>
- Sarah A. Vogel. (2009). The Politics of Plastics: The Making and Unmaking of Bisphenol A “Safety”. *American Journal of Public Health(AJPH)*, 559-566.
- Sasaki, N., Okuda, K., Kato, T., Kakishima, H., Okuma, H., Abe, K., Tachino, H., Tachida, K., Kubono, K. (2005). Salivary bisphenol-A levels detected by ELISA after restoration with composite resin. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 16(4), 297-300. <https://doi.org/10.1007/S10856-005-0627-8>
- Sauget, E., Covell, D. A., Boero, R. P., Lieber, W. S. (1997). Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers . *Angle Orthod.*, 67(3), 223-230.
- Schmalz, G., Preiss, A., & Arenholt-Bindslev, D. (1999). Bisphenol-A content of resin monomers and related degradation products. *Clinical Oral Investigations*, 3(3), 114-119. <https://doi.org/10.1007/S007840050088>
- Schönfelder, G., Wittfoht, W., Hopp, H., Talsness, C. E., Paul, M., Chahoud, I. (2002). Parent bisphenol A accumulation in the human maternal-fetal-placental unit. *Environmental Health Perspectives*, 110(11). <https://doi.org/10.1289/EHP.110-1241091>
- Schütz-Fransson, U., Lindsten, R., Bjerklin, K., Bondemark, L. (2017). Twelve-year follow-up of mandibular incisor stability: Comparison between two bonded lingual orthodontic retainers. *The Angle Orthodontist*, 87(2), 200-208. <https://doi.org/10.2319/031716-227.1>
- Sfondrini, M. F., Fraticelli, D., Castellazzi, L., Scribante, A., Gandini, P. (2014). Clinical evaluation of bond failures and survival between mandibular canine-to-canine retainers made of flexible spiral wire and fiber-reinforced composite. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 6(2). <https://doi.org/10.4317/JCED.51379>.

- Shankar, A., Teppala, S. (2012). Urinary bisphenol A and hypertension in a multiethnic sample of US adults. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/481641>
- Shelby, M. D. (2008). NTP-CERHR monograph on the potential human reproductive and developmental effects of bisphenol A. NTP CERHR MON, (22):v, vii-ix, 1-64.
- Sheridan, J. J. (1988). Incremental removal of bonded lingual retainers. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 22(2), 116-117.
- Sinclair, P. M., Little, R. M. (1983). Maturation of untreated normal occlusions. *American Journal of Orthodontics*, 83(2), 114-123. [https://doi.org/10.1016/S0002-9416\(83\)90296-8](https://doi.org/10.1016/S0002-9416(83)90296-8)
- Snyder, R. W., Maness, S. C., Gaido, K. W., Welsch, F., Sumner, S. C. J., & Fennell, T. R. (2000). Metabolism and disposition of bisphenol A in female rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 168(3), 225-234. <https://doi.org/10.1006/TAAP.2000.9051>
- Söderholm, K. J., Mariotti, A. (1999). BIS-GMA--based resins in dentistry: are they safe? *Journal of the American Dental Association* (1939), 130(2), 201-209. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.1999.0169>
- Southard, T. E., Behrents, R. G., Tolley, E. A. (1990). The anterior component of occlusal force. Part 2. Relationship with dental malalignment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 97(1), 41-44. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81707-X](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81707-X)
- Staples, C. A., Dorn, P. B., Klecka, G. M., O'Block, S. T., Harris, L. R. (1998). A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol A. *Chemosphere*, 36(10), 2149-2173. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)10133-3](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)10133-3)
- Staples, C. A., Williams, J. B., Blessing, R. L., Varineau, P. T. (1999). Measuring the biodegradability of nonylphenol ether carboxylates, octylphenol ether carboxylates, and nonylphenol. *Chemosphere*, 38(9), 2029-2039. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(98\)00415-9](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(98)00415-9)
- Sugiura-Ogasawara, M., Ozaki, Y., Sonta, S. I., Makino, T., Suzumori, K. (2005). Exposure to bisphenol A is associated with recurrent miscarriage. *Human Reproduction*, 20(8), 2325-2329. <https://doi.org/10.1093/HUMREP/DEH888>

- Sungur, Ş., Koroğlu, M., Özkan, A. (2014). Determination of bisphenol a migrating from canned food and beverages in markets. *Food Chemistry*, 142(1), 87-91. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2013.07.034>
- Tacken, M. P. E., Cosyn, J., de Wilde, P., Aerts, J., Govaerts, E., Vannet, B. vande. (2010). Glass fibre reinforced versus multistranded bonded orthodontic retainers: a 2 year prospective multi-centre study. *European Journal of Orthodontics*, 32(2), 117-123. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJP100>
- Takao, Y., Lee, H. C., Kohra, S., Arizono, K. (2002). Release of Bisphenol A from Food Can Lining upon Heating. *Journal of Health Science*, 48(4), 331-334. <https://doi.org/10.1248/JHS.48.331>
- Takeuchi, T., Tsutsumi, O. (2002). Serum bisphenol a concentrations showed gender differences, possibly linked to androgen levels. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 291(1), 76-78. <https://doi.org/10.1006/BBRC.2002.6407>
- Tarumi, H., Imazafo, S., Narimatsu, M., Matsuo, M., Ebisu, S. (2000). Estrogenicity of fissure sealants and adhesive resins determined by reporter gene assay. *Journal of Dental Research*, 79(11), 1838-1843. <https://doi.org/10.1177/00220345000790110401>
- Tarvainen, K., Kanerva, L. (1999). Occupational dermatoses from plastic composites. *Journal of Environmental Medicine*, 1(1), 3-17.
- Üstdal, G., Küçük, B., Zortuk, B. (2019). Ortodontik Tedavi Sonrası Uygulanan Sabit Retansiyon Prosedürlerinde Güncel Yaklaşımlar. *MKÜ Tıp Dergisi*, 10(37), 58-64. <https://doi.org/10.17944/mkutfd.379488>
- Vandenberg, L. N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., Welshons, W. v. (2007). Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reproductive Toxicology*, 24(2), 139-177. <https://doi.org/10.1016/J.REPROTOX.2007.07.010>
- Wang, F., Hua, J., Chen, M., Xia, Y., Zhang, Q., Zhao, R., Zhou, W., Zhang, Z., Wang, B. (2012). High urinary bisphenol A concentrations in workers and possible laboratory abnormalities. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(9), 679-684. <https://doi.org/10.1136/OEMED-2011-100529>

- Wang, T., Li, M., Chen, B., Xu, M., Xu, Y., Huang, Y., Lu, J., Chen, Y., Wang, W., Li, X., Liu, Y., Bi, Y., Lai, S., Ning, G. (2012). Urinary bisphenol A (BPA) concentration associates with obesity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(2), 223-227. <https://doi.org/10.1210/JC.2011-1989>
- Wang, T., Lu, J., Xu, M., Xu, Y., Li, M., Liu, Y., Tian, X., Chen, Y., Dai, M., Wang, W., Lai, S., Bi, Y., Ning, G. (2013). Urinary bisphenol a concentration and thyroid function in Chinese adults. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 24(2), 295-302. <https://doi.org/10.1097/EDE.0B013E318280E02F>.
- Watanabe, M., Hase, T., Imai, Y. (2001). Change in the bisphenol A content in a polycarbonate orthodontic bracket and its leaching characteristics in water. *Dental Materials Journal*, 20(4), 353-358. <https://doi.org/10.4012/DMJ.20.353>
- Watted, N., Wieber, M., Teuscher, T., Schmitz, N., Watted, N. (2001). Comparison of incisor mobility after insertion of canine-to-canine lingual retainers bonded to two or to six teeth. A clinical study. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopadie : Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Fur Kieferorthopadie*, 62(5), 387-396. <https://doi.org/10.1007/PL00001944>
- Wei, T., Du, D., Zhu, M. J., Lin, Y., Dai, Z. (2016). An Improved Ultrasensitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Using Hydrangea-Like Antibody-Enzyme-Inorganic Three-in-One Nanocomposites. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 8(10), 6329-6335. <https://doi.org/10.1021/ACSAMI.5B11834>
- Wetherill, Y. B., Akingbemi, B. T., Kanno, J., McLachlan, J. A., Nadal, A., Sonnenschein, C., Watson, C. S., Zoeller, R. T., Belcher, S. M. (2007). In vitro molecular mechanisms of bisphenol A action. *Reproductive Toxicology*, 24(2), 178-198. <https://doi.org/10.1016/J.REPROTOX.2007.05.010>
- Wilson, N. K., Chuang, J. C., Lyu, C., Menton, R., & Morgan, M. K. (2003). Aggregate exposures of nine preschool children to persistent organic pollutants at day care and at home. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 13(3), 187-202. <https://doi.org/10.1038/SJ.JEA.7500270>.

- Wilson, N. K., Chuang, J. C., Morgan, M. K., Lordo, R. A., Sheldon, L. S. (2007). An observational study of the potential exposures of preschool children to pentachlorophenol, bisphenol-A, and nonylphenol at home and daycare. *Environmental Research*, 103(1), 9-20. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2006.04.006>
- Wong, P., Freer, T. J. (2005). Patients' attitudes towards compliance with retainer wear. *Aust Orthod J.*, 21(1), 45-53.
- Ying, G. G., Kookana, R. S. (2003). Degradation of Five Selected Endocrine-Disrupting Chemicals in Seawater and Marine Sediment. *Environmental Science and Technology*, 37(7), 1256-1260. <https://doi.org/10.1021/ES0262232>.
- Zachrisson, B. (1982). The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth - PubMed. *Swed Dent J Suppl.*, 15, 247-255.
- Zachrisson, B. (1997). Important aspects of long-term stability - PubMed. *J Clin Orthod.*, 31(9), 562-583.
- Zachrisson, B., Büyükyılmaz, T. (2012). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. (5. bs). Graber.
- Zachrisson, B.U. (2007). Long-term experience with direct-bonded retainers: update and clinical advice. *J Clin Orthod.*, 41(12), 728-737.