T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Pedodonti Anabilim Dalı

Doktora Tezi

TRAVMATİZE DİŞLERE UYGULANAN FARKLI SPLİNT TÜRLERİNİN OLUŞTURDUĞU STRES DAĞILIMLARININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YASEMİN DERYA FİDANCIOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Emre KORKUT

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından **191424001** proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA 2020

TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi **Sağlık Bilimleri Enstitüsü** PEDODONTİ Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora Öğrencisi '**Yasemin Derya FİDANCIOĞLU**' nın "**Travmatize Dişlere Uygulanan Farklı Splint Türlerinin Oluşturduğu Stres Dağılımlarının Sonlu Elemanlar Analizi İle Değerlendirilmesi** " başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.
Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi A Blok, Seminer Salonu KONYA
30/06/2020
10:00

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Emre KORKUT
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Arslan TERLEMEZ
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Hazal ÖZER
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Ebru KÜÇÜKYILMAZ
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Fatih TULUMBACI
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun …/…/201. tarih ve …./…. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kısmet Esra NURULLAHOĞLU ATALIK

Enstitü Müdürü

BEYANAT

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

30.06.2020

Yasemin Derya FİDANCIOĞLU



Tezin Tam Adı: Travmatize Dişlere Uygulanan Farklı Splint Türlerinin Oluşturduğu Stres Dağılımlarının Sonlu Elemanlar Analizi İle Değerlendirilmesi
Öğrencinin Adı-Soyadı: Yasemin Derya FİDANCIOĞLU
Dosyanın Toplam Sayfa Sayısı:177

TEZ

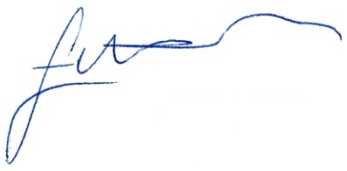
ORIJINALLIK RAPORU

%5 BENZERLIK ENDEKSI	%5 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	% ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1 acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
2 library.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
3 www.modemedikal.com İnternet Kaynağı	%1
4 www.ejmanager.com İnternet Kaynağı	%1
5 dent.ege.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
6 dfd.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	%1

Doç. Dr. Emre KORKUT



ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile eğitimime katkılarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Doç. Dr Emre KORKUT'a,

Lisans ve Doktora eğitimimde rehberliği ve tecrübeleriyle bana ışık tutan Sayın Prof. Dr. Yağmur ŞENER'e,

Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak eğitimimde emeği ve desteği olan Pedodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hazal ÖZER'e,

Tez çalışmamda yardım ve destekleri ile her zaman yanımda olan Sayın Hocam Onur GEZGİN'e,

Klinik hayatımda deneyimleri ile beni motive eden, bilgilerini benimle paylaşan değerli Hocam Dr. Öğr. Üyesi Firdevs KAHVECİOĞLU'na,

Doktora eğitimim süresince birlikte çalıştığım araştırma görevlisi, doktora öğrencisi arkadaşlarıma ve klinik personelimize,

Arkadaşlık ve dostluklarıyla desteklerini hissettiren Merve BATI, Dt. Mutlu GÜNEŞ ve Dt. Zeynep YALÇINKAYA 'ya,

Sonlu elemanlar analizi konusunda beni aydınlatan Mak. Müh. Halil İbrahim İMİROĞLU'na,

Bu yolculukta her türlü desteği ve sevgisiyle yanımda olan sevgili eşim Dr. Dt. Ahmet FİDANCIOĞLU'na,

Hayatımda hep doğruyu seçmemi sağlayan koşulsuz sevgi ve güvenleriyle hep destek olan sevgili aileme,

Ve hayatımın en güzel hediyesi sevgili kızım Elif'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından **191424001** proje numarası ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
BEYANAT iii
TEZ ORJİNALLİK RAPORU iv
ÖNSÖZ v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ viii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
TABLOLAR LİSTESİ xi
GRAFİKLER LİSTESİ xvii
ÖZET xviii
ABSTRACT xix
1.GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1.Travmatik Dental Yaralanmalar 3
2.1.1. Epidemiyoloji Ve Prevalans 4
2.1.2. Cinsiyet Ve Yaş 6
2.1.3. Çeneler Ve Dişler 7
2.1.4. Mevsim 9
2.1.5. Dental Travmaların Mekanizması 9
2.1.6. Anamnez Ve Klinik Muayene 10
2.1.7. Radyografik Muayene 15
2.2. Travmatik Dental Yaralanmaların Sınıflaması 18
2.3. Travmatik Dental Yaralanmaların Tedavileri 21
2.3.1. Daimi Dişlerde Tedavi Seçenekleri 22
2.3.2. Süt Dişlerinde Tedavi Seçenekleri 38
2.4. Travmatik Dental Yaralanmalarda Fiksasyon Yöntemleri 43
2.4.1.Splint Tipleri 45
2.5. Biyomekanik Ve Stres Analizi Yöntemleri 51
2.5.1.Temel Mekanik Kavramlar 51
2.5.2.Stres Analizi Yöntemleri 59
3.GEREÇ VE YÖNTEM 70
3.1.Dişlere Ait Bilgisayarlı Tomografi Görüntüsünün Mimics Programına Aktarılması 71

3.2.Mimics Programında Elde Edilen 3 Boyutlu Görüntünün Solidworks Programına Aktarılması....71
3.3.Splint Materyallerinin Ve Yapıştırıcı Materyallerin 3 Boyutlu Katı Modelinin Oluşturulması....73
3.4.Sayısal Modellerin Oluşturulması Ve Malzeme Özelliklerinin Programa Aktarılması....74
4.BULGULAR....80
4.1. Uygulanan Kuvvete Bağlı Olarak Diş Dokularında Oluşan Von Mises Stres Değerleri....80
4.1.1. Dikey Kuvvet Uygulanan Modellerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....80
4.1.2. Oblik Kuvvet Uygulanan Modellerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....95
4.2. Uygulanan Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarındaki Splint Materyallerinin Maksillaya İlettikleri Von Mises Stres Değerleri....110
4.3. Uygulanan Kuvvetlerin Splint Materyallerinde Oluşturdukları Von Mises Stres Değerleri....113
4.3.1. Dikey Kuvvet Uygulanan ModellerdeKİ Splint Materyallerinde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....113
4.4.Uygulanan Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....119
4.4.1. Dikey Kuvvet Uygulanan Modellerdeki Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....119
4.4.2. Oblik Kuvvet Uygulanan Modellerdeki Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri....121
4.5. Uygulanan Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari....124
4.5.1. Dikey Uygulanan Kuvvetlerin Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari....124
4.5.1. Oblik Uygulanan Kuvvetlerin Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari....130
5.TARTIŞMA....137
6.SONUÇ VE ÖNERİLER....147
7.KAYNAKLAR....149
8.ÖZGEÇMİŞ....155
9. EKLER....156
9.1. EK-A: İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu Onayı....156

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

µm : Mikrometre
AAPD : Amerikan Çocuk Diş Hekimliği Akademisi
BT : Bilgisayarlı Tomografi
CAD : Computer Aided Design - Bilgisayar Destekli Tasarım
DICOM : Digital Imaging and Communications In Medicine
E : Young's Modülü - Elastisite Modülü
GPa : Gigapaskal
HU : Hounsfield Unit (Hounsfield Ünitesi)
LED : Light Emitting Diode - Işık Yayan Diyot
MPa : Megapascal
MR : Manyetik Rezonans
N : Newton
nm : Nanometre
PDL : Periodontal ligament
SESA : Sonlu Elemanlar Stres Analizi
UV : Ultraviyole

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. (A)Alt dudağa gömülmüş diş parçasının periapikal radyografisi (B) operasyonun ardından alınan kontrol radyografisi(Sangwan ve ark. 2011). 17

Şekil 2.2. Travma sonrası alınmış periapikal (A), panoramik (B) ve okluzal (C) radyografiler (http://www.imageinterpretation.co.uk/face.php 2008). 17

Şekil 2.3. Mine çatlağı klinik görünümü (A), derinliği (B) ve radyografik görünümü (C)(http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 22

Şekil 2.4. Mine kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 23

Şekil 2.5. Mine-dentin-pulpa kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 25

Şekil 2.6. Pulpa ekspozu olmayan kuron-kök kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014). ... 26

Şekil 2.7. Kök kırığı iyileşme modelleri A. Kalsifiye doku ile iyileşme. B. Bağ doku ile iyileşme. C. Kemik ve bağ dokusu ile iyileşme. D. Granülasyon dokusu birikimi. 30

Şekil 2.8. Kök kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 30

Şekil 2.9. Konküzyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 31

Şekil 2.10. Sublüksasyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 32

Şekil 2.11. Lateral lüksasyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 33

Şekil 2.12. İntrüzyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014) 34

Şekil 2.13. Ortodontik tel-kompozit splint(http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_34490/GMJ-53-143-En.pdf) 46

Şekil 2.14. Kompozit-Misina Splint(https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/259329) 47

Şekil 2.15. Ortodontik tel-braket splint(Kahler ve ark. 2016) 47

Şekil 2.16. Kompozit rezin splint(Kahler ve ark. 2016). 48

Şekil 2.17. Fiber-ribbond splint(https://optident.co.uk/product/ribbond). 49

Şekil 2.18. Titanyum travma splinti(http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_34490/GMJ-53-143-En.pdf). 49
Şekil 2.19. Ark bar splint(https://www2.aofoundation.org/ 2008). 50
Şekil 2.20. Tel Ligatür Splint(Sharma ve ark. 2014). 50
Şekil 2.21. Stres türlerinin şematik görüntüsü (Bakioğlu 2001)..... 53
Şekil 2.22. Gerilme-Gerinim Eğrisi 55
Şekil 2.23. Bir, iki ve üç boyutlu eleman örnekleri (Craig ve Powers 2002). 57
Şekil 2.24. Farklı geometrilerdeki üç boyutlu elemanların görünümü (Craig ve Powers 2002). 58
Şekil 2.25. Deformasyon öncesi ve sonrasında 4 düğümlü tetrahedral (A) ve 10 düğümlü tetrahedral (B) elemanların gösterimi (Craig ve Powers 2002). 58
Şekil 2.26. Eleman sayısının arttırılması ile geometride oluşan değişiklikler (Craig ve Powers 2002). 59
Şekil 2.27. Elastik katılarda malzeme özelliklerinin şematik olarak gösterilmesi(Güler ve ark. 2012). 67
Şekil 3.1. Modellemenin yapılması için kullanılan bilgisayarlı tomografi görüntüsü. 70
Şekil 3.2. Bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanılarak elde edilen 3 boyutlu katı model. 71
Şekil 3.3. SolidWorks programında dişin nokta bulutu görüntüsü. 72
Şekil 3.4. SolidWorks programında maksillanın nokta bulutu görüntüsü. 72
Şekil 3.5. SolidWorks programı ile düzeltmeler yapıldıktan sonra elde edilen dişin3 boyutlu katı modeli. 73
Şekil 3.6. SolidWorks programı ile düzeltmeler yapıldıktan sonra elde edilen maksillanın 3 boyutlu katı modeli. 73
Şekil 3.7. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş diş modeli. 75
Şekil 3.8. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş maksilla modeli. 76
Şekil 3.9. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, ribbond splint uygulanmış maksilla modeli. 76
Şekil 3.10. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, tel-kompozit splint uygulanmış maksilla modeli. 77
Şekil 3.11. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, titanyum travma splinti uygulanmış maksilla modeli. 77
Şekil 3.12. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, kompozit splint uygulanmış maksilla modeli. 78
Şekil 3.13.F1- Vertikal kuvvet yönü (insizal kenarın ortasındaki 0,99 mm2'lik alana 90º açıyla). 78
Şekil 3.14.F2- Oblik kuvvet yönü (kronun labial yüzeyinin ortasındaki 3,17 mm2'lik alana dişin uzun aksına 45º açıyla). 79

Şekil 3.15. Renk ve değer skalası. 79
Şekil 4.1. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 81
Şekil 4.2. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 82
Şekil 4.3. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 82
Şekil 4.4. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 83
Şekil 4.5. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 83
Şekil 4.6. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 84
Şekil 4.7. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 85
Şekil 4.8. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 85
Şekil 4.9. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 86
Şekil 4.10. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 86
Şekil 4.11. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 87
Şekil 4.12. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 88
Şekil 4.13. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 88
Şekil 4.14. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 89
Şekil 4.15. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 89
Şekil 4.16. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 90
Şekil 4.17. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 91
Şekil 4.18. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 91

Şekil 4.19. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 92
Şekil 4.20. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 92
Şekil 4.21. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 93
Şekil 4.22. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 94
Şekil 4.23. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 94
Şekil 4.24. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 95
Şekil 4.25. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 95
Şekil 4.26. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 96
Şekil 4.27. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 97
Şekil 4.28. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 97
Şekil 4.29. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 98
Şekil 4.30. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 98
Şekil 4.31. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 99
Şekil 4.32. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 100
Şekil 4.33. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 100
Şekil 4.34. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 101
Şekil 4.35. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 101
Şekil 4.36. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 102

Şekil 4.37. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 103
Şekil 4.38. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 103
Şekil 4.39. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 104
Şekil 4.40. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 104
Şekil 4.41. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 105
Şekil 4.42. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 106
Şekil 4.43. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 106
Şekil 4.44. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 107
Şekil 4.45. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları. 107
Şekil 4.46. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 108
Şekil 4.47. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 109
Şekil 4.48. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 109
Şekil 4.49. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 110
Şekil 4.50. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları..... 110
Şekil 4.51. Çalışma modelleri üzerine vertikal kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri streslerin dağılımı (A: Model 1, B: Model 2, C: Model 3, D: Model 4). 112
Şekil 4.52. Çalışma modelleri üzerine dişin uzun aksına 45^0 açıyla kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri streslerin dağılımı (A: Model 1, B: Model 2, C: Model 3, D: Model 4). 113
Şekil 4.53. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 115

Şekil 4.54. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 115
Şekil 4.55. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 116
Şekil 4.56. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 116
Şekil 4.57. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 117
Şekil 4.58. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 117
Şekil 4.59. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 118
Şekil 4.60. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 118
Şekil 4.61. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 120
Şekil 4.62. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 120
Şekil 4.63. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 121
Şekil 4.64. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 121
Şekil 4.65. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 122

Şekil 4.66. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 123
Şekil 4.67. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 123
Şekil 4.68. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı. 124
Şekil 4.69. Doğal diş modeli(KT) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 125
Şekil 4.70. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 126
Şekil 4.71. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 126
Şekil 4.72. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 127
Şekil 4.73. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 127
Şekil 4.74. Doğal diş modeli(KT) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 128
Şekil 4.75. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 128
Şekil 4.76. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 129
Şekil 4.77. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 129
Şekil 4.78. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 130

Şekil 4.79. Doğal diş modeli(KT) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari..... 131
Şekil 4.80. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 132
Şekil 4.81. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 132
Şekil 4.82. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 133
Şekil 4.83. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 133
Şekil 4.84. Doğal diş modeli(KT) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 134
Şekil 4.85. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 134
Şekil 4.86. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 135
Şekil 4.87. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari. 135
Şekil 4.88. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yedeğiştirme miktarlari. 136

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Geçmişten Günümüze Travmatik Diş Yaralanmalarının Sınıflamaları. 19
Tablo 2.2. Daimi dişler için splint tipleri ve süreleri.....45
Tablo 3.1. Diş ve destek dokularının young's modülü ve poisson oranları. 74
Tablo 3.2. Çalışmamızda kullanılan modellerin eleman ve düğüm sayıları. 75

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4.1. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre minede oluşan von mises stres değerleri. 81
Grafik 4.2. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre dentinde oluşan von mises stres değerleri. 84
Grafik 4.3. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre pulpada oluşan von mises stres değerleri. 87
Grafik 4.4. Dikey Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre PDL'de Oluşan Von Mises Stres Değerleri 90
Grafik 4.5. Dikey Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Alveoler Kemikte Oluşan Von Mises Stres Değerleri..... 93
Grafik 4.6. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Minede Oluşan Von Mises Stres Değerleri 96
Grafik 4.7. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Dentinde Oluşan Von Mises Stres Değerleri 99
Grafik 4.8. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Pulpada Oluşan Von Mises Stres Değerleri 102
Grafik 4.9. Oblik kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre pdl'de oluşan von mises stres değerleri 105
Grafik 4.10. Oblik kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre alveoler kemikte oluşan von mises stres değerleri 108
Grafik 4.11. Çalışma gruplarındaki splint materyallerinin maksillaya ilettikleri minimum von mises stres değerleri 111
Grafik 4.12. Çalışma gruplarındaki splint materyallerinin maksillaya ilettikleri maksimum von mises stres değerleri 111
Grafik 4.13. Dikey ve açılı kuvvetlerin splint materyallerinde oluşturdukları minimum von mises stres değerleri. 114
Grafik 4.14. Dikey ve açılı kuvvetlerin splint materyallerinde oluşturdukları maksimum von mises stres değerleri. 114
Grafik 4.15. Vertikal kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre yapıştırıcı materyallerde oluşan von mises stres değerleri. 119
Grafik 4.16. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri 122
Grafik 4.17. Vertikal Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari..... 125
Grafik 4.18. Oblik Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari..... 131

ÖZET

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Travmatize Dişlere Uygulanan Farklı Splint Türlerinin Oluşturduğu Stres Dağılımlarının Sonlu Elemanlar Analizi İle Değerlendirilmesi

Yasemin Derya FİDANCIOĞLU
Pedodonti Anabilim Dalı
Doktora Tezi/Konya-2020

Çocuklarda travmatik dental yaralanmalar çok sık görülen ve psikososyal problemlere neden olabilen, çürükten sonraki en önemli ağız diş sağlığı sorunudur. Dişlerdeki travmatik yaralanmalar, uygun bir tedavi yapılmadığında hasta için ciddi problemlere neden olabilmektedir. Diş ve çevre dokularının maruz kaldığı travmalar sonucunda izlenecek tedavinin hedefi dişi kabul edilebilir fonksiyonuna ve görünümüne kavuşturmaktır. Travma sonucu dişin konumunda bir değişiklik olduysa normal fonksiyon, dişin alveoldeki yerine yerleştirilmesini takiben splint uygulaması sayesinde sabitlenmesi ve çevre dokuların iyileşmesine izin verilmesiyle sağlanır. Travmaya uğramış dişlerin sabitlenmesi yaralanma tedavisinde ve periodontal dokuların iyileşmesinde en önemli basamaktır. Diş hekimliğinde kullanılan splintleme işlemi dişin belirli bir süre sabit pozisyonda kalmasını sağlayan bir uygulamadır.

Çalışmamızda BT görüntüsünden faydalanılarak biri kontrol grubu olmak üzere beş farklı model oluşturulmuştur. Kontrol grubundaki dişler splintlenmemiş sağlıklı dişler olarak, diğer gruplar ise farklı splint materyallerinin kullanıldığı çalışma grupları olarak simüle edilmiştir. Hazırlanan modellerde çiğneme kuvvetini taklit etmek için, dişler üzerine yaklaşık 1-4 mm^2 alanı kapsayacak şekilde, dikey 150 N ve 45º açı ile 150 N değerinde kuvvet uygulanması programlanmış ve bu kuvvetlerin dişlerde ve çevre dokularda oluşturduğu stres birikimleri ve dağılımları incelenmiştir.

Sonlu elemanlar stres analizi yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; hem sağlıklı diş modelinde hem de çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında en yüksek Von Mises stres değerlerinin kuvvetlerin uygulandığı noktalarda oluştuğu tespit edilmiştir. Pulpa dokusunda oluşan stresler incelendiğinde ise tüm analizlerde, modellerin tümü sağlam diş modelinde ölçülen stres değerleri ile benzer sonuçlar göstermiştir. Bu sonuçlar literatürde pulpal irritasyon riski açısından kritik olarak bildirilen değerlerden uzaktır. Çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında splint materyallerinde oluşan en yüksek Von Mises stres değerinin kompozit splint grubunda olduğu, kompozit splint grubu hariç tüm gruplarda splintin yapıştırıldığı alanlarda gerilmelerin homojen olarak dağıldığı görülmüştür. Kompozit splint grubunda ise gerilmeler splint üzerinde dişlerin ara yüzlerine bakan kısımlarında yoğunlaşmaktadır. Rijitlik açısından en olumsuz özellik gösteren splintin kompozit splint olduğu, fizyolojik diş hareketlerine en çok imkan tanıyan splintin ise TTS olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar başlangıç hipotezi olarak kabul edilen kompozit splint uygulanan modellerde oluşacak stres değerlerinin daha yüksek olduğunu ve iyileşme için gerekli olan fizyolojik mobiliteye izin vermediğini doğrulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Travma, Splint Çeşitleri, Sonlu Elemanlar Analizi, Stres Dağılımı

ABSTRACT

REPUBLIC OF TURKEY

NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY

HEALTH SCIENCES INSTITUTE

To Evaluate The Stresses Of Different Splint Types Applied İn Post-Traumatic Tissues By Using Finite Element Analysis

Yasemin Derya FİDANCIOĞLU

Pediatric Dentistry

PHD Thesis /Konya-2020

Traumatic dental injuries in children are the most common oral dental health problem after caries, which can cause psychosocial problems. Traumatic injuries in the teeth can cause serious problems for the patient if proper treatment is not given. The goal of the treatment to be followed as a result of traumas exposed to the teeth and surrounding tissues is to give the female its acceptable function and appearance. If there is a change in the position of the tooth as a result of trauma, the normal function is achieved by fixing the tooth in its alveole, fixing it by splinting and allowing the surrounding tissues to heal. Fixing traumatized teeth is the most important step in injury treatment and healing of periodontal tissues. The splinting process used in dentistry is an application that allows the tooth to remain in a fixed position for a certain period of time.

In our study, five different models were created, one of which was the control group, by using the CT image. The teeth in the control group were simulated as unsplinted healthy teeth, while the other groups were simulated as study groups using different splinting materials. In order to mimic the chewing force in the prepared models, the application of a force of 150 N with a vertical angle of 150 N and 45º at an angle of about 1 to 4 mm2 was programmed, and the stress accumulations and distributions of these forces on the teeth and surrounding tissues were examined.

Considering the findings obtained in this study using finite element stress analysis method; It was found that the highest Von Mises stress values occurred under the horizontal and oblique forces both in the healthy tooth model and in the study models at the points where the forces were applied. When the stresses occurring in the pulp tissue were examined, all of the models showed similar results with the stress values measured in the intact tooth model. These results are far from the values reported critically in terms of the risk of pulpal irritation in the literature. In study models, it was observed that the highest Von Mises stress value formed in splint materials under horizontal and oblique forces was in the composite splint group, and in all groups except the composite splint group, the stresses were homogeneously distributed in the areas where the splint was adhered. In the composite splint group, stresses are concentrated on the splint in the parts of the teeth facing the interfaces. It was determined that the splint, which shows the most negative feature in terms of rigidity, is composite splint, and the splint that provides the most opportunity for physiological dental movements is TTS.

The results obtained confirmed that the stress values that will occur in the composite splints applied as the initial hypothesis are higher and do not allow the physiological mobility required for recovery.

Keywords: Trauma, Splint Types, Finite Element Analysis, Stress Distribution

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Travmatik dental yaralanmalar, çocuklarda çok sık görülen ve psikososyal problemlere neden olabilen, çürükten sonraki en önemli ağız diş sağlığı sorunudur. Fiziksel şiddet durumları dışında genellikle kaza ve çarpma ile meydana gelen bu yaralanmaların önlenmesi çok kolay olmasa bile, dişlerin yaralanmalardan daha az etkilenmesi için koruyucu önlemlerin alınabilmesi, travmatik dental yaralanmalara neden olan risk faktörlerinin bilinmesiyle mümkün olabilmektedir (Kizilci ve Demir 2007).

Dişlerdeki travmatik yaralanmalar, uygun bir tedavi yapılmadığında hasta için ciddi problemlere neden olabilmektedir. Diş ve çevre dokuların maruz kaldığı travmalar sonucunda izlenecek tedavinin hedefi dişi kabul edilebilir fonksiyonuna ve görünümüne kavuşturmaktır (Malmgren B. ve ark. 2012). Travma sonucu dişin konumunda bir değişiklik olduğunda normal fonksiyon, dişin alveoldeki yerine yerleştirilmesini takiben splint uygulaması sayesinde sabitlenmesi ve çevre dokuların iyileşmesine izin verilmesiyle sağlanır. Travmaya uğramış dişlerin sabitlenmesi yaralanma tedavisinde ve periodontal dokuların iyileşmesinde en önemli basamaktır. Splintleme kırık kemik uçlarını, yerinden çıkmış veya şekil bozukluğu gösteren bir oluşumu hareket etmeyecek şekilde sabitlemektir. Diş hekimliğinde kullanılan splintleme işlemi dişin belirli bir süre sabit pozisyonda kalmasını sağlayan bir uygulamadır (Quaranta ve ark. 2014).

Periodonsiyumun klinik iyileşmesinin büyük kısmı ilk yedi gün içerisinde gerçekleşmektedir. Bu sebeple ilk müdahalelerden biri olan splintlemenin önemi oldukça büyüktür. Spintleme süresi kadar, kullanılan splint tipinin fleksibilitesi de önem taşımaktadır. Çünkü rijit ve uzun süreli splintlemenin oluşturduğu stres birikimlerinin iyileşme komplikasyonu yaratarak ankiloz ve yer değiştirme rezorbsiyonu gibi kötü etkilerinin olabileceği gösterilmiştir. Bunun yerine splintin fleksibl olması ile sağlanan normal vertikal hareketlilik periodontal iyileşmeyi hızlandırmaktadır (Malmgren B. ve ark. 2012).

Bu çalışmamızda dört farklı splint türünün dişlerde ve çevre dokularda oluşturduğu stres birikimleri ve dağılımları, sonlu elemanlar stres analizi yöntemi ile

karşılaştırılarak incelenmiştir. Çalışmamızın amacı sonlu elemanlar yöntemi ile kuvvet altında oluşan stres alanlarını belirlemek ve bu splint türlerinin klinik seçimlerinde yardımcı olmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Travmatik Dental Yaralanmalar

Travma sözcüğü Yunanca kökenli olup temelde ‘yara’ anlamına gelmektedir. Günümüzde ise canlı organizmada vücudun herhangi bir bölgesine gelen, fizyolojik olmayan etki olarak tanımlanmaktadır. Bu etki mekanik, kimyasal, fiziksel veya psikolojik olabilmektedir (Samra 2014).

Dental travmalar; kazaya bağlı durumların sonucu olarak ortaya çıkan, dişlerin sert ve yumuşak dokularında meydana gelen yaralanmalardır (Samra 2014).

Çocukluk çağının önemli sağlık problemlerinden biri olan dental travmaların tarihçesi incelendiğinde, bu tip travmaların insanlığın varoluşu ile birlikte ortaya çıkmış olduğu ancak korumaya yönelik uygulamaların ilk olarak 1920’li yılların sonunda başladığı görülmüştür. O dönemlerde sadece Amerikan futboluna yönelik uygulamalarla sınırlı kalmış olan dental travmanın teşhis, tedavi ve koruma yöntemleri 1950’li yıllarda ABD’de, 1960’lı yıllardan sonra da İskandinav ülkelerinde araştırılmaya başlanmıştır (Mitchell ve ark. 2014).

Günümüzde koruyucu diş hekimliği uygulamalarının giderek yaygınlaşmasına bağlı olarak çocukluk ve ergenlik döneminde görülen diş çürükleri, periodontal hastalıklar ve diş kayıpları insidansında oldukça önemli bir düşüş elde edilmesine rağmen; yapılan epidemiyolojik çalışmalarda travmatik dental yaralanmalarla halen artan oranlarda karşılaşıldığı görülmektedir. Tedaviye ihtiyaç duyulan yaralanmaların %5’ini oluşturan dental travmalar, fasiyel bölgedeki travmaların da en sık görülen formudur (Kizilci ve Demir 2007).

Dental travmalar genellikle okul öncesi dönem çocuklarda ev kazaları, okul çağı çocuklarında okulda düşme veya çarpma, adölesan dönemde ise bisiklet, trafik ve spor kazaları sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu travmaların renklenme, ağrı, enfeksiyon veya diş kaybı gibi kısa dönem sonuçlarının dışında daimi dişlerde malformasyon, alveoler kemik kaybı, çenelerde gelişim geriliği gibi ciddi ve uzun dönem sonuçları da oluşabilmektedir. Bu durumun bireylerin yaşam kalitesindeki olumsuz etkileri ve tedavi maliyetlerinin yanı sıra psikolojik sorunlara da yol açması, dental travmaları ciddi bir toplumsal problem haline getirmektedir. Bu nedenle dental

travmalara karşı koruyucu önlemler alınarak, oluşabilecek fiziksel ve psikolojik problemlerin engellenmesi ve uygun tedaviye karar verebilmek için travmanın etiyolojisinin, dağılımının ve sonuçlarının bilinmesi gerekmektedir (Andreasen 1993).

2.1.1. Epidemiyoloji Ve Prevalans

Çocukların büyüme ve gelişim dönemlerindeki temel ihtiyaçlarından bir tanesi fiziksel aktivitedir. Çocuğun gelişim dönemine göre fiziksel aktiviteleri de değişebileceğinden dental travmaların etiyolojisi çocuğun gelişim dönemine göre farklılık göstermektedir (Andreasen 1993, MalmgrenB. ve ark. 2012).

Büyüme ve gelişimin hızla gerçekleştiği hayatın ilk üç yılında, çocuğun el ayak koordinasyoları yeni gelişmeye başlamıştır ve hareket yönünden bağımsızlaşmaya başlar. Ayakta durmayı, yürümeyi ve koşmayı öğrenir. Tüm bu aşamalar kazaları da beraberinde getirir ve süt dişi travmaları sıklıkla rastlanılan durumlar haline gelir (Wilson 1995). Oyunların ve spor aktivitelerinin arttığı 8-11 yaş grubunda ise genç daimi diş yaralanmaları oluşmaktadır. Özellikle yakın temas gerektiren sporlar ile ilgilenen çocuklarda dental yaralanma riski de artmaktadır. Ayrıca otomobil kazaları, özellikle çocuk koltukları ya da emniyet kemeri kullanılmadığında dental yaralanmalar için önemli bir etiyolojik faktör olmaktadır (Andreasen 1993; Andersson 2013).

Dental travma prevalansı hakkında yapılan birçok ulusal çalışma mevcuttur. Bir meta analizde, ortak havuzda toplanan 102 çalışmanın verileri dünya çapındaki ortalama dental travma prevalansının %15,2 olduğunu göstermiştir(Bakland 2013).

Adekoya ve arkadaşları(2013) tarafından yapılan bir çalışmada, 12 yaşındaki çocuklarda travmatik dental yaralanmaların yaygın nedenlerinin düşme (% 49,1), trafik kazaları (% 13,2), çarpışma (%11,3) ve dişlerin kötü kullanılmaları (%9,4) olduğunu ve yaralanmaların büyük çoğunluğunun evde (%60,4) bunu takiben de okullarda (%26,4) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada da, çocukların sportif aktivitelerinin artması sonucu dental travma insidansının arttığı rapor edilmiştir.

Correa ve arkadaşları (2015), en yaygın travma sebeplerini %53,5 oranıyla düşme ve %28,3 oranıyla ev kazaları olarak bildirmişlerdir.

İsviçre'de yapılmış olan bir çalışmada, okul öncesi dönemde görülen dental yaralanmaların, bütün yaralanmalar arasında 2. sırada yer aldığı ve bedensel yaralanmaların %17'sini oluşturduğu belirtilmiştir (Bakland 2013).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda da düşme, %47,6 ile %84 arasında değişen oranlarda en yaygın travma sebebi olarak rapor edilmiştir. Farklı yaş gruplarında travma etiyolojisinin incelendiği bir çalışmada, okul öncesi (0-6 yaş) ve okul çağı çocuklarında (7-15 yaş) yaralanmaların sıklıkla düşme nedeniyle, gün içinde meydana geldiği rapor edilmiştir (Çetingül 2002).

Ev dışı çeşitli fiziksel aktivitelerin artışına bağlı olarak yaz mevsiminde dental travma sıklığında bir artış görüldüğünü bildiren çalışmalar mevcuttur. Ülkemizde yapılan bir çalışmada mevcut travmaların %28,5'inin yaz aylarında meydana geldiği bildirilmiştir. Bireylerin yaşadıkları coğrafi bölgelerin fiziksel özellikleri, ailenin eğitim seviyesi, çalışma durumları, hayat tarzları ve ekonomik durumları gibi sosyokültürel ve sosyoekonomik özellikler, travmatik dental yaralanmaların meydana gelmesinde rol oynayan faktörlerdendir (Avşar 2005).

Correa ve arkadaşları (2015), çocukların günlük fiziksel aktivitelerinin sosyoekonomik durumlarıyla bağlantılı olduğunu, ekonomik geliri düşük olan ailelerin çocuklarının daha fazla şehir zorbalığına maruz kaldıklarını, ekonomik durumu iyi olan ailelerin çocuklarının ise daha fazla elektronik aletlerle ve evde zaman geçirdiklerinden dental travmaya daha az maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Geliri yüksek olan ailelerin muhtemelen eğitim ve sosyoekonomik durumlarının da iyi olması, ailelerin çocuklarının boş zamanlarındaki aktivitelerinde ve akranlarıyla olan ilişkilerindeki davranışlarının önemi konusunda daha iyi bilgilendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca ekonomik durumu iyi olan ailelerin çocuklarının sosyal olarak da daha güvende olduğu, stres durumlarında şiddetli tepki gösterme olasılığının daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Quaranta ve arkadaşları (2014), yüksek sosyoekonomik düzeye sahip olan ailelerin çocuklarının boş zamanlarındaki aktivitelerinin ve kullandığı ekipmanlarının

(bisiklet, yüzme havuzu, kayak, …vs.) dental travmaya yatkınlığı arttırabileceğini belirtirken, düşük sosyoekonomik düzeydeki ailelerin çocuklarının sosyal aktivitelerinde genellikle kalabalık ortamlarda bulunmaları ve minimum koruyucu ekipmanlara sahip olmalarının aynı oranda dental travma riskini arttırabileceğini belirtmişlerdir. Bu açıdan orta sosyoekonomik düzeydeki bireylerde travmatik dental yaralanma riskinin daha düşük olabileceğini söylemişlerdir.

Travmatik dental yaralanmalar için başka bir risk grubu da dikkat eksikliği ve hiperaktivitesi olan çocuklardır. Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, çocukluk çağının en sık görülen nörogelişimsel ve davranışsal bozukluklarından bir tanesidir. Hiperaktif çocukların bir durumun güvenli olup olmadığını değerlendirme yetileri kısıtlıdır ve riskli davranışlara meyilli olabilirler. Ayrıca bu çocuklarda orofasiyel bölgede uzun yüz, sivri çene, kısa üst dudak ve daha geniş ağız gibi dental travmaya yatkınlığı arttırabilecek bazı minör fiziksel anomaliler de söz konusu olabilmektedir (Avşar 2005; Andersson ve ark. 2015).

Hiperaktivite ve dikkat eksikliği ile dental travma arasındaki ilişkinin araştırıldığı bazı çalışmalarda; Eyüboğlu ve Arkadaşları (2015), hiperaktivite görülen ve görülmeyenlerde dental travma prevalansını sırasıyla %13 ve %1 bulurken, Kurita ve arkadaşları(2002) ise %29.1 ve %4.5 bulmuşlar ve hiperaktivite ile dikkat eksikliği olan çocuklarda dental travma prevalansının daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Çocuklarda ve adolesanlarda sık karşılaşılan bir problem olan dental travma; hiperaktivitenin yanında otizm, serebral palsi, mental retardasyon, görme ve işitme engelli gibi özel bakıma ihtiyaç duyan bireylerde de daha fazla oranda görülebilmektedir (Malmgren B. ve ark. 2012).

2.1.2. Cinsiyet ve Yaş

Çocuklar hayatın ilk yıllarında cinsiyet ayrımı olmaksızın temel motor hareketler ve basit oyunlarla büyür, zamanla cinsiyetin getirdiği farklılıklarla tanışır. Yapılan çalışmalarda travmatik diş yaralanmalarının süt dişlenmede görülme sıklığında erkekler ve kızlar arasında belirgin fark olmadığı, ancak daimi dişlenme dönemine geçildiğinde erkek çocukların kızlara oranla travmaya daha çok maruz

kaldıkları bildirilmiştir. Bazı çalışmalar ise cinsiyetler arasında fark olduğunu fakat farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı da belirtilmiştir (Tzigkounakis ve ark. 2008).

Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde erkeklerin, kız çocuklara oranla daha çok dental travmaya maruz kaldığı görülmektedir. Bu durum, erkek çocukların sportif aktivitelerde daha çok rol alması sebebiyle ortaya çıkabilmektedir (Altan ve Coşgun 2002; Çaglar ve ark. 2005).

300 hastada yapılan bir retsospektif araştırmada erkekler (%60), kızlardan (%40) daha yüksek oranda dental travmaya maruz kalmıştır (Kizilci ve Demir 2015).

317 hastada yapılan başka bir çalışma da erkeklerin (%64,9), kızlara (%35,1) oranla daha fazla dental travmaya uğradığı bulgusunu desteklemektedir (Kizilci ve Demir 2015).

Sandallı ve arkadaşlarının (2005), yaptıkları bir çalışmada erkek ve kızlardaki travma görülme oranı sırasıyla %72 / %28 bulurken; Atabek ve arkadaşlarının (2012) yaptıkları çalışmada bu oran %64,7 / %35,3 bulunmuş ve erkek hastaların daha çok travmaya maruz kaldığını bildirmişlerdir.

6-50 yaş arası hastalardan toplanan verilerle gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada yaş arttıkça dental travmaya maruziyetin arttığı bulunmuştur. Aynı çalışmadaki veriler 6-20 yaş aralığı için spesifik olarak değerlendirildiğinde ise dental travma prevalansı %18,4 olarak tespit edilmiştir. Bu durum, 20 yaşına gelen her beş bireyden birinin dental travmaya maruz kaldığını göstermektedir. Yaş arttıkça prevalansın artması dental travma bulgusunun kümülatif etkisi sonucudur. Yirmi yaşından sonra bile prevalansın artmaya (yaklaşık %6) devam ediyor oluşu, daha ileri yaşlarda da bireylerin dental travma açısından risk altında olabileceğini göstermektedir (Faus-Damia ve ark. 2011; Corrêa-Faria ve ark. 2015).

2.1.3. Çeneler Ve Dişler

Travmatik dental yaralanmalarda risk faktörü olarak gösterilen etmenler arasında neredeyse tüm çalışmalarda benzer sonuçlar bulunan ve en büyük risk

faktörü olarak gösterilen konu yetersiz dudak örtücülüğü ve artmış overjet varlığıdır (Andersson 2013).

Travmatik diş yaralanmaları incelendiğinde üst çenenin alt çeneye oranla daha fazla risk altında olduğu bildirilmiştir. Bunun önemli etkeninin maksillanın mandibulayı oklüzyonda ve istirahat pozisyonunda çevrelemesi ve darbelere karşı koruyucu etki göstermesidir. Çeneler arası Sınıf II divizyon I kapanış ilişkileri olan, ağız solunumu yapan ve yoğun üst solunum yolu rahatsızlıkları olan çocuklar diş yaralanmaları açısından risk taşımaktadır. Ayrıca 3-6 mm arası overjete sahip çocuklar da diş yaralanmaları açısından, 0-3 mm olarak kabul edilen normal overjete sahip çocuklara göre 2 kat, 6 mm'den fazla overjeti olanlar ise normale göre 3 kat daha yüksek risk içermektedirler (Çetingül 2002; Faus-Damia ve ark. 2011; Bakland 2013).

Dudak örtücülüğü ve artmış overjet dışındaki ortodontik problemler de araştırılmış ancak çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Ön açık kapanışı diş yaralanmaları için bir diğer risk faktörü olarak bildiren çalışmaların yanında ön açık kapanış ile diş yaralanmaları arasında ilişki olmadığını bildirenler çalışmlar da vardır (Kizilci ve Demir 2015).

Üst anterior dişlerin bukkale olan eğimi ve düşme esnasında darbeyle karşılaşma olasılıklarının yüksek oluşu, travmalardan en çok etkilenen dişin üst anteriorlar olmasına yol açmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğunda; üst santral dişlerin, diğer dişlere nazaran daha çok dental travmaya maruz kaldığı bildirilmiştir. Üst santral dişi genellikle üst lateral diş takip etmektedir (Kramer ve ark. 2016).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, dental travmadan en çok etkilenen dişin %66.2 oranla üst santral diş olduğu bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise %79.4 gibi yüksek bir oranla üst anterior dişlerin travmadan etkilendiği tespit edilmiştir (Çetingül 2002).

Zaleckiene ve arkadaşları (2014) travmatik dental yaralanmaların görülme sıklığının çenelerin sol bölgelerinde fazla olduğunu bildirmesine rağmen, birçok araştırmacı çenelerin sağ ve sol bölgelerinde yaralanmaların görülme sıklığının benzer olduğunu belirtmiştir.

2.1.4. Mevsim

Petti ve arkadaşları (1997) yapmış olduğu çalışmada travma vakalarının %50' sinin Mayıs ve Eylül aylarında meydana geldiğini saptamıştır.

Gonzalez ve arkadaşlarının (2012), 7617 hastayla yaptığı çalışmalarında bahar dönemlerinde dental yaralanmaların sıklığında artış olduğunu bildirmiştir.

Eyüboğlu ve Arkadaşları (2015), daimi diş yaralanmalarının en sık Eylül ve Mart aylarında gerçekleştiğini, süt dişi yaralanmalarının ise Haziran ayında daha sık olduğunu rapor etmişlerdir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda da dental travma sıklığının yaz mevsiminde artış gösterdiği rapor edilmiştir.

2.1.5. Dental Travmaların Mekanizması

Dişlere gelen mekanik enerjinin diş ve destek dokularda oluşturduğu yaralanmaların mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak yapılan çalışmalarda, dişte meydana gelen kırık hattının izlediği yolda, gelen kuvvetin yönünün etkisinin büyük olduğu görülmüştür (Çaglar ve ark. 2005).

Travmatik dental yaralanmalar direkt ve indirekt darbeler sonucunda meydana gelmektedir. Direkt travmalar dişlere doğrudan gelen ve genellikle ön dişleri etkileyen travmalardır. İndirekt travmalar ise, gelen darbenin etkisi ile alt çenenin kontrolsüz bir şekilde üst çeneye çarpması sonucunda meydana gelen ve daha çok küçük ve büyük azı dişlerinde kron veya kök kırıkları ile kondil ve simfiz kırıklarına yol açan travmalardır (Malmgren B ve ark. 2012).

Diş; mine, dentin, sement ve pulpa gibi sertlik ve içerik bakımından dört farklı yapının bütünsel organizasyonu sonucu şekillenir. Bu organize yapı, periodontal ligament ve akabinde kemikle çevrili olduğu için dental travma gibi büyük uyaranlara bir bütün halinde yanıt verebilir. Dentoalveolar ünite oldukça farklı çeşitte hücre içerdiği için oluşan yanıtın da karmaşık bir doğaya sahip olması beklenen bir olgudur (Bücher ve ark. 2013).

Travmayı meydana getiren kuvvetler, diş sert dokularında kırık veya yer değiştirmeye neden olabileceği gibi, dişi çevreleyen dokularda (periodontal ligament,

gingiva ve kemik) da kopma ve ezilmelere neden olabilir. Kopma yaralanmalarında (ekstrüzyon vb.) hücresel hasar asgari düzeyde olduğu için iyileşme en kısa sürede başlayabilir. Ezilme yaralanmalarında (lateral lüksasyon, intrüzyon vb.) ise hücresel hasar yüksek düzeydedir. İyileşmenin başlayabilmesi için önce makrofaj ve osteoklastlar tarafından hasarlı doku ortadan kaldırılmalıdır. Bu nedenle ezilme yaralanmalarında iyileşme süreci birkaç hafta gecikmeli başlar. Bu durumun klinik yansıması farklı travma tiplerinde uzayan splint süreleri ile kendisini gösterir (Colak ve ark. 2009).

2.1.6. Anamnez Ve Klinik Muayene

Travmatik dental yaralanmaların ayrıntılı muayenesinin yapılabilmesi ve tedavi edilmesi için hekimlerin kısıtlı zamanları vardır. Bu yüzden planlı ve organize bir şekilde duruma müdahale etmek, muayene ve tedavi prosedürlerinin daha hızlı yapılmasına olanak sağlar. Travmatik dental yaralanmaların çok çeşitli klinik formlarının varlığı her vakayı özel bir durum haline getirir. Bu kompleks yapılarından dolayı dental travmada doğru teşhis ve tedavinin yapılabilmesi için detaylı bir anamnez ile birlikte kapsamlı bir klinik muayene gerekliliği söz konusudur. Muayene sırasında elde edilen bilgiler, klinisyene travmanın komponentleri hakkında bilgi verir ve uygulanması gereken tedavi prosedürleriyle ilgili planlama yapılmasında yardımcı olur (Andersson ve ark. 2015).

Diş hekimliğinde travmaya uğrayan hastadan alınan anamnez dental ve medikal olmak üzere iki kısımdan oluşmalıdır. Dental anamnez alınırken aşağıdaki sorular eksiksiz cevaplanmalı ve alınan cevaplar kayıt edilmelidir.

1) Hastanın adı, yaşı, cinsiyeti, telefon numarası: Hastaların kişisel bilgilerinin alınması hem hasta kayıtlarının tutulabilmesini hem de genel mental durumu ve muhtemel serebral hasarın varlığıyla ilgili bilgi alınmasını sağlamaktadır. Ayrıca hastada bilinç kaybının meydana gelip gelmediği, eğer bilinç kaybı söz konusu ise ne kadar sürdüğü, baş ağrısı ve kusmanın duruma eşlik edip etmediği sorularak beyin hasarı yönünden hasta değerlendirilmelidir.

2) Travmanın ne zaman olduğu: Travma ile tedavi arasında geçen sürenin değerlendirilmesi bakımından gerekli bir bilgidir. Özellikle avülsiyon, komplike kron

kırıkları, lüksasyon yaralanmaları gibi durumlarda aradan geçen süre, tedavi prosedürlerine karar verilirken ve tedavinin prognozunda önemli olduğundan dolayı dikkate alınması gereken bir faktördür.

3) Kazanın meydana geldiği yer: Yaralanmayla ilgili yasal bir durumun söz konusu olup olmadığıyla ilgili ipucu verir. Ayrıca yara bölgesine herhangi bir kontaminasyonun varlığı ve tetanoz profilaksisi gerekliliğine karar vermede önemlidir.

4) Travmanın nasıl meydana geldiği: Travmanın doğası ve tipi hakkında bilgi sağlar ve çene yüz bölgesinde başka yaralanmaların varlığıyla ilgili şüpheleri açıklamada yardımcı olur. Ayrıca çocuk istismarı gibi durumların varlığı konusunda da bilgi sağlayabilmektedir.

5) Travma sonrasında başka bir yerde tedavi görüp görmediği: Herhangi bir tedavinin uygulanıp uygulanmadığı ve uygulanan tedavinin ne olduğunu bilmek prognoz açısından önemlidir.

6) Daha önceki dental yaralanmaların hikâyesi: Özellikle pulpanın vitalitesinin korunmasının ve iyileşme kapasitesinin değerlendirilmesinde önemlidir.

Bu sorulara ilave olarak, hastalarda alerjik reaksiyonlar, kan hastalıkları, epilepsi gibi sistemik hastalıkların, profilaksi gerektirebilecek durumların varlığı ve kullandığı ilaçlar tedaviyi etkileyebileceği için detaylı bir medikal anamnez alınmalıdır. Eğer bilinç kaybı söz konusu ise diş tedavisinden önce ilgili birimlerce nörolojik muayene ve gerekli görülen tetkikler yapılmalıdır. Ayrıca endokardit profilaksisi gerektiren sistemik durumlar ile koruyucu antibiyotik profilaksisi gerektiren durumlar ile yumuşak doku kaybı, diş ve alveolar zedelenmelerde çocuğun kilosu hesap edilerek uygun doz antibiyotik verilmelidir. Dental travma vakalarında Tetrasiklin grubu antibiyotiklerden Doksisiklinin 7 gün boyunca günde iki kere alınması önerilen uygulamadır. Ancak çocukların yaşları göz önüne alındığında dişlerin gelişim dönemlerinde tetrasiklinin sistemik uygulamasının daimi dişlerde renklenmeye yol açması nedeniyle çoğu ülkede 12 yaşından önce Tetrasiklinin sistemik uygulanması önerilmemektedir. Tetrasikline alternatif olarak 12 yaşından küçük çocuklarda, fenoksimetilpenisilinin (penisilin V) veya

amoksisilinin travmadan sonraki bir hafta boyunca uygun tedavi dozunda kullanımı önerilmektedir(Berthold ve ark. 2009; Malmgren B. ve ark. 2012; Andersson ve ark. 2015).

Avülse diş toprak ile temas etmişse veya tetanoz aşısı koruması süpheli ise hastayı tetanoz aşısı gereksinimi bakımından değerlendirmek üzere bir doktora yönlendirmek gerekir. Ciddi kontaminasyon gösteren açık yaralanmalarda tetanoz meydana gelme riski oldukça yüksek olduğu için yara bölgesinin temizlenmesine ilave olarak tetanoz aşısı ile birlikte tetanoz antitoksini uygulamalarının da yapılması gerekmektedir (Han 2016).

Detaylı anamnezin ardından yapılacak dikkatli bir klinik muayene doğru teşhis ve uygun tedavinin yapılabilmesi için en önemli basamaklardan biridir. Muayeneyi yapan hekim hastayı sadece dentoalveolar açıdan değerlendirmekle kalmayıp çene yüz bölgesinde bir travmanın eşlik edip etmediğini de kontrol etmelidir, çünkü sıklıkla dental yaralanmalar baş-boyun bölgesi yaralanmalarıyla birlikte gözlenmektedir. Klinik muayene aşağıdaki inceleme ve değerlendirmeleri içermelidir;

- Ekstraoral değerlendirme: Çevre yumuşak dokularda abrazyon, erozyon, ödem, laserasyon, hemoraji ve ekimoz durumu inceler. Ayrıca ekstraoral değerlendirme ile eklem sorunları veya sert doku kırıkları ile ilgili de fikir edinilebilir. Temporomandibular eklem, zygomatik ark, alt ve üst çene kemikleri çift taraflı palpe edilmelidir, asimetri varlığı sert doku kırıkların açısından göz önünde bulundurulmalıdır.
- İntraoral yumuşak doku değerlendirmesi: Dudak, dil, yanak, damak, oral mukoza, dişeti ve ağız tabanı incelenmelidir. Travma sonrası ağız içi değerlendirilmeden önce ağız içinde pıhtı yada hemoraji varsa temizlenmeli, kanama steril bir tamponla kontrol altına alındıktan sonra değerlendirmeye geçilmelidir. Yumuşak dokuda görülen ödem, altındaki sert dokudaki kırığın belirtisi olabilir. Ayrıca yumuşak dokuda bir yaralanma söz konusu ise diş parçasının yumuşak doku içine penetre olup olmadığı radyolojik olarak kontrol edilmelidir (Robertson ve ark. 2000; Ding ve ark. 2009).
- Alt ve üst çene kemikleri: Çene kemiklerinde veya alveoler yapıda kırık olup olmadığı incelenmelidir. Ağız tabanında veya çene altında kanama/ödem alt çenede

kırık varlığının işareti olabilir. İşaret parmağı arka dişlerin okluzal yüzeyine ve başparmak alt çenenin altına yerleştirilerek alt çene öne-geriye bir taraftan diğer tarafa sallanarak alt çene kırıklarının varlığı tespit edilebilir. Ancak travma sonrası ağrı varlığı bu muayeneyi güçleştirebilir. Ayrıca okluzyonun değerlendirilmesi de çene kırıklarının tespitinde yardımcı olabilir (Marcenes ve ark. 2001).

- Kron bütünlüğü: Kron kırığı oluşmuş dişler mutlaka kırık derinliği açısından değerlendirilmelidir. Değerlendirme sırasında dişler kandan temizlenmiş olmalıdır. Kırığın mine, dentin veya pulpa seviyesinde olması tedavinin belirlenmesi açısından önemli olacaktır (Zuhal ve ark. 2005).
- Yer değişikliği: Travmaya uğramış dişler bukkolingual yönde yer değiştirebileceği gibi dişte intrüzyon, ektrüzyon ve avülsiyon da gözlenebilir. Yer değiştirmenin miktarı tedavi seçeneğini ve dişin tedavi sonrası prognozunu etkileyebilir(Tuzuner ve ark. 2016).
- Mobilite: Travma sonrası horizontal veya vertikal mobilite gözlenebilir. Mobilitenin derecesi şu şekilde belirlenebilir:
    - 0: gevşeme ya da mobilite yok
    - 1: <1 mm horizontal mobilite
    - 2: >1 mm horizontal mobilite
    - 3: vertikal mobilite

Ayrıca mobilite tek dişte olabileceği gibi komşu birkaç dişte birlikte görülmesi de söz konusu olabilir. Bu şekilde segmental bir mobilite söz konusu ise alveol seviyesinde bir sorun söz konusu olabilir. Tek diş mobilitesi ise lüksasyon veya kuron/kök kırığı durumlarında gözlenebilir (Robertson ve ark. 2000).

- Perküsyon: Perküsyon muayenesi travmadan etkilenmiş olabileceği düşünülen dişlerle beraber komşu sağlam dişlere de dikey ve yatay yönde ayna veya sondun sapı ile hafif vurularak yapılabilir. Ancak travma sonrası etkilenmiş periodontal dokudaki hassasiyet göz önüne alınarak perküsyon testine önce parmak basıncı uygulanarak başlanmasında fayda vardır. Perküsyon esnasında alınan künt ses sublüksasyon veya ekstrüzyonu düşündürürken, sert metalik bir ses travma sonrası ilk muayenede dişin çene kemiği içerisine gömülmüş olabileceğinin belirtisi olabilir. Takip dönemlerindeki muayene sırasında böyle bir sesin alınması ankilozun belirtisi olabilir. Dikey perküsyona hassasiyet periapikal dokularda, yatay perküsyona hassasiyet ise periodontal dokulardaki hasarın habercisidir.

- Renk değişikliği: Renk değişikliklerini daha erken ve belirgin gözleyebileceğimiz alan ön dişlerin lingual/palatinal yüzeyidir. Travmanın hemen ardından pembe bir renk değişikliği pulpada kanamayı ifade eder. Geç dönemlerde oluşan gri renk değişikliği ise dişin nekroze hale geldiğinin göstergesidir. Süt dişlerinde gri renkleşme oluşsa dahi daimi diş sürene kadar asemptomatik olarak kalabildiği gözlenmektedir (Bortoluzzi ve ark. 2007, Zaleckiene ve ark. 2014).
- Vitalite: Dental travmayı takiben pulpanın canlılığının değerlendirilmesi teşhis için önemli bir kriterdir. Pulpada meydana gelen hasarın derecesini ve iyileşme sürecinde pulpal dokunun durumunu değerlendirebilmek için termal ve elektriksel stimulusların kullanıldığı pulpa hassasiyet testleri ve pulpadaki kan dolaşımının değerlendirildiği vitalite testleri kullanılmaktadır.

Akut travma sonrasında travmanın etkisi ile pulpaya gelen kan ve sinir desteği hasara uğrayarak pulpa dokusunda ödem meydana getirebilir ve travmadan hemen sonra pulpal testlere negatif cevap alınabilir. Bu durum pozitif pulpal yanıt geri dönmeden önce ortalama 10-14 gün sürmektedir. Ancak apikal foramendeki nörovasküler desteğin kopmasına yol açan yaralanmalarda pulpal hassasiyetin geri dönmesi apeksi açık dişlerde 3 ay, apeksi kapalı dişlerde birkaç yıl sürebilmektedir. Travmadan hemen sonra yapılan pulpa canlılık testlerinin negatif olması pulpadaki hasarın bir göstergesi olmasına rağmen, bu negatif cevap pulpa nekrozunun gelişeceğini göstermemektedir. Canlılık testleri dişin vasküler desteğinden çok sinirsel aktivitesini değerlendirmektedir. Travmaya uğrayan dişlerde sinirlerin rejenerasyonu vasküler rejenerasyondan daha yavaş olduğu için diş canlılık testlerine negatif yanıt verse bile canlı olabilir (Cardoso ve De Carvalho Rocha 2002, Schwarz ve ark. 2012).

Termal ve elektriksel pulpa hassasiyet testleri, pulpadaki sinir liflerinin durumunu değerlendiren ve indirekt olarak pulpanın sağlığı ile ilgili bilgi sağlayan testlerdir. Bu testlerde özellikle diş immatür olduğunda ya da travma görmüş bir diş söz konusu olduğunda yanlış negatif ve yanlış pozitif cevaplarla sık karşılaşılmaktadır (Samra 2014).

Ayrıca travmaya uğramış dişlerin vitalite kontrolünün sıcak testi ile değerlendirilmemesi gerekmektedir. Sıcak testinin şoka bağlı pulpa hasarının şiddeti artırdığı bildirilmiştir. En kullanışlı ve geçerli test elektrikli pulpa testidir. Test

yapılırken elektrodun dişe temas edecek ucu mümkün olduğunca kesici kenara yakın olmalıdır. Ancak bu test yeni sürmekte olan kök gelişimini tamamlamamış dişlerde ve süt dişlerinde yeterince güvenilir sonuçlar vermez.

Travma sonrasındaki tedaviye ilk seansta alınan vitalite yanıtına göre karar verilmemelidir. Bu süreçte diş takipte olmalıdır. Travma sonrasında dişin canlılığının 1-2 hafta sonrasında değerlendirilmesi daha gerçekçi sonuçlar vermektedir(Quaranta ve ark. 2014).

- Transilimünasyon: Klinik muayenede çıplak gözle görülemeyen ama kırık ya da çatlak şüphesi bulunan dişler transilimünasyon ile incelenmelidir. Ayrıca dişin nekroze olup olmadığını da bu yöntemle değerlendirmek mümkündür. Şüpheli dişin palatinal/lingual yüzeyine transilimünatör yerleştirilerek değerlendirme yapılır (Mitchell ve ark. 2014).

2.1.7. Radyografik Muayene

Travmaya uğrayan hastanın başlangıçtaki durumunun, travmanın şiddetinin ve yapılacak olan tedavinin belirlenebilmesi, ayrıca takip periyotları için bir temel oluşturması açısından ilk klinik ve radyografik muayene kritik bir öneme sahiptir.

Dişlerde meydana gelen yer değişiklikleri genellikle direkt inspeksiyonla tespit edilebilmesine rağmen, küçük anormallikleri saptamak mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda dişlerin okluzal ilişkilerinin incelenmesinden ve farklı açılardan çekilmiş olan periapikal radyografilerden yardım alarak teşhis koymak mümkün olabilmektedir (Hinckfuss ve Messer 2009).

Diş ve destek dokularda meydana gelen yer değişikliğini ve kök kırıklarını radyografiden yola çıkarak saptayabilmek merkezi ışının açısına bağlıdır. Dişlerdeki yer değişikliğinin radyografik olarak görüntülenebilmesi için farklı açılardan alınmış olan periapikal radyografilere ihtiyaç duyulmaktadır (Panzarini ve ark. 2008).

Travmadan sonra hemen alınan radyografilerde kök kırıkları saptanamayabilir. Ancak zaman geçtikçe kırık hattında oluşan granülasyon dokusu nedeniyle kırık hattı belirginleşir ve radyografide saptanabilir hale gelir.

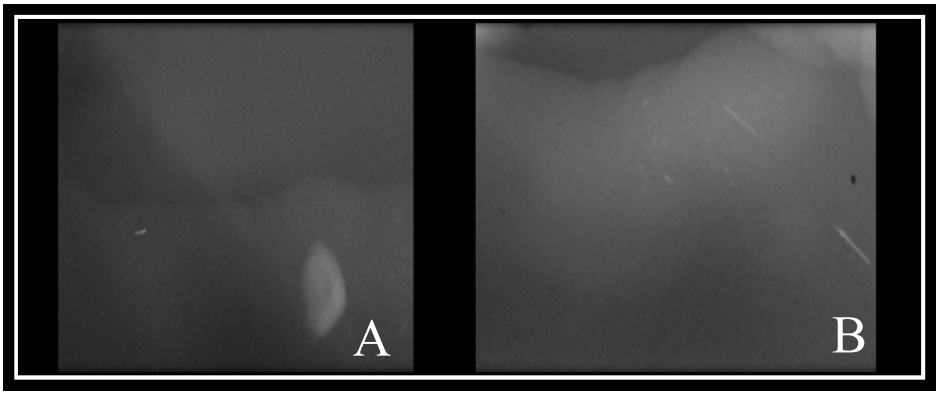
İntraoral periapikal radyografilerde intrüze, ekstrüze dişler ve lateral lüksasyon izlenebilir. Ayrıca travma gören dişlerin periapikal durumları, kök ucunun gelişim derecesi ve mevcut bir kök kırığının alveol kretle olan ilişkisi de periapikal radyografilerde görülebilir. Periapikal filmlerde görülen aşırı periodontal genişleme dişin ekstrüze olduğunun, periodontal membranın kaybolması ise intrüzyonun göstergesidir.

Okluzal grafilerin kök kırıklarının ve kronun oral bölgeye hareket ettiği lateral lüksasyon vakalarının teşhisinde önemli bir katkısı vardır. Laretal lüksasyon görülen dişlerde apeksin labiale hareket etmesi sonucu ortaya çıkan periodontal boşluk ancak okluzal filmlerde görülebilir. Ayrıca küçük çocuklarda radyografi alınması zor olabileceği için ebeveyn kucağında tutulan çocuk okluzal filmi dik açı ile verilen kısa süreli ışınla çektirebilir (Turkistani ve Hanno 2011).

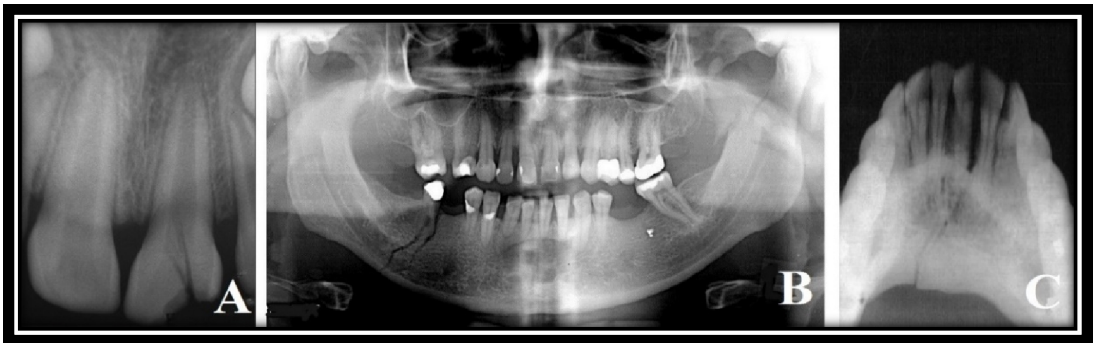
Ekstraoral radyografiler ise kompleks yüz yaralanmalarında, intrüze olan süt ve daimi dişlerinin dislokasyon yönünün belirlenmesinde ve alttaki daimi diş germinin travmadan etkilendiği düşünüldüğünde gerekli görülmektedir. Kemik dokuda meydana gelen kırıklar genellikle intraoral radyografilerde görülebilirler ancak kırık hattı fasiyel ya da lingual kemiğe uzanıyorsa ekstraoral radyografilerden faydalanmak gerekebilmektedir. Panoramik radyografiler çok iyi bir genel bakış sağlar ve özellikle mandibula kırıklarını ortaya çıkartır (Sivakumar ve Muthu 2012).

Orta yüz kırıklarından şüphelenildiği durumlarda genellikle bilgisayarlı tomografi taramaları gerekmektedir. Ayrıca yumuşak doku içine gömülmüş olan yabancı cisimlerin veya diş parçalarının varlığından şüphelenildiğinde daha düşük radyasyon dozu kullanılarak çekilen yumuşak doku radyografilerinden faydalanılmaktadır.

Eğer kırılan bir diş parçasının ya da hastanın kullandığı protezin kırık parçasının nerde olduğu bulunamıyorsa dil, yanak ve dudağa gömülmüş olabileceği düşünülmeli ve periapikal radyograflar ile kontrol edilmelidir. Ayrıca hastanın bunları aspire etmiş veya yutmuş olma ihtimali göz önünde bulundurulmalı, göğüs ve karın bölgesinden radyografiler alınarak değerlendirme yapılmalıdır (Sivakumar ve Muthu 2012.



Şekil 2.1. (A) Alt dudağa gömülmüş diş parçasının periapikal radyografisi (B) operasyonun ardından alınan kontrol radyografisi(Sangwan ve ark. 2011).



Şekil 2.2. Travma sonrası alınmış periapikal (A), panoramik (B) ve okluzal (C) radyografiler (http://www.imageinterpretation.co.uk/face.php 2008).

Alınan radyografiler aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir;

- ✓ Kırığın lokalizasyonu
- ✓ Kırığın pulpaya uzaklığı
- ✓ Pulpa odasının durumu
- ✓ Periodontal aralığın durumu
- ✓ Dişin apeksi
- ✓ Etkilenen süt dişi ise bu dişin daimi diş germi ile ilişkisi
- ✓ Genç daimi dişlerde kökün gelişim durumu
- ✓ Dişin soketi içerisindeki konumu
- ✓ Komşu ve antagonist dişlerin durumu
- ✓ Kökte eksternal veya internal rezorpsiyon varlığı
- ✓ Kök kanalı veya pulpa odasında kalsifikasyon varlığı
- ✓ Ankiloz
- ✓ Patolojik oluşumlar (Andersson 2013, Bakland 2013)

2.2. Travmatik Dental Yaralanmaların Sınıflaması

Dental travma durumlarında oral ve maksillofasiyal cerrahlar, acil hekimleri ya da diş hekimleri gibi birden fazla hekimin duruma müdahale etmesi gerekebilmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında travmaya doğru bir şekilde müdahale edebilmek için hekimlerin ortak bir dil kullanarak travmayı tanımlayabilmeleri gerekliliğinden dolayı dental travmaların sınıflaması yapılmıştır.

Travmatik dental yaralanmaların sınıflandırılması ile ilgili birçok girişimde bulunulmuştur. 1936 yılında Brauer'in oluşturduğu anterior diş kırıkları sınıflaması bilinen en eski sınıflandırma sistemlerinden birisidir. 1962 yılında Ellis, anterior diş travmalarının anatomik lokalizasyona göre; mine kırığı, dentin kırığı, pulpa ekspozu olan kron kırığı, kök kırığı, lüksasyon ve intrüzyon şeklinde 6 grupta sınıflandırıldığı bir sistem önermiştir. Bu sınıflandırma kısa sürede popüler hale gelmiş olsa da, diş hekimleri arasında anlaşmazlıklar yaratmış ve tedaviye çok az rehberlik etmiştir. Alveolar kompleks gibi dişler dışındaki destekleyici dokuların yaralanmaları bu sınıflandırmada dikkate alınmamıştır. 1972'de Andreasen, ağız boşluğundaki yaralanmaların dişlere özel olmadığını belirterek travmanın kapsamını genişletmeyi önermiştir ve dişleri, destekleyici yapıları, gingival ve oral mukozayı kapsayan travma sınıflaması oluşturmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 1978'de Andreasen modeline benzer bir yaklaşım izlemiştir, Andreasen 1982 yılında DSÖ sınıflamasını modifiye etmiştir. Günümüzde kabul gören ve güncel olarak kullanılan sınıflama, DSÖ'nün "Diş Hekimliği ve Stomatolojideki Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması"nı yansıtan ve Andreasen tarafından modifiye edilen sınıflamadır (Andersson 2013; Samra 2014).

Tablo 2.1. Geçmişten Günümüze Travmatik Diş Yaralanmalarının Sınıflamaları.

YIL	YAZAR
1936	Brauer ön diş kırıklarını sınıflara ayırmıştır.
1944	Adams travmatize genç dişleri 6 bölüme ayırarak sınıflandırmıştır.
1946	Hogeborn kırığın derecesine göre keser diş kırıklarını sınıflandırmıştır.
1955	Sweet ön diş kırıklarını sınıflara ayırmıştır.
1956	Robinowitch süt dişlenmedeki yaralanmaları sınıflara ayırmıştır.
1961	Ellis ön diş kırıklarını 6 gruba ayırmıştır.
1963	Bennett ön diş kırıklarını sınıflara ayırmıştır.
1968	Garcia-Godoy süt ve daimi dişler için bir sınıflama geliştirmiştir.
1970	Ellis ve Davey, Ellis' in 1961' de yaptığı sınıflamayı modifiye etmiştir.
1970	Hargreaves and Craig, Ellis ve Davey'in sınıflamasını modifiye etmiştir.
1978	Silvestri and Singh posterior diş kırıklarını sınıflandırmıştır.
1978	Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) oral doku yaralanmalarını süt ve daimi dişleri içerecek şekilde, kod numaraları vererek sınıflandırmıştır.
1981	Andreasen DSÖ' nün yaptığı sınıflamayı modifiye etmiştir.
1981	Johnson ön diş kırıklarını içeren bir sınıflama yapmıştır.
1982	Heithersay ve Moule periodonsiyumun çeşitli yatay düzlemlerini içeren subgingival kırıkları sınıflandırmıştır.
1982	Pulver, Ellis ve Davey/ Andreasen/ Hargreaves de Craig/ McDonald ve Avery' nin sınıflamalarını kombine ederek yeni bir sınıflama yapmıştır.
1983	McDonald, Avery ve Lynch, Ellis ve Davey' in sınıflamasını modifiye etmiştir.
1984	Leubke fragmanların ayrılmasına dayanan bir sınıflama yaparak, supraosseöz ve intraosseöz kırıklar olarak ayırmıştır.
1985	Ulfohn kron kırıklarını 3 basit sınıfa ayırmıştır.
1986	Dean ve arkadaşları dişin uzun aksına göre kırık düzleminin yönünü baz alan bir sınıflama yapmıştır.
1992	DSÖ, TDY' leri sınıflandırarak kodlar belirlemiştir.
1995	Feiglin transvers kök kırıklarını 3 gruba ayırmıştır.
2001	IADT Dentofasiyal yaralanma sınıflamasını kabul etmiştir.
2002	Spinas ve Altana dişlerin kron kırıklarını sınıflandırmıştır
2007	Berman, Blanco, Cohen diş yaralanmalarını Kron Kırıkları/ Kök Kırıkları/ Lüksasyon yaralanmaları olarak sınıflara ayırmıştır.

- Who Sınıflandırması

a) Mine çatlağı
b) Komplike olmayan kron kırıkları (pulpada açılma yok)
c) Komplike kron kırıkları (pulpa ekspoze)

d) Komplike olmayan kron-kök kırıkları (pulpada açılma yok, kırık mine-dentin-sementi içerir)
e) Komplike kron-kök kırıkları (pulpa ekspoze, kırık mine, dentin ve sementi içerir)
f) Kök kırıkları (kırık dentin, sement ve pulpayı içerir)
g) Kontüzyon-Sarsıntı
h) Sublüksasyon
i) İntrüzyon
j) Ekstrüzyon
k) Lateral lüksasyon
l) Eksartikülasyon-Total avülsiyon

- Çetingül Sınıflandırması

a) Dişleri ilgilendiren zararlar
    1. Fraktürler
        a. Mine çatlakları ve kırığı
        b. Mine-dentin kırığı (pulpa kapalı)
        c. Mine-dentin kırığı (pulpa açık)
        d. Kök kırığı
    2. Lüksasyon
        a. Basit kontüzyon
        b. Sublüksasyon
        c. Antero-posterior lüksasyon
    3. İntrüzyon
    4. Ekstrüzyon
    5. Eksartikülasyon
b) Çevre dokuları ilgilendiren zararlar

- Andreasen Sınıflandırması

- <u>Sert Doku ve Pulpa Yaralanmaları</u>

a) Minede oluşan çatlaklar
b) Mine kırıkları (komplike olmayan kron kırıkları)
c) Mine ve dentin kırıkları (komplike olmayan kron kırıkları)
d) Mine, dentin ve pulpayı içeren kırıklar (komplike kron kırıkları)
e) Mine, dentin ve sementi içine alan pulpanın açılmadığı kron ve kök kırıkları (komplike olmayan kron-kök kırıkları)

f) Mine, dentin ve sementi içine alan pulpanın açıldığı kron ve kök kırıkları (komplike kron-kök kırıkları)
g) Dentin, sement ve pulpayı kapsayan kök kırıkları

- Periodontal Doku Yaralanmaları

a) Konküzyon-Sıkışma
b) Sublüksasyon
c) Lateral lüksasyon
d) İntrüzyon-Gömülme
e) Ekstrüzyon
f) Avülsiyon

- Kemik Dokudaki Yaralanmalar

a) Alveolün ezilmesi
b) Alveol soketi kırıkları
c) Alveolar proses kırıkları
d) Maksilla ve mandibula kırıkları(Çetingül 2002; Andersson 2013)

2.3. Travmatik Dental Yaralanmaların Tedavileri

Travma sonrası kliniğe başvuran hastalar genellikle gergin ve korkuludur. Bu süreçte hekimin ilk görevi hastayı ve ailesini sakinleştirmek, güven vermek ve rahatlatmaktır (Zaleckiene ve ark. 2014).

Dental travmalar diş hekimliği kliniğinde acil değerlendirme ve müdahale gerektiren durumlardandır. Travma sonrası ilk değerlendirmelere göre travmaya bağlı oluşan ağrıyı önlemek, gerekli ise dişin repozisyonunu sağlamak, dişin uzun dönem prognozunu iyileştirecek acil tedaviler yapmak gerekebilir. Tüm bunların doğru şekilde yapılabilmesi detaylı anamnez alınması ve verilerin iyi değerlendirilmesine bağlıdır (Tuzuner ve ark. 2016).

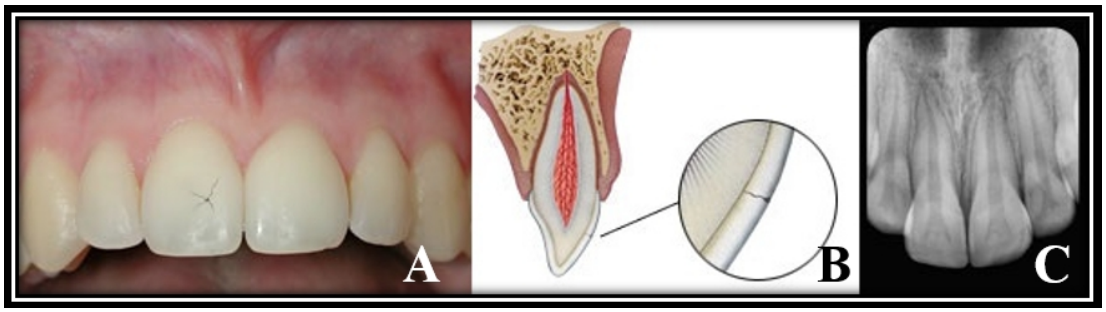
2.3.1. Daimi Dişlerde Tedavi Seçenekleri

Sert Doku ve Pulpa Yaralanmaları

Mine Çatlağı

Diş yapısında kayıp olmaksızın görülen tamamlanmamış kırık, mine çatlağı olarak tanımlanır. Radyografik olarak görülmezler. Direkt aydınlatma ile ışık ışınları insizal kenardan dik olarak uygulandığında kolayca görülebilirler, fiber optik ışık kaynakları da teşhiste oldukça faydalıdır. Olası bir lüksasyon ya da kök kırığını kontrol etmek için periapikal radyograf alınmalıdır. Genellikle hassasiyet oluşturmazlar ancak dişte duyarlılık varsa lüksasyon yaralanması veya kök kırığı gelişmiş olabilir.

Tedavi çoğu durumda gerekli değildir. Yalnızca belirgin çatlakların olduğu durumda, çatlak hatlarının renkleşmesini önlemek için mine yüzeyi asitlenerek rezin ile kapatılabilmektedir. Eşlik eden başka bir yaralanma yoksa takibe gerek yoktur (Glendor ve ark. 1996; Sivakumar ve Muthu 2012).



Şekil 2.3. Mine çatlağı klinik görünümü (A), derinliği (B) ve radyografik görünümü (C)(http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

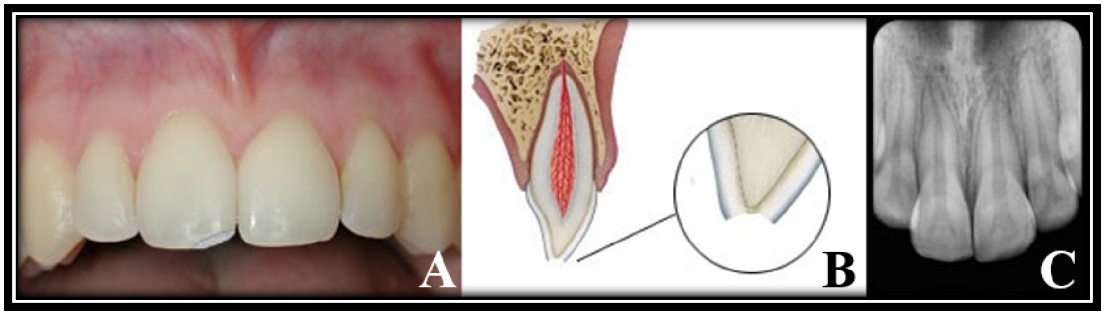
Mine Kırığı

Mine dokusunda madde kaybı gözlenirken dentin dokusunun açığa çıkmadığı kırıklardır. Mine çatlaklarında olduğu gibi hassasiyet oluşturmazlar ancak hassasiyet gözlenirse diş olası bir lüksasyon yaralanması veya kök kırığı açısından değerlendirilmelidir. Olası bir lüksasyon ya da kök kırığını kontrol etmek için farklı açılardan alınan periapikal filmlere ek olarak okluzal radyografi de alınması önerilir. Ayrıca kırık parçanın yanak veya dudağa penetre olmuş olma ihtimali varsa bunu

kontrol etmek amacıyla yumuşak dokudan da düşük dozla radyografi alınmalıdır. Mobilite normaldir. Pulpa duyarlılık testi genellikle pozitiftir (Kirzioglu ve ark. 2005; Eyuboglu ve ark. 2009; Atabek ve ark. 2014).

Kırık parçayı yapıştırma şansımız varsa parça dişe yapıştırılabilir. Büyüklüğü fazla olmayan mine kırıklarında aşındırma ile şekillendirmek de yeterli olabilir. Bir diğer seçenek ise uygun restoratif materyal ile kırık dokunun restore edilmesidir.

6-8. haftalarda ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Marcenes ve ark. 2001; Çetingül 2002; Çalışkan 2006).



Şekil 2.4. Mine kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Komplike olmayan kron kırığı

Pulpa dokusunun açığa çıkmadığı, mineyi ve dentini kapsayan kırıklardır. Mobilite normaldir. Pulpa duyarlılık testi genellikle pozitiftir. Radyografide mine ve dentinde kayıp gözlenir. Olası bir lüksasyon ya da kök kırığını kontrol etmek için farklı açılardan alınan periapikal filmlere ek olarak okluzal radyografi de alınması önerilir. Ayrıca kırık parçanın yanak veya dudağa penetre olmuş olma ihtimali varsa bunu kontrol etmek amacıyla yumuşak dokudan da düşük dozla radyografi alınmalıdır. Dişte duyarlılık varsa lüksasyon yaralanması veya kök kırığı gelişmiş olabilir (Sivakumar ve Muthu 2012).

Komplike olmayan kron kırıklarında genellikle açığa çıkan dentin alanı ve dişin matürasyon derecesi ile orantılı olarak, termal değişikliklere ve çiğnemeye bağlı duyarlılık gibi semptomlar meydana gelir (Kramer ve ark. 2003). Dentin tübülleri, pulpal inflamasyona neden olabilen bakteriyel, termal ve kimyasal irritanlar için bir yol oluşturur. Bu nedenle pulpanın korunması, aynı zamanda fonksiyon ve

estetiğin yeniden sağlanması için dentin yüzeyinin kapatılması gereklidir (Garber ve Salama 2000; Takei ve Azzi 2002).

Komplike olmayan kron kırıklarının tedavisi, dentin adezivler ve rezin kompozitlerle başarılı şekilde gerçekleştirilmektedir. Eğer elimizdeyse kırık parçanın dişe yapıştırılması da tedavi seçeneğidir. Kırık parçanın dişe yapıştırılması; aşınmaya dirençli olması, renklenme sorununun olmaması ve uygun kenar adaptasyonu gibi avantajlar sağlar ve kron restorasyonlarına tercih edilmektedir (Koçak ve Aktaş 2011).

Hastanın geç başvurduğu durumlarda olası bir lüksasyon yaralanmasından şüpheleniliyorsa, açığa çıkan dentinin cam iyonomer simanla geçici olarak kapatılması ve pulpal durumun takip edilmesi önerilir. Kalan dentin tabakasının kalınlığı 0.5 mm veya daha azsa ve kanama yoksa, bir kalsiyum hidroksit patının kullanılmasının gerekli olduğu unutulmamalıdır. Pulpal durum uygun olduğunda diş total-etch tekniği ve rezin kompozitler kullanılarak restore edilebilir (Kurita ve ark. 2002).

Komplike olmayan kron kırıklarında dişler perküsyon testine duyarlı değildir. Perküsyona hassasiyet ve mobilite varlığı söz konusu ise diş olası bir lüksasyon yaralanması veya kök kırığı açısından değerlendirilmelidir.

6-8. haftalarda ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Bakland ve Andreasen 2004).

Mine-Dentin-Pulpa Kırığı

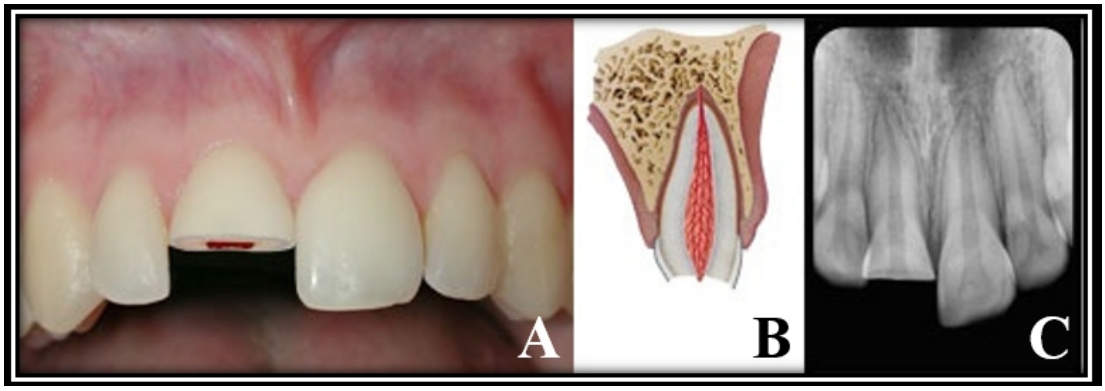
Kırık hattının mine, dentin ve pulpayı içerdiği; pulpa dokusunun açığa çıktığı bu tür yaralanmalar komplike kron kırığı olarak tanımlanmaktadır. Mobilite normaldir. Ekspoz pulpa uyaranlara karşı hassastır. Perküsyon testine duyarlılık yoktur, duyarlılık söz konusu ise eşlik eden lüksasyon yaralanması veya kök kırığı düşünülmelidir. Radyografisinde mine ve dentinde kayıp gözlenir, kırık seviyesi pulpaya uzanır (Lauridsen ve ark. 2012).

Komplike kron kırıklarında histolojik olarak, açığa çıkan pulpa dokusu hızla bir fibrin tabakası ile kaplanır. Pulpanın yüzeysel kısmında kılcal damar, çok sayıda

lökosit ve histiyosit proliferasyonu görülür ve inflamasyon zamanla apikale doğru yayılır. Bununla birlikte, yapılan deneysel çalışmalar inflamatuar hücrelerin genellikle apikal doğrultuda 2 mm'den daha derine nüfuz etmediğini göstermiştir, bu da tedavi planlamasında klinik öneme sahip bir bulgudur. Uzun süre boyunca tedavi edilmeden bırakılan komplike kron kırıklarında, ekspoz alanda yaygın granülasyon dokusu oluştuğu görülmüştür. Perforasyon alanının sert doku ile spontan olarak kapandığını bildiren vakalar ise nadirdir (Diangelis ve ark. 2012).

Kök gelişimi henüz tamamlanmamış genç daimi dişlerde pulpa kaplaması veya parsiyel pulpotomi ile dişin canlılığının korunması yararlı olacaktır. Bu tedavilerde pulpanın üzerinin örtülmesi amacıyla kalsiyum hidroksit veya MTA gibi biyouyumlu malzemeler kullanılabilir. Kök gelişimini tamamlamış hastalarda da bu tedaviler denenebilir ancak sıklıkla tercih edilen tedavi kanal tedavisidir. Daimi restorasyonu kırık parça ile veya uygun restoratif materyaller ile tamamlanabilir.

6-8. haftalarda ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır(Patni ve ark. 2010).



Şekil 2.5. Mine-dentin-pulpa kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Komplike olmayan kron-kök kırığı

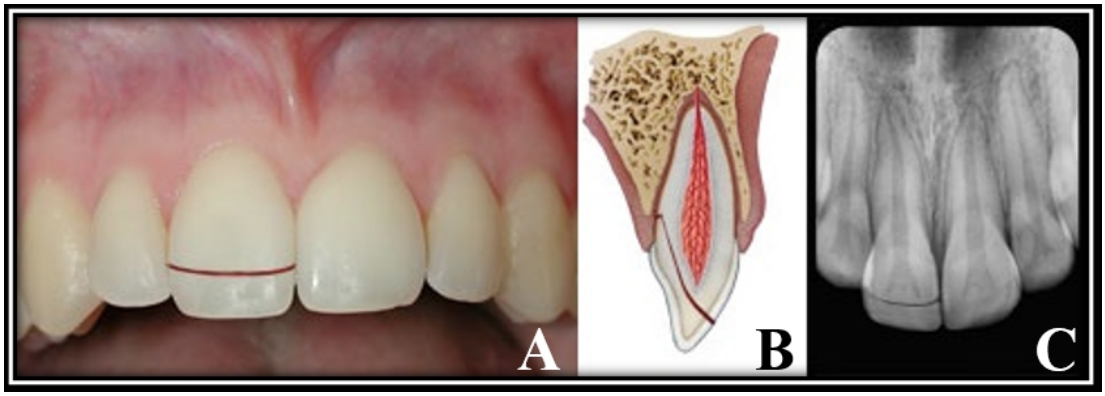
Mine, dentin ve sementi içeren yaralanmalardır. Apikal yönde gingival marjine ve alveolar krete doğru uzanan bu kırıklar, klinik açıdan büyük zorluk oluşturmaktadır. Genellikle kırık hattı marjinal gingivanın birkaç milimetre insizalinden başlar ve eğimli bir yol izler. Fragmanlar hafifçe yer değiştirmiştir ancak koronal fragman periodontal ligament fibrilleri sayesinde pozisyonunu korur. Apikal

parçanın pulpa testi genellikle pozitiftir. Perküsyon testine duyarlılık vardır. Radyografide kırığın köke doğru olan uzanımı genellikle gözlenemez. Kök kırığının tespiti için farklı açılardan alınan periapikal filmlere ek olarak okluzal radyografi de alınması önerilir (Flores ve ark. 2007).

Komplike olmayan kron-kök kırıkları için kırığın pozisyonuna, boyutuna ve şiddetine bağlı olarak uygulanabilecek birçok tedavi seçeneği mevcuttur. Bunlar; kron boyu uzatma, ortodontik ekstrüzyon, cerrahi repozisyon, subgingival kenarların restoratif tedavisi, dekoronasyon ve ekstraksiyondur (Abu Samra 2014).

Daimi restorasyon ilk anda yapılamayacaksa acil müdahale olarak hareketli koronal parçanın komşu dişler aracılığıyla sabitlenmesi gerekir. Dişin durumuna göre daimi restorasyonu için farklı tedavi seçenekleri vardır. Bunlar; koronal parçanın uzaklaştırılıp açıkta kalan yüzeyin restore edilmesi, kırık parçanın apikale doğru derinleştiği durumlarda gingivektomi, hatta bazen osteoktomi sonrası apikal parça üzerine restorasyonun yapılması, koronal parçanın uzaklaştırılmasının ardından apikal parçanın ortodontik olarak sürdürülmesi ve apikal parça üzerine restorasyon yapılması, koronal parçanın alınmasının ardından apikal parçanın cerrahi olarak konumlandırılıp üzerine restorasyonun yapılması, implant uygulaması planlandığında kökün bırakılması, implantın beklenmeden yapılacağı veya konvansiyonel köprü uygulanacağı durumlarda dişin çekimidir. Özellikle ileri apikal uzanımlı, restorasyonu mümkün olmayan, vertikal kök kırığı gibi vakalarda çekim kaçınılmazdır.

6-8. haftalarda ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır(Arhun ve Ungor 2007).



Şekil 2.6. Pulpa ekspozu olmayan kuron-kök kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014).

Komplike Kron-Kök Kırığı

Mine, dentin, sement ve ekspoz pulpayı içeren kırıklardır. Perküsyona duyarlılık vardır ve koronal fragman mobildir. Pulpa açılımı olsa da, semptomlar komplike olmayan kron-kök kırıklarına benzerdir. Genellikle fonksiyon sırasında koronal fragmanın hareketliliği nedeniyle hafif bir ağrı vardır ancak pulpal duruma bağlı olarak şikayetler değişebilmektedir. Apikal parçanın pulpa testi genellikle pozitiftir. Perküsyon testine duyarlılık vardır. Radyografide kırığın köke doğru olan uzanımı genellikle gözlenemez. Kök kırığının tespiti için farklı açılardan alınan periapikal filmlere ek olarak okluzal radyografi de alınması önerilir (Goenka ve ark. 2010).

Bu tip kırıklarda pulpanın ve periodontal ligamentin oral kaviteyle ilişkili olması, bakteriyel invazyona ve inflamasyona yol açabilmektedir. Bu nedenle kırığın tamamen alveol içerisinde kaldığı kök kırıklarının aksine, kırık iyileşmesi beklenmez. Erken dönemdeki histolojik değişiklikler, bakteri invazyonu sonucu kırık hattı bölgesinde meydana gelen akut pulpa inflamasyonudur. Daha sonra, marjinal diş eti epitelinin pulpa odasına proliferasyonu görülebilir. Kırık hattı boyunca osteodentin birikimi ile kırık onarımı son derece nadirdir ve tedavi kararını yönlendirmemelidir. Bunun yerine koronal fragmanın çıkarılıp, kalan apikal fragmanın tedavi edilmesine odaklanılmalıdır (Andreasen ve ark 2013).

Komplike kron-kök kırıklarında da öncelikle acil müdahale olarak kalıcı bir tedavi planı oluşturuluncaya kadar hareketli parçanın komşu dişlere bağlanarak geçici stabilizasyonu sağlanabilir. Açık apeksli dişlerde parsiyel pulpotomi ile pulpa canlılığını koruma şansı vardır. Kalsiyum hidroksit bileşikleri kullanılabilecek uygun pulpa kaplama materyalleridir. Kök gelişimi tamamlanmış dişlerde de parsiyel pulpotomi uygulanabilir ancak bazı durumlarda kök kanal tedavisi gerekebilmektedir (Caliskan ve ark. 1999).

Koronal parçanın alınmasını takiben endodontik tedavi ve post destekli kron restorasyonu yapılabilmektedir. Apikal parçanın subgingival pozisyondan supragingival pozisyona taşınması için gingivektomi bazen de osteoplasti ile birlikte ostektomi gerçekleştirilebilir. Bu tedavi prosedürü yalnızca palatinale uzanan kronkök kırıklarında endikedir.

Apikal parçanın ortodontik ekstrüzyonu ile de kırık hattı supragingival pozisyona taşınabilir. Komplike kron-kök kırıklarında uygulanan yavaş ortodontik ekstrüzyon, osseöz ve gingival dokuların büyümesinin yönlendirilmesiyle defektlerin yeniden yapılandırmasını sağlayan alternatif bir tedavi yöntemidir. Kırılan parçanın içerdiği kök uzunluğu, toplam kök uzunluğunun üçte birinden daha azsa apikal fragman cerrahi olarak da ekstrüze edilebilir.

Restorasyonun gerçekleştirilemeyeceği düşünülen genç bireylerde, alveolar genişliğin ve yüksekliğin korunması için kök parçasının yerinde bırakılması ve büyüme-gelişim tamamlandıktan sonra ilgili bölgeye implant planlanması önerilmektedir.

Kırılan parçanın içerdiği kök uzunluğu, toplam kök uzunluğunun üçte birinden daha fazlaysa ve kırık hattı dişin uzun ekseni boyunca uzanıyorsa çekim endikedir. Çekim sonrasında destekleyici alveolar kemiğin hızlı rezorpsiyonunu önlemek için önlemler alınmalıdır. Büyüme ve gelişimi tamamlanmış bireylerde implant tedavisi; büyüme ve gelişimi devam eden bireylerde ise ortodontik olarak boşluğun kapatılması veya ototransplantasyon düşünülebilir.

6-8. haftalarda ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Diangelis ve ark. 2012).

Kök kırığı

Dentin, sement ve pulpayı içeren kırıklar olarak tanımlanan kök kırıkları, diğer travmatik dental yaralanmalara kıyasla daha nadir görülürler. Horizontal, oblik veya vertikal, tek veya çok parçalı, tamamlanmış veya tamamlanmamış olabilirler. Bu tip travmalar histolojik düzeyde, koronal fragmanla sınırlı periodontal ligament yaralanması ve kırık hattı seviyesinde pulpanın gerilmesi veya kopması ile sonuçlanır (Schwarz ve ark. 2012).

Koronal parça mobil ve yer değiştirmiş olabilir. Perküsyona duyarlılık ve gingival sulkustan kanama görülebilir. Kronda geçici bir kırmızı veya gri renk değişikliği meydana gelebilmektedir.

Horizontal kök kırıkları en sık görülen tiptir ve daha çok dişin orta üçlüsünde meydana gelir. Lüksasyon yaralanmalarıyla karşılaştırıldığında pulpa canlılığının korunma şansı yüksektir. Periapikal radyografilerle merkezi ışın filme dik yönlendirilerek kolaylıkla teşhis edilirler. Eğer kırık hattı daha çok apikal üçlüde görülen kırıklar gibi oblik seyrediyorsa, farklı açılardan alınan periapikal radyografilerle birlikte okluzal radyografi de alınmalıdır (Andreasen 2000).

Daha nadir görülen kök kırığı tipi ise, kökün uzun ekseni boyunca apekse doğru uzanan vertikal kök kırıklarıdır. Bu tür kırıkların teşhisi ve tedavisi oldukça zordur. İleri görüntüleme tekniklerinden faydalanılması önerilir. Dişin fonksiyonel ve estetik rehabilitasyonu için multidisipliner bir yaklaşım gerekebilmektedir.

Kök kırıklarında tedaviye karar vermeden önce; subgingival kırığın boyutu, kalan koronal diş yapısı, kırık hattının yeri, pulpa canlılığı, kökün uzunluğu ve morfolojisi gibi faktörler dikkatle değerlendirilmelidir. Daimi dişler için temel tedavi prensibi, koronal fragmanın eski yerine getirilmesi ve stabilizasyonun sağlanmasıdır. Yaralanmadan hemen sonra müdahale edilirse, kırık parça dijital manipülasyonla kolayca yerine yerleştirilebilir. Yeniden konumlandırma sırasında direnç varsa, labial soket duvarının kırık olma ihtimali yüksektir. Bu durumda daha fazla girişimde bulunulmadan kırık kemik repoze edilmelidir. İşlemden sonra mutlaka radyografik kontrol yapılmalıdır.

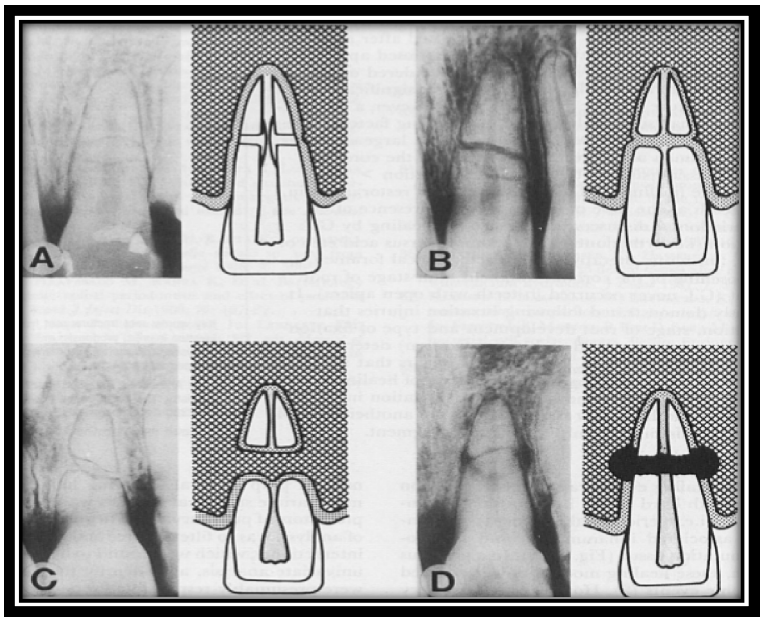
Kök kırıklarında, dişin 4 hafta boyunca esnek bir splintle stabilizasyonu önerilir. Kırık hattı servikal bölgeye yakınsa, stabilizasyonun 4 aya kadar uzatılmasında fayda vardır. Pulpal durumla ilgili kesin karar verilebilmesi için en az 1 yıllık takip gereklidir. Eğer pulpa nekrozu gelişirse, kırık hattına kadar olan koronal segmente kanal tedavisi yapılmalıdır (Diangelis ve ark. 2012).

Kök kırıklarının iyileşmesi, radyografik ve histolojik olarak dört gruba ayrılmıştır:

1. Kalsifiye doku ile iyileşme
2. Bağ dokusu ile iyileşme
3. Kemik ve bağ dokusu ile iyileşme

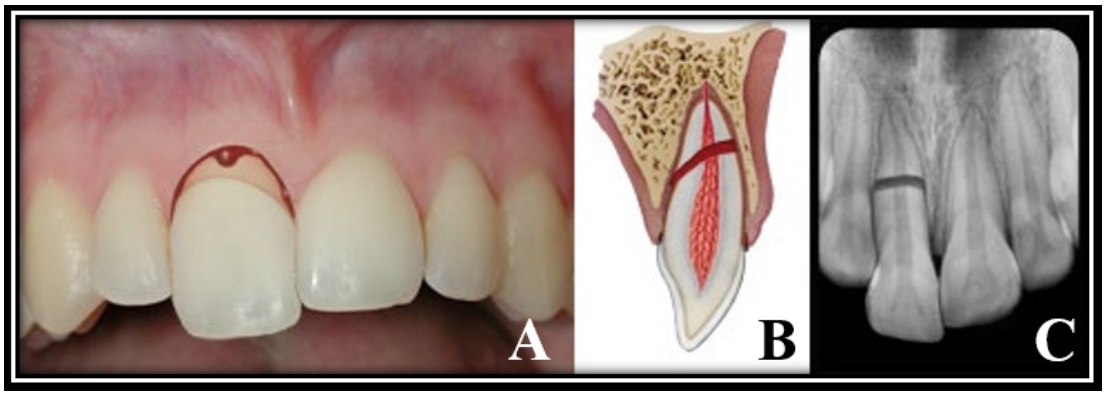
4. Granülasyon dokusu oluşumu

Kırık hattında kalsifiye doku birikmesi istenilen iyileşme şeklidir. Ancak servikale (diş eti oluğuna) yakın kırıklarda bu şans düşük olduğu için prognoz kötüdür. Tedavi seçeneği olarak koronal fragmanın ekstraksiyonu ve apikal fragmanın ortodontik veya cerrahi ekstrüzyonu düşünülebilir.



Şekil 2.7. Kök kırığı iyileşme modelleri A. Kalsifiye doku ile iyileşme. B. Bağ doku ile iyileşme. C. Kemik ve bağ dokusu ile iyileşme. D. Granülasyon dokusu birikimi.

Takipte, 2. hafta klinik ve radyografik kontrol, 4. hafta klinik ve radyografik kontrol ile splintin sökülmesi, 6-8. haftalar, 6. ay, 1. yıl ve 5. yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Majorana ve ark. 2002; Diangelis ve ark. 2012).



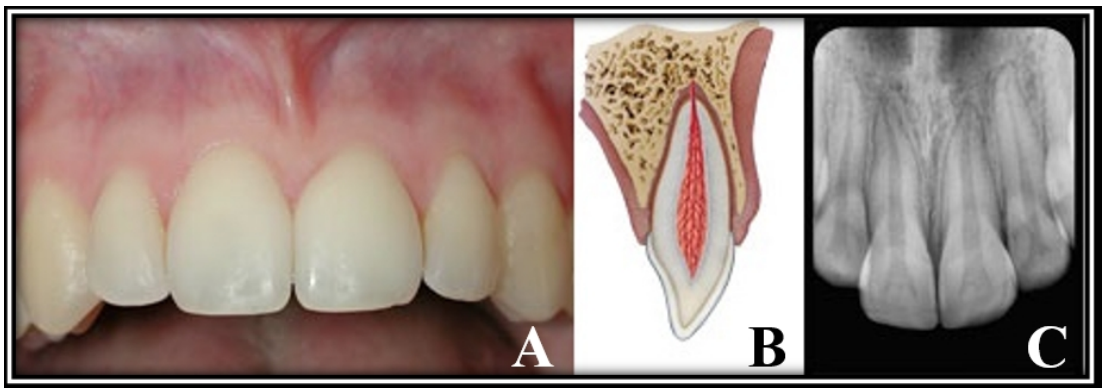
Şekil 2.8. Kök kırığı klinik görünümü (A), kırık seviyesi (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Periodontal Doku Yaralanmaları

Konküzyon (Sarsılma)

Dişte anormal bir mobilite veya yer değişikliği olmaksızın meydana gelen periodontal doku yaralanmasıdır. Perküsyona karşı duyarlılık vardır. Pulpa hassasiyet testlerine pozitif yanıt alınır. Radyografik bulgu gözlenmez.

Genellikle tedavi gerekli değildir ancak pulpal durum en az 1 yıl takip edilmelidir. Pulpa testlerine 3 aya kadar hatalı negatif yanıt alınabilir. Olgunlaşmamış dişlerde kök gelişimi durursa ve apikal periodontitis bulgusu varsa, uygun olan endodontik tedaviye başlanır (Kramer ve ark. 2016).



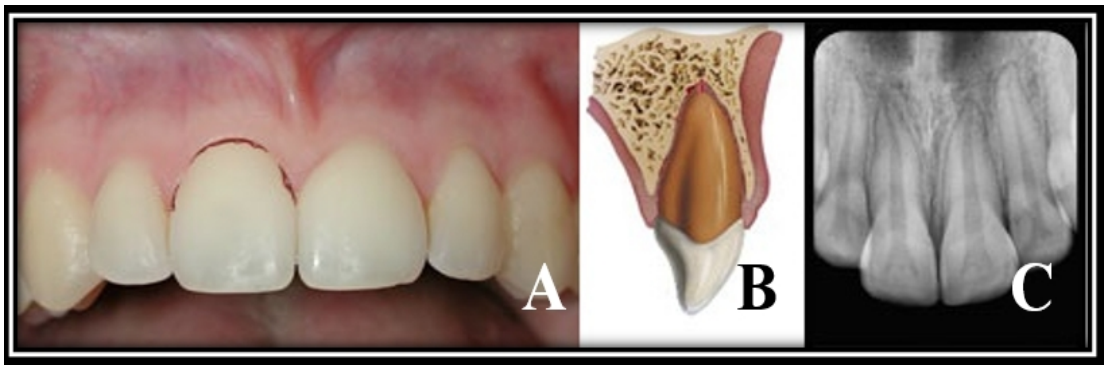
Şekil 2.9. Konküzyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Sublüksasyon

Sublüksasyon yaralanmaları, dişte yer değişikliği olmadan mobilitenin hafifçe artması şeklinde tanımlanabilir. Diş perküsyona ve okluzal kuvvetlere karşı hassastır. Gingival sulkusta kanama görülebilir. Geçici pulpa hasarından dolayı canlılık testlerine başlangıçta negatif yanıt alınabilir. Şiddetli mobilite durumunda periodontal ligamentte hafif bir kalınlaşma tespit edilse de, radyografik bulgular genellikle normaldir (Diangelis ve ark. 2012).

Bu tip travmalarda tedavi gereksinimi yoktur ancak hasta konforu için esnek bir splintle 2 hafta süre ile stabilizasyon uygulanabilir. Pulpal durum takip edilmelidir. Olgunlaşmamış dişlerde kök gelişimi durursa ve apikal periodontitis

bulgusu varsa, uygun olan endodontik tedaviye başlanır (Diangelis ve ark. 2012; Herman ve ark. 2012).



Şekil 2.10. Sublüksasyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Ekstrüzyon

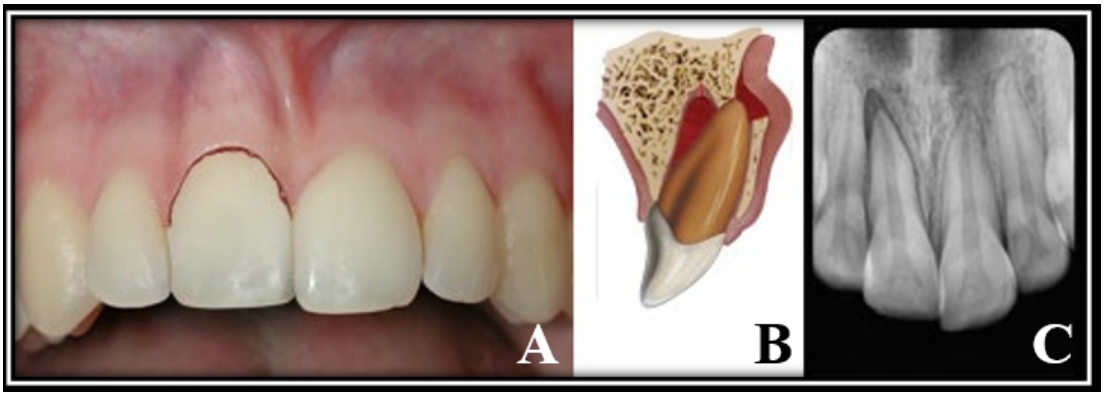
Dişin uzun ekseni doğrultusunda, soketinden çıkmadan kısmi olarak yer değiştirmesidir. Diş uzamış görülür ve mobilite vardır. Hassasiyet testlerine negatif yanıt alınır. Radyografide apikal periodontal ligament boşluğunun arttığı gözlenir. İntrüzyon ve avülsiyonla karşılaştırıldığında, daha az periodonsiyum hasarı ile karakterizedir.

Ekstrüziv lüksasyon yaralanmalarında, kökün anatomik konumunun yeniden kazanılması için repozisyonun hızlı ve dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Diş sokete nazikçe yerleştirilip, 2 hafta esnek splintle sabitlenir. Repozisyon esnasında genellikle lokal anestezi uygulamasına gerek duyulmaz. Pulpa nekrozu gelişirse uygun olan kök kanal tedavisine başlanmalıdır (Herman ve ark. 2012).

Lateral Lüksasyon

Lateral lüksasyon dişin aksiyalinden başka bir yöne doğru yer değiştirdiği, labial ya da palatinal/lingual kemiğin kırılması ile birlikte periodontal ligament liflerinin kısmi ya da total olarak ayrılmasıyla karakterize destekleyici doku yaralanmasıdır. Ekstrüzyondaki gibi periodontal ligamentte kısmen veya ciddi düzeyde hasar oluşur. Çoğunlukla diş apeks bölgesinden sıkışır ve dişte mobilite gözlenmez. Bu sıkışmaya bağlı olarak perküsyonda metalik ses alınır. Minör vakalar dışında çoğunlukla duyarlılık testlerine negatif yanıt alınır. Açılı radyograflar ve okluzal grafilerde periodontal aralıktaki aralanmalar gözlenebilir.

Bu tip travmalarda öncelikle diş, kemik içerisinde sıkıştığı yerden kurtarılır ve nazikçe orijinal konumuna getirilir. 4 hafta süreyle esnek splint uygulanır. Pulpanın durumu takip edilir. Eğer pulpa nekrozu gerçekleşirse, kök rezorpsiyonunu önlemek için kanal tedavisine başlanmalıdır. Lateral lüksasyon yaralanmalarında kök rezorpsiyonundan daha sık görülen komplikasyonun, pulpa kanal obliterasyonu olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle hastaların düzenli takibi önemlidir (Lauridsen ve ark. 2011).



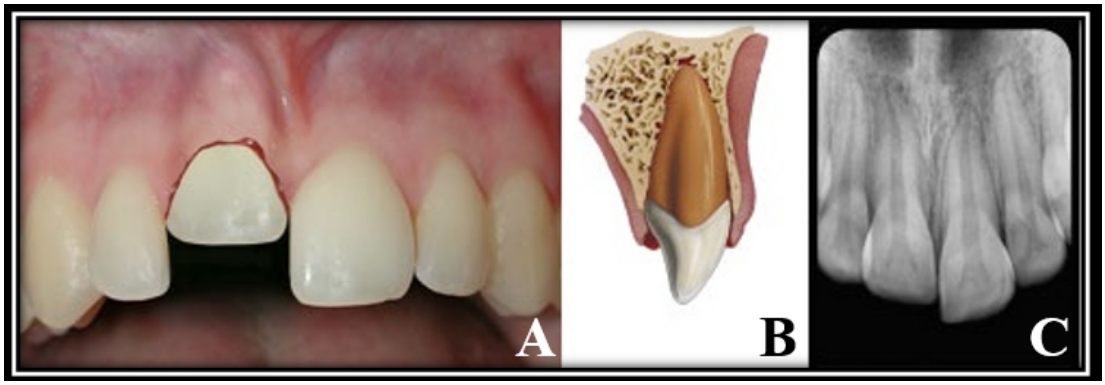
Şekil 2.11. Lateral lüksasyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

İntrüzyon

Dişin alveol kemiği içine doğru yer değiştirmesidir. Klinik olarak komşu simetrik dişten kısa görünür. Diş alveol kemik içerisinde sıkışmış olduğu için mobil değildir. Perküsyon testine yüksek metalik bir ses ile yanıt alınırken duyarlılık testleri genellikle negatif yanıt vermektedir. Çoğunlukla alveol sokette kırık veya ezilme de intrüzyon yaralanmalarına eşlik etmektedir. Radyografik muayenede dişin apikale doğru yer değiştirdiğini ve periodontal membran aralığının azaldığını ya da kaybolduğunu saptamak mümkündür (Andreasen 2000).

Kök gelişim durumu, intrüze dişlerin tedavisine karar verilirken göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktördür. Kök gelişimini tamamlamamış dişlerin herhangi bir müdahale yapılmadan kendiliğinden sürebildiği görülmüştür. Birkaç hafta içerisinde hareket gerçekleşmezse dişin ortodontik olarak repoze edilmesi önerilmiştir. İntrüzyon miktarı 7 mm'den fazlaysa spontan erüpsiyon beklenmeden cerrahi veya ortodontik repozisyon yapılır. Pulpa nekrozu geliştiği saptanırsa uygun olan kök kanal tedavisine başlanır (Diangelis ve ark. 2012).

Kök gelişimini tamamlamış dişler için eğer intrüzyon miktarı 3 mm'den azsa herhangi bir müdahale yapılmadan dişin kendiliğinden sürmesi beklenir. 2-4 hafta içerisinde hareket gerçekleşmezse ankiloz gelişmeden cerrahi veya ortodontik repozisyon yapılmalıdır. Diş 7 mm'den fazla intrüze olduysa cerrahi olarak repoze edilmelidir. Kök gelişimini tamamlamış dişlerde pulpa büyük olasılıkla nekrotik hale geleceği için kalsiyum hidroksitle pansuman yapılarak kanal tedavisine başlanmalıdır. Tedaviye cerrahiden sonraki 2-3 hafta içerisinde başlanması önerilir. Cerrahi veya ortodontik olarak repoze edilen dişin, esnek bir splintle 4-8 hafta stabilizasyonu sağlanmalıdır (Diangelis ve ark. 2012; Skaare ve Jacobsen 2005).



Şekil 2.12. İntrüzyon klinik görünümü (A), periodontal etkilenme durumu (B) ve radyografik görünümü (C) (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Avülsiyon

Dişin alveol soketten tümüyle çıkmasıdır. Bütün dental yaralanmalar arasında görülme insidansı %0,5-3olan avülsiyon yaralanmaları ile genellikle daimi dişlerin sürme dönemi olan 7-9 yaşlarında daha sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu dönemde sürmekte olan dişi çevreleyen gevşek periodontal ligament dokusu ve daha az mineralize alveolar kemik dişe gelen ekstrüziv kuvvete karşı daha az direnç göstermektedir (Von Arx ve ark. 2001).

Avülsiyon yaralanmalarında; periodontal ligamentin daha fazla zarar görmesini önleyerek replantasyon sonrası rezorpsiyon riskini en aza indirmek için önerilen tedavi immediat replantasyondur. Replante edilmiş bir dişin prognozu; kök yüzeyi üzerinde kalan periodontal ligament hücrelerinin canlılığına, sementin bütünlüğüne, dişin dışarda kalma süresi ve saklanma koşulları ile ilişkili olan bakteriyel kontaminasyona ve kök yüzeyindeki değişikliklere bağlıdır. Eğer avülse diş 5 dakika içinde replante edilirse, periodontal ligament hücrelerinin genellikle

normal fonksiyonlarına geri döndüğü bildirilmiştir. Kuru ortamda 30 dakika saklanan avülse dişte ise kök yüzeyindeki periodontal ligament hücrelerinin neredeyse tamamının nekrotik hale gelmeye başladığı görülmüştür. Bu nedenle periodontal ligamentin nekrozunu önlemek için dişin uygun şekilde saklanması oldukça önemlidir (Skaare ve Jacobsen 2003).

Avülse bir diş için en ideal tedavi kaza yerinde dişin reimplante edilmesidir, ancak herhangi bir nedenden dolayı diş reimplante edilememişse mümkün olan en kısa zamanda uygun bir saklama solüsyonunda tutularak hekime gidilmelidir. Avülse olmuş dişin ağız dışında saklanabileceği ideal taşıma solüsyonu doku kültür nakil besiyeri ya da Hanks'ın dengeli saklama solüsyonudur. Ancak kaza sırasında bu solüsyonları bulmak mümkün olmadığında avülse olmuş dişlerin süt, salin solusyonu gibi bir saklama ortamında diş hekimine götürülmesi önerilmektedir Eğer hastanın bilinci yerinde ise dişin ağız içinde azı dişleri ile yanak arasında tutularak diş hekimine götürülmesi de önerilen başka bir uygulamadır. Ancak dişin suda bekletilerek ya da peçeteye sarılarak kuru bir şekilde hekime getirilmesi önerilmemektedir. Dişte şiddetli çürük ya da periodontal hastalık varlığında, hasta kooperasyonunun sağlanamadığı durumlarda, immunsupresyon ya da kardiak problemlerin varlığı gibi bazı medikal durumlarda ise dişin reimplantasyonu önerilmemektedir.

Avülse Dişlerin Tedavi Protokülü

1) Kök gelişimi tamamlanmış dişlerde;

a) Diş kliniğe gelmeden önce reimplante edilmişse yara bölgesi temizlenir, dişin pozisyonu klinik ve radyografik olarak doğrulanır ve diş 2 hafta süreyle esnek splintle sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik başlanır. Reimplantasyondan 7-10 gün sonra splinti kaldırmadan kök kanal tedavisine başlanır.

b) Diş kliniğe gelinceye kadar fizyolojik saklama solusyonunda (doku kültür ortamı ya da hücre transfer ortamı) ya da osmolaritesi dengeli bir ortamda (Hanks'in balanslı tuz solüsyonu, süt, salin solüsyonu) bekletildiyse veya ağız dışında kuru olarak 60 dakikadan daha kısa süre kaldıysa, kronundan tutularak kök yüzeyi ve alveol soket salin solüsyonu ile temizlenir. Diş reimplante edilir ve pozisyonu klinik

ve radyografik olarak doğrulandıktan sonra 2 hafta süreyle esnek splintle sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik başlanır. Reimplantasyondan 7-10 gün sonra splinti kaldırmadan kök kanal tedavisine başlanır.

c) Dişin ağız dışında 60 dakikadan fazla kaldığı ya da periodontal ligament hücrelerinin canlılığını kaybetmesine yol açan başka nedenlerin olduğu durumlarda; gazlı bez yardımı ile kök yüzeyindeki nekrotik periodontal ligament artıkları temizlenir ve soket salin solüsyonu ile yıkanır. Kök kanal tedavisi reimplantasyondan önce ya da reimplantasyondan 7-10 gün sonra splinti kaldırmadan yapılabilir. Diş reimplante edilir ve esnek bir splint ile 4 hafta sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik tedavisi başlanır.

2) Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde;

a) Diş kliniğe gelmeden önce reimplante edilmişse yara bölgesi temizlenir, dişin pozisyonu klinik ve radyografik olarak doğrulanır ve diş 2 hafta süreyle esnek splintle sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik başlanır. Gelişmekte olan apeksi açık daimi dişin reimplantasyonunda amaç revaskülarizasyonun sağlanmasıdır ancak bu sağlanamıyorsa kök kanal tedavisi prosedürlerine (apeksifikasyon) geçilir.

b) Diş kliniğe gelinceye kadar fizyolojik saklama solusyonunda (doku kültür ortamı ya da hücre transfer ortamı) ya da osmolaritesi dengeli bir ortamda (Hanks'in balanslı tuz solüsyonu, süt, salin solüsyonu) bekletildiyse veya ağız dışında kuru olarak 60 dakikadan daha kısa süre kaldıysa, kronundan tutularak kök yüzeyi ve alveol soket salin solüsyonu ile temizlenir. Dişin reimplante edilmeden önce tetrasiklin solüsyonu içinde bekletilmesi revaskülarizasyon şansını arttırmaktadır. Diş reimplante edilir ve pozisyonu klinik ve radyografik olarak doğrulandıktan sonra 2 hafta süreyle esnek splintle sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik başlanır. Gelişmekte olan apeksi açık bir daimi dişin reimplantasyonunda amaç revaskülarizasyonun sağlanmasıdır. Eğer inflamasyon sonucu kök rezorpsiyonu meydana gelirse bu tür rezorpsiyonlar çocuklarda çok daha hızlı ilerlediği için derhal kanal tedavisi prosedürlerine geçilmelidir. Ancak çok genç dişlerde pulpa nekrozunun klinik ve radyografik bulguları saptanmadan kanal tedavisinden kaçınılmalıdır. Apeksi açık daimi dişlerde kök kanal tedavisi gerekliliği söz konusu olduğunda Mineral trioksit agregat (MTA) ile aplikal bariyer oluşturarak tek seansta

ya da kalsiyum hidroksitle düzenli aralıklarla pansuman yaparak apikal tıkacın oluşturulduğu çoklu seanslarda uygulanan apeksifikasyon tedavisi en sık tercih edilen tedavilerden biridir. Kök rezorpsiyonu riski yüksek olduğu için genellikle revaskülarizasyon prosedürleri avülse dişlerde önerilmemektedir.

c) Dişin ağız dışında 60 dakikadan fazla kaldığı ya da periodontal ligament hücrelerinin canlılığını kaybetmesine yol açan başka nedenlerin olduğu durumlarda gazlı bez yardımı ile kök yüzeyindeki nekrotik periodontal ligament artıkları temizlenir ve soket salin solüsyonu ile yıkanır. Kök kanal tedavisi reimplantasyondan önce ya da reimplantasyondan 7-10 gün sonra splinti kaldırmadan yapılabilir. Diş reimplante edilir ve esnek bir splint ile 4 hafta sabitlenir. Hastaya sistemik antibiyotik tedavisi başlanır. Dişin kökünün osseoz dokuyla yer değiştirmesini yavaşlatabilmek için kök yüzeyinin reimplantasyondan önce %2'lik sodyum florid solusyonunda 20 dakika bekletilmesi önerilmektedir.

Avülse dişlerin takip periyodunda sıklıkla karşılaşılan bulgulardan bir tanesi dişin ankiloze olmasıdır. Eğer diş 1 mm'den daha fazla infrapozisyonda ise dişe dekoronasyon işlemi uygulanması gereklidir (Andreasen ve ark. 2006;Caliskan 1998;Skaare ve Jacobsen 2003).

Destekleyici Alveolar Kemik Yaralanmaları

Alveolar Soketin Ezilmesi

Alveolar soketin ezilmesi, sıklıkla intrüziv ve lateral lüksasyon yaralanmalarıyla beraber görülmektedir.

Alveolar Soketin Kırığı

Fasiyal ya da lingual soket duvarını içeren kırıklardır. Daha çok üst kesici bölgesinde görülür ve birden fazla diş etkilenir. Sıklıkla lüksasyon ve avülsiyon yaralanmalarıyla ilişkilidir. Palpasyonla kırık bölge teşhis edilebilir. Fraktür hattındaki dişlere mobilite testi uygulandığında soket duvarının anormal hareketliliği görülür. Bu tip kırıklar genellikle dislokasyonla ilişkili olduğu için tedavide öncelikle ilgili dişler repoze edilir, bu esnada soket duvarı da yerine yerleştirilir. Açık parçalı kırıklarda periosta tutunamayan gevşek parçaların çıkarılması gerekebilir. Klinik

çalışmalar, tüm vestibüler kemik plakasının çıkarılmasına rağmen dişlerin stabilitesini sağlamak için hala yeterli yapısal desteğin olduğunu göstermiştir (Andreasen ve ark. 2006).

Alveolar Proses Kırığı

Alveolar soketi içeren ya da içermeyen alveol kemiği kırıklarıdır. Segmentte hareketlilik ve yer değiştirme vardır. Kırık alveolar segment nedeniyle oklüzyon bozulur ve etkilenen dişler değişen oklüzyonla birlikte tek parça halinde hareket eder. Genellikle anterior bölgede görülmektedir ancak bazen kanin ve premolar bölgede de karşılaşılır. Tedavide alveolar proses repoze edilip 4 hafta süre ile splintlenir (Malmgren ve ark. 2012).

Maksilla Ve Mandibula Kırığı

Maksillanın ve mandibulanın tabanı ile birlikte genellikle alveolar prosesi de içeren kırıklardır. Alveolar soketi içerebilir veya içermeyebilir. Çene kırıklarının lokalizasyonu büyük oranda dentisyonun durumu ile ilişkilidir. En çok alt 3. molar bölgede meydana gelmektedir, daha az sıklıkta da alt kanin, kesici ve premolar bölgelerinde görülür. Klinik olarak fragmanlarda yer değişikliği ve oklüzyonda bozukluk saptanır. Palpasyonda alveolar proses konturlarında basamak hissedilir. Çenelerin hareketi veya palpasyon ile provoke olan ağrı, kırık için pozitif işarettir. Tedavide kırık parçalar repoze edilir ve genellikle intermaksiller fiksasyon uygulanır. Kırık hattındaki daimi diş germlerine zarar vermemek önemlidir. Açık redüksiyon yapılacaksa vidalar gelişmekte olan dişlerden uzak bir yere yerleştirilmelidir (Yoldaş ve ark. 2016).

2.3.2. Süt Dişlerinde Tedavi Seçenekleri

Mine Kırığı

Tedavi: Keskin kenarlar varsa düzeltilebilir.

Takip*:* 3-4 hafta sonra klinik ve radyografik kontrol önerilir(Malmgren ve ark. 2012).

Mine-Dentin Kırığı

Tedavi: Mikrosızıntıyı önlemek amacıyla mümkünse açık dentin yüzeyi cam iyonomer siman ile örtülmelidir. Kırık büyükse kompozit rezin materyal ile restore edilebilir.

Takip: 3-4 hafta sonra klinik ve radyografik kontrol önerilir(Malmgren ve ark. 2012).

Mine-Dentin-Pulpa Kırığı

Tedavi: Mümkünse pulpanın canlılığı korunmalıdır. Bu amaçla pulpa kaplaması veya parsiyel pulpotomi uygulanabilir ancak çocuğun bu tedaviler için uyumu söz konusu değilse çekim de bir seçenektir.

Takip: Pulpa kaplaması veya parsiyel pulpotomi yapıldıysa 1. hafta, 6-8. hafta, 1. yıl ve daimi diş sürene kadar her yıl; diş çekimi yapıldıysa 1 yıl sonra ve daimi diş sürene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır(Malmgren ve ark. 2012).

Kuron-Kök Kırığı

Tedavi: Eğer kırık köke küçük miktarda uzanıyorsa ve hareketli koronal parça alındığında kalan apikal parça dişin restore edilmesine uygunsa sadece hareketli parça alınır ve kalan kısım üzerine restorasyon yapılır. Eğer bu koşullara uygun değil ise dişin tüm parçalarının çekimi uygundur.

Takip: Kırık parça alınıp diş restore edildiyse 1. hafta, 6-8. hafta, 1. yıl ve daimi diş sürene kadar her yıl; diş çekildiyse daimi diş sürene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Colak ve ark. 2009).

Kök Kırığı

Tedavi: Koronal parça yer değiştirmemişse ve mobilite yoksa tedaviye gerek yoktur. Koronal parça yer değiştirmişse ancak yer değiştirme miktarı fazla değilse parmak basıncı ile yeniden konumlandırılabilir. Koronal parçanın belirgin olarak yer

değiştirdiği durumlarda gerekli ise lokal anestezi uygulanarak koronal parça alınır, apikal parça rezorpsiyona bırakılır.

Takip: Koronal parçadaki minimal yer değişikliği parmak basıncı ile düzeltilmişse 2-3 hafta sonra klinik, 6-8 hafta sonra ve daimi diş gelene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır. Koronal parçadaki yer değiştirme şiddetli olduğu için çekilmiş, kök bırakılmış ise daimi diş gelene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Colak ve ark. 2009).

Alveol Kırığı

Tedavi: Yer değiştirmiş parçalar repoze edilir ve splintlenir. Çoğunlukla bu işlemin genel anestezi altında yapılması gerekmektedir. Splint süresi 4 haftadır. Genellikle alttaki daimi diş germleri de zarar görür.

Takip: 1. haftada klinik kontrolü, 4. haftada splintin uzaklaştırılması ile klinik ve radyografik kontrolleri, 6-8. haftalar, 1. yıl ve daimi dişler sürene kadar takip eden her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Avşar 2005).

Sarsılma-Konküzyon-SADME

Tedavi: Tedavi gerekmez. 1 hafta süre ile yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Her yemekten sonra mutlaka yumuşak ve nazikçe dişler fırçalanmalıdır. Etkilenen bölgeye 1 hafta boyunca günde 2 defa %0,1'lik klorheksidin gargara kulak pamuğu ile uygulanmalı, bölge temizlenmelidir. Veli oluşabilecek komplikasyonlar açısından bilgilendirilmeli, çocukta ağrı şikayeti olmasa dahi bir şişlik, renkleşme, mobilite veya fistül varlığında tedavi için kliniğe getirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Kuronda koyu renkleşme gözlense bile apikal periodontitis bulguları gelişmediğinde tedaviye gerek yoktur.

Takip: 1. ve 6-8. haftalarda klinik kontrollerinin yapılması önerilmektedir (Avşar 2005).

Gevşeme-Sublüksasyon

Tedavi: Tedavi gerekmez. 1 hafta süre ile yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Her yemekten sonra mutlaka yumuşak ve nazikçe

dişler fırçalanmalıdır. Etkilenen bölgeye 1 hafta boyunca günde 2 defa %0,1'lik klorheksidin gargara kulak pamuğu ile uygulanmalı, bölge temizlenmelidir. Veli oluşabilecek komplikasyonlar açısından bilgilendirilmeli, çocukta ağrı şikayeti olmasa dahi bir şişlik, renkleşme, mobilite veya fistül varlığında tedavi için kliniğe getirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Kuronda koyu renkleşme gözlense bile apikal periodontitis bulguları gelişmediğinde tedaviye gerek yoktur. Geçici kırmızı/gri renklenme olabilir. Sarı renklenme pulpa kanal obliterasyonunu gösterir ve prognozu iyidir.

Takip*:* 1. haftada klinik kontrol, 4. haftada splintin uzaklaştırılması ile klinik ve radyografik kontroller, 6-8. haftalar, 1. yıl ve daimi dişler sürene kadar takip eden her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Malmgren ve ark. 2012).

Ekstrüzyon

Tedavi: Tedavi kararı verilirken dişin gelişim durumu, soketten uzaklaşma miktarı ve çocuğun tedaviyi tolere edebilme kapasitesi önemlidir. Gelişimini tamamlamamış süt dişlerinde ekstrüzyon miktarı 3 mm'den az ise ve çocuk uyum gösterirse diş hafif kuvvetle repoze edilebilir veya kendiliğinden düzelmesi beklenebilir. Diş gelişimini tamamladığı, ekstrüzyonun daha şiddetli olduğu tüm durumlarda ise çekim uygundur. 1 hafta süre ile yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Her yemekten sonra mutlaka yumuşak ve nazikçe dişler fırçalanmalıdır. Etkilenen bölgeye 1 hafta boyunca günde 2 defa %0,1'lik klorheksidin gargara kulak pamuğu ile uygulanmalı, bölge temizlenmelidir. Veli oluşabilecek komplikasyonlar açısından bilgilendirilmeli, çocukta ağrı şikayeti olmasa dahi bir şişlik, renkleşme, mobilite veya fistül varlığında tedavi için kliniğe getirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Kuronda koyu renkleşme gözlense bile apikal periodontitis bulguları gelişmediğinde tedaviye gerek yoktur. Geçici kırmızı/gri renklenme olabilir. Sarı renklenme pulpa kanal obliterasyonunu gösterir ve prognozu iyidir.

Takip: 1. haftada klinik kontrollerinin yapılması, 6-8. haftalar, 6. ay, 1. yıl ve takip eden 5 yıl boyunca her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılması gerekmektedir (Malmgren ve ark. 2012).

Lateral Lüksasyon

Tedavi: Süt dişinin hareketi daimi diş germine çarpacak yönde olabilir, eğer süt dişinin kuronu protrüze şekilde ise daimi diş germine zarar verme riski daha fazladır. Diş retrüze olmuş, ön açık kapanış varsa, okluzal interferans çoğunlukla yoktur ve diş kendiliğinden düzelmeye bırakılabilir. Retrüzyon gerçekleşmiş ve okluzal interferans varsa diş repoze edilebilir, minor okluzal interferans olan vakalarda okluzal aşındırma yapılabilir. Fakat şiddetli protruzyon görülen vakalarda süt dişinin daimi diş germine çarpmış olmasından dolayı çekilmesi gerekmektedir. 10-14 gün boyunca yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Her yemekten sonra mutlaka yumuşak ve nazikçe dişler fırçalanmalıdır. Etkilenen bölgeye 1 hafta boyunca günde 2 defa %0,1'lik klorheksidin gargara kulak pamuğu ile uygulanmalı, bölge temizlenmelidir. Veli oluşabilecek komplikasyonlar açısından bilgilendirilmeli, çocukta ağrı şikayeti olmasa dahi bir şişlik, renklenme, mobilite veya fistül varlığında tedavi için kliniğe getirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır.

Takip: Diş kendiliğinden düzelmeye bırakılmışsa 1. hafta klinik, 3-4. haftalar, 6-8. haftalar, 6. ay ve 1. yılda klinik ve radyografik kontroller yapılmalıdır. Diş manuel olarak repoze edilmiş veya çekilmişse 2-3. haftalarda klinik, 6-8. haftalar ve 1. yılda klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Colak ve ark. 2009).

İntrüzyon

Tedavi: Apeks labial kemiğe doğru yer değiştirmişse kendiliğinden düzelmeye bırakılabilir. Fakat genellikle süt dişinin apeksi daimi diş germine zarar verecek yönde yer değiştirir. Bu durumda süt dişi çekilmelidir. Bunların ayrımı radyograf ile yapılabilir. Eğer radyografta daimi diş germi komşu germe göre daha apikalde görülüyorsa süt dişi kökünün daimi diş germini ittiği tahmin edilebilir. 10-14 gün boyunca yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Her yemekten sonra mutlaka yumuşak ve nazikçe dişler fırçalanmalıdır. Etkilenen bölgeye 1 hafta boyunca günde 2 defa %0,1'lik klorheksidin gargara kulak pamuğu ile uygulanmalı, bölge temizlenmelidir. Veli oluşabilecek komplikasyonlar açısından bilgilendirilmeli, çocukta ağrı şikayeti olmasa dahi bir şişlik, renkleşme, mobilite veya fistül varlığında tedavi için kliniğe getirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır.

Özellikle 3 yaş altı çocuklarda erken diş çekimine bağlı gelişebilecek daimi dişlerde malformasyon, gömülü kalma ve sürme bozuklukları hakkında veli bilgilendirilmelidir.

Takip: Diş spontan reerüpsiyona bırakılmışsa 4. haftada, 6-8. haftalarda, 6. ayda, 1. yılda ve daimi diş sürene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır. 4 hafta sonunda düzelme gözlenmiyorsa ankiloz gelişme ihtimali yüksektir ve dişin çekimi gerekebilir. Diş çekilmişse daimi diş sürene kadar her yıl kontrolleri yapılmalıdır (Malmgren ve ark. 2012).

Avülsiyon

Tedavi: Süt dişinin avülsiyonu esnasında daimi diş germi sıklıkla zarar görür. Zararı minimal düzeye indirebilmek amacıyla süt dişleri replante edilmez. Tamamen intruze olmuş dişler veya koronal kısmı uzaklaşmış kök kırıkları ile ayrımının yapabilmesi için radyograf almak gerekir. 1 hafta süre ile yumuşak beslenme önerilir. Oral hijyenin önemi vurgulanmalıdır. Özellikle 3 yaş altı çocuklarda erken diş çekimine bağlı gelişebilecek daimi dişlerde malformasyon, gömülü kalma ve sürme bozuklukları hakkında veli bilgilendirilmelidir.

Takip: 1. hafta klinik takibi, 6. ayda, 1. yılda ve daimi diş sürene kadar her yıl klinik ve radyografik kontrolleri yapılmalıdır (Avşar 2005).

2.4. Travmatik Dental Yaralanmalarda Fiksasyon Yöntemleri

Splint kelime anlamı olarak gevşemiş, kırılmış, yer değiştirmiş veya replante edilmiş dişleri sabitlemek, korumak ve desteklemek için kullanılan malzemelerdir.

Splintleme kırık kemik uçlarını, yerinden çıkmış veya şekil bozukluğu gösteren bir oluşumu hareket etmeyecek şekilde sabitlemektir. Travma sonrası periodontal yaralanma geçirmiş diş akut periodontal lezyonlardan dolayı meydana gelen artmış mobiliteyi engellemek için komşu dişlere sabitlenmelidir (Mazzoleni ve ark. 2010).

Diş ve çevre dokuları stabilize etmek için kullanılan splintler, pulpanın ve periodontal ligamentin iyileşmesini sağlama amacı taşır. Adeziv sistemler henüz

gelişmemişken ark barı ve telleri ile oldukça rijit splintler yapılmakta iken; daha sonra bu durum değişmiş ve yarı esnek veya esnek olan splintler günümüze kadar gelmiştir.

Splintleme ile birlikte dişlere etki eden kuvvetlerin yönü modifiye edilmektedir. Lateral kuvvetler, kemik bütünlüğünün restore edimesi ve periodontal ligament fibrillerinin yeniden düzenlenmesiyle daha çabuk iyileşme sağlayan ve diş destek dokuları için daha az zararlı olan vertikal kuvvetlere dönüştürülmektedir. Uygulanan splintin maksimum hareket limiti 30 μm ile 150 μm arasında olmalı ve kollajen/protokollajen üretimine izin vermelidir (Cengiz ve ark. 2006).

İdeal bir splint aşağıdaki özellikleri taşımalıdır(AAPD 2008):

• Ağız içine doğrudan uygulanabilmelidir.

• Diş hekimliğinde rutin kullanılan materyallerle kolaylıkla yapılabilmelidir.

• Periodontal iyileşmeyi olumsuz yönde etkilememeli ve çürük oluşumunu kolaylaştırmamalıdır.

• Oral dokuları tahriş etmemelidir.

• Dişler üzerinde ortodontik kuvvetlere neden olmamalıdır.

• Sökülmesi kolay olmalı ve dental dokular üzerinde minimum zarara sebep olmalıdır.

• Pulpa testine ve endodontik tedaviye olanak tanımalıdır.

• Hijyenik ve estetik olmalıdır.

Rijit splintleme ile fibroblast hücrelerinde yapım aşamasının yıkım aşamasına dönüşmesi sonucu iyileşme meydana gelmediği aksine fleksibl bir splintlemenin periodontal dokularda yeterli kan akışının devam etmesini sağlayarak veya revaskülarizasyonu destekleyerek iyileşmeye yardımcı olduğu gözlenmiştir. Travma nedeniyle peridontal ligament hücrelerinde kopma meydana geldiğinde; periodontal ligament hücrelerinin tamamen yok olmasına neden olan ciddi travmalarda ise (örneğin avülsiyon vakalarında) gereğinden fazla uzun süreli ve rijit splintleme ile kök yüzeyinde rezorbsiyon alanları ve ankilozla karşılaşılabilinirken, yarı rijit ve kısa süreli splintlemenin iyileşmeye yardımcı olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında rijit

splintlemenin revaskülarizasyonu yavaşlattığı belirlenmiştir (https://www.iadt-dentaltrauma.org/ 2012).

Tablo 2.2. Daimi dişler için splint tipleri ve süreleri (http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014)

Travma Tipi	Splint Süresi	Splint Tipi
Sublüksasyon	2 hafta	Esnek
Ekstrüzyon	2 hafta	Esnek
Lateral Lüksasyon	4 hafta	Esnek
İntrüzyon	4 hafta	Esnek
Kök Kırığı	4 hafta	Esnek
Kök Kırığı (Servikal)	4 hafta	Esnek
Avülsiyon	2 hafta	Esnek
Avülsiyon (Kuru) >60 dakika	4 hafta	Esnek
Alveol Kırığı	4 hafta	Belirtilmiyor.

Splintleme için kullanılan metotlar dental travmanın tipine ve uygulayıcısına göre çeşitlilik göstermektedir.

Mine asitleme tekniğinin 1955 yılında Buonocore tarafından geliştirilmesi splint materyalleri için yeni bir dönem açmıştır. Daha sonraki yıllarda horizontal ve vertikal hareketliliğe izin veren kompozit ve ortodontik tel uygulamaları yapılmış, ve bu yöntemlerde asitleme tekniğinden yararlanmıştır. Bu tekniklerde kompozit ve benzer materyaller mine yüzeyine yapıştırılarak splintleme yapılmaya çalışılmıştır. Splintleme metotları splint çeşitlerine göre farklılık göstermektedir (Mazzoleni ve ark. 2010).

2.4.1.Splint Tipleri

Yıllar içerisinde sıklıkla uygulanan, kabul görmüş splint tipleri ve özellikleri şunlardır;

Kompozit-Ortodontik Tel Splint

Sıklıkla tercih edilen kullanımı kolay bir splint çeşididir. Telin diş arkına uygun olarak uygulamadan önce uyumlandırılması gerekir. Bu splintin hasta

tarafından kabulü kolaydır. Splintin fleksibilitesi kullanılan telin kalınlığına ve uzunluğuna bağlı olarak değişir. Uzunluk arttıkça esneklik artar. Telin kalınlığı 0,4 mm'den ince ise fleksible, 0,4 mm'den kalın ise rijit olarak kabul edilir (Berthold ve ark. 2009).

Asitleme süresi 30 saniye olmak üzere, splint yapımına sağlıklı dişlerden başlanır. Lükse veya avülse olmuş dişler splinte en son dahil edilirler. Ark teli mineye olabildiğince yakın olmalıdır ancak temas etme zorunluluğu yoktur. Splintin uzunluğu, etkilenmiş dişten iki ya da üç diş uzaklığı kapsamalıdır. Bu haliyle esnek kabul edilen splint, rijit hale dönüştürülmek istendiğinde, arayüzlere kompozit ilavesi yapılabilir (Kahler ve ark. 2016).



Şekil 2.13. Ortodontik tel-kompozit splint(http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_34490/GMJ-53-143-En.pdf)

Kompozit-Misina Splint

Olta balıkçılığında kullanılan naylon misina da esnek splint yapımında, kompozit rezin ile birlikte ark teli yerine uygulanabilir.

Dişin fizyolojik hareketine izin veren bir splinttir. Anterior bölgede estetik özellikleri kompozit-tel splintten daha iyidir. Ekstra uyumlandırma gerektirmez. Ucuz bir materyaldir. Kompozit rezin yerine rezin modifiye cam iyonomer kullanıldığında uygulanması ve uzaklaştırması daha kolay hale gelir. Daha farklı modifikasyonları da söz konusudur. Örneğin renkli kompozit ve çim biçme makinasının naylonu ile yapılan splintte; splint uzaklaştırılırken renkli malzemelerin görsel olarak daha kolay algılanması ve diş minesine verilen zararın azaltılması amaçlanmıştır (Kahler ve ark. 2016).



Şekil 2.14. Kompozit-Misina Splint(https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/259329)

Ortodontik Tel-Braket Splinti

Bu uygulamanın esnek olabilmesi için braketlerin içinden 0.014'lük Nikel-Titanyum düz ortodontik tel geçirilmelidir. Dudakları irrite etmesi, hijyeninin zor olması ve hastayı rahatsız etmesi dezavantajlarındandır. Özellikle intrüzyon gibi vertikal yönde yer değiştirme vakalarında splint sonrası hizalamayı kolaylaştırmak adına faydalı olabilir (Kahler ve ark. 2016).



Şekil 2.15. Ortodontik tel-braket splint(Kahler ve ark. 2016)

Kompozit Rezin Splint

Kompozit rezin kullanılarak yapılan splint direkt olarak adeziv teknikle diş yüzeyine yerleştirilir. Estetik ve uygulaması kolay fakat materyalin kırılgan olması sebebiyle interdental alanlarda kırılabilmektedir. Ayrıca renk uyumuna ve asitlenmiş

mineye kuvvetli bağlanmasına bağlı olarak diş dokusuna zarar vermeden uzaklaştırmak zordur. Bunun yanı sıra deneysel çalışmalarda tel kompozit splint ile karşılaştırıldığında diş mobilitesini oldukça azalttığı ve fizyolojik harekete izin vermediği görülmüştür. Gingival irritasyonu tel-kompozit splint, ortodontik tel-braket splint ve titanyum travma splintinden daha fazla bulunmuştur. Eğer bu splint kullanılacaksa lükse olmuş dişin yanındaki tek dişe splintlenmesi önerilmektedir (Flippi ve ark. 2002).



Şekil 2.16. Kompozit rezin splint(Kahler ve ark. 2016).

Fiber Splint

Bu grup splintler adeziv teknikle kullanılır. Splintleme için naylon fiberler, Kevlar bantları veya güçlendirilmiş polietilen fiberler kullanılmaktadır. Biyouyumludurlar, uygulaması kolay ve hızlıdır, estetiktirler ve temizlenmesi kolaydır. Fizyolojik diş mobilitesine izin verir. Dişin vestibül veya palatinal yüzeyine uygulanabilir. Kompozitle birleşimlerinin iyi olmasından dolayı klinik ömrü uzundur, uygulama sırasında kırılırsa tamiri kolaydır. Dezavantajı pahalı olmasıdır.

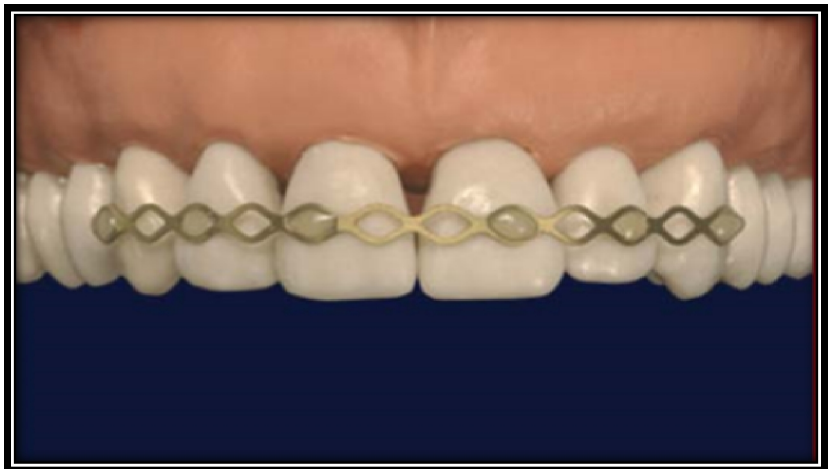
Dört yüz adet kök kırığı vakası üzerinde yapılan çalışmada en iyi iyileşmeyi, yarı-esnek karakter sergileyen fiber splintin sağladığı sonucuna varılmıştır (Flippi ve ark. 2002; Kahler ve ark. 2016).



Şekil 2.17. Fiber-ribbond splint(https://optident.co.uk/product/ribbond).

Titanyum Travma Splinti

Titanyum şerit dental arka göre uyumlandıktan sonra diş yüzeyine rezin materyal ile uygulanır. Bu splint türü için, 0.2 mm kalınlığında ve 2.8 mm genişliğinde romboid boşlukları bulunan titanyum tel kullanılır. Boşluklar kompozit rezin için retansiyon alanları oluşturur Hasta kabulü kolaydır. Fleksibilitesi en fazla olan splint tipidir. Uygulaması ve uzaklaştırılması oldukça kolaydır. Maliyeti diğer splint tiplerine göre daha yüksektir. Uygulaması ve çıkarılması diğer splintlere göre daha kolay olduğu için yaşı küçük hastalarda daha rahat kullanılabilmektidir (Berthold ve ark. 2009).



Şekil 2.18. Titanyum travma splinti(http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_34490/GMJ-53-143-En.pdf).

Ark Bar Splint

Ark barı splintleri esas olarak maksilla ve mandibula kırıklarında intermaksiller fiksasyon için kullanılmaktadır. Metal bir bar, dental arka

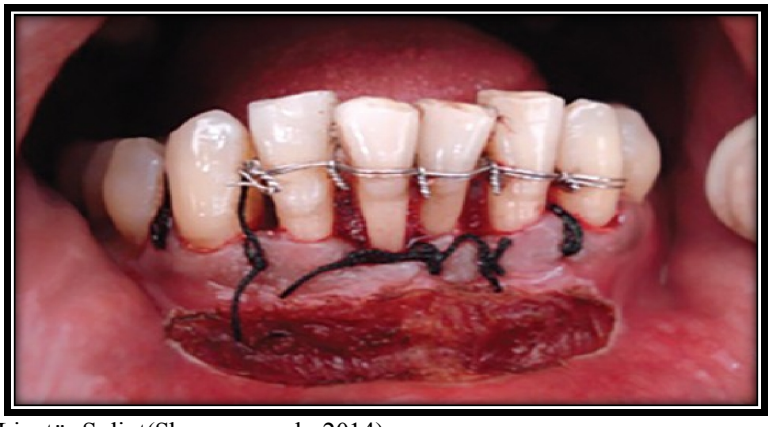
uyumlandıktan sonra ligatür telleri ile bağlanmaktadır. Dental travma sonrası iyileşme mekanizmaları bilinmiyorken lükse veya avülse olmuş dişlerin rijit fiksasyonunun gerekliliği öngörüldüğünden bu splintlerin kullanıldığı görüşü savunulmaktaydı ancak rijit yapıda olması ve diş etine, mine-sement birleşimine ciddi zararlar vermesi sebebiyle günümüzde sadece maksilla ve mandibula kırıklarında tercih edilmektedir (Andreasen ve ark. 2004).



Şekil 2.19. Ark bar splint(https://www2.aofoundation.org/ 2008).

Tel Ligatür Splint

Ark barın bulunmadığı durumlarda telden hazırlanan bar ve teller ile uygulanan rijit splint tipidir. Ark bar splintte bulunan dezavantajlar bu splintte de söz konusudur (Andreasen ve ark. 2004; Sharma ve ark. 2014).



Şekil 2.20. Tel Ligatür Splint(Sharma ve ark. 2014).

Akrilik Splint

Genellikle süt dişi lüksasyonlarında ve karma dentisyonda etkilenen dişin distalinin dişsiz sonlandığı durumlarda, maksilla ya da mandibulada alveolaer kırığın

da eşlik ettiği durumlarda tercih edilebilir. Alçı model elde edebilmek için hastadan ölçü alınması gerekmektedir. Ölçü alma işlemi yanak, dudak ve mukozada yaralanmalar, trismus ve ağrı varlığında hastada sıkıntıya sebep olabilir. Ayrıca aşırı derecede lüksasyon gösteren dişlerde ölçü alınırken dişin soketten çıkma ihtimali vardır. Bu sebeplerden dolayı hassasiyet gerektiren bir yöntemdir (Andreasen ve ark. 2004).

Sütur Splint

En basit splint çeşidi olan sütur splintte; sütur palatal veya lingual dişetinden bukkal dişetine insizal kenardan geçerek yerleştirilir. Yandaki dişin eksik olması nedeniyle retansiyon probleminin olduğu karışık dişlenme döneminde geçici splintleme için uygun bir splint tipidir. Bu yöntem yerine yerleştirilmiş kesici dişlerin yerinden çıkmasını önlemek için kullanılabilir fakat bu yöntem kısa süreli etkili olabilmektedir (Sharma ve ark. 2014).

2.5. Biyomekanik Ve Stres Analizi Yöntemleri

Biyomekanik; canlı dokularda meydana gelen kuvvetleri ve bu kuvvetlere bağlı olarak dokularda oluşan değişimleri inceleyen bilim dalıdır (Olsen 2013).

Diş hekimliği ile birlikte canlı ile ilgilenen tüm sağlık alanlarında, yapılması planlanan birçok çalışmanın, gerek etik nedenler gerek yüksek maliyetler ve gerekse teknik imkânsızlıklar nedeniyle klinik şartlarda yapılabilmesi zorlaşmakta bazen imkânsız olmaktadır. Aynı zamanda çalışmalar sırasında insan ya da hayvan faktörüne bağlı oluşan olumsuz durumlar ve aksaklıklar sonucu bu araştırmalar yarım kalabilmekte ve çalışmanın tekrarlanabilirliği sağlanamamaktadır (Sonugelen ve Artunç 2002).

2.5.1.Temel Mekanik Kavramlar

Kuvvet: Cisimlerin hareket yönlerini, hızını, durumlarını veya şekillerini değiştiren etki olarak adlandırılır. Vektörel bir nicelik olup yönü, süresi, büyüklüğü, tipi vardır. Diğer cisimler tarafından yapılan etkiye dış kuvvet, cismin çeşitli parçaları arasındaki etki ve tepki kuvvetlerine ise iç kuvvet denir. Mekanik bir cismin

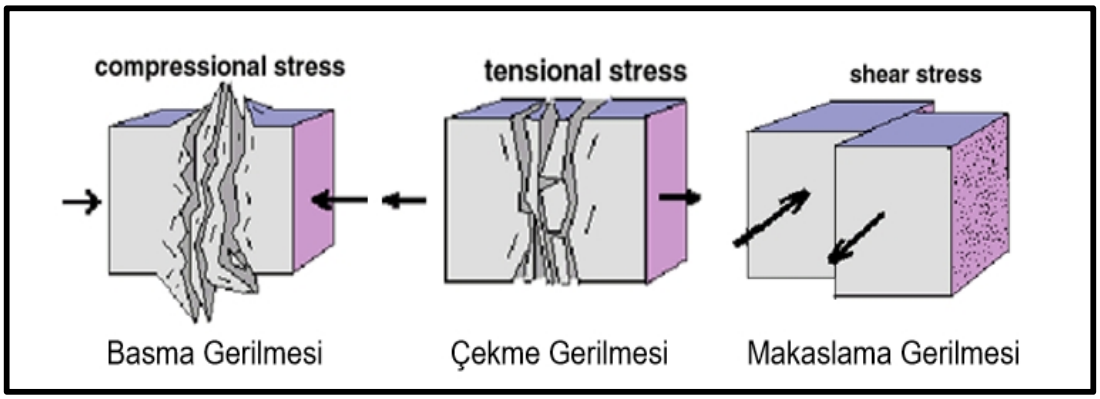
tümü üzerine etki eden kuvvetler İncelenirken cisim parçalara ayrılır ve her parça sanki diğerinden bağımsızmış gibi ayrı bir cisim gibi düşünülür.

Kuvvet (F) = Kütle (m) x İvme (a) formülü ile hesaplanır.

Kuvvetin birimi. genellikle Newton (N) cinsinden ifade edilmekte birlikte; kilogram-kuvvet (kgf), gramkuvvet (gf), ons (oz) veya dyne (dyn) cinsinden de ifade edilebilir. Bu birimler arası dönüşümler 1 kgf = 1000gf = 32,18 oz = 9,81 N = 981000 dyn şeklindedir (Sonugelen ve Artunç 2002).

Gerilme (Stres): Bir cisme dışarıdan uygulanan bir kuvvette karşı, cismin birim alanında oluşturduğu tepkiye gerilme ya da stres adı verilir. Bir yapının içindeki gerilme, birim yüzeydeki kuvvet olarak açıklanabilir. Başka bir deyişle, Gerilme = Kuvvet / Alan'dır. Birimi Paskaldır (P= N/m2veya kg/cm2). Diş hekimliğinde boyutların küçük olması nedeniyle genellikle Megapaskal (MPa) kullanılmaktadır. Cisimler üzerinde karmaşık stres oluşmasının nedeni her yönden ve açıdan üzerlerine kuvvet uygulanmasıdır. Bir cismi etkileyen kuvvetlerin oluşturduğu sitresler 3 grupta toplanabilir. Bunlar çekme (tensile), basma(compressive) ve kayma(shear) stresleridir (İnan 1996).

- **Çekme Gerilmesi (Tension stress):** Aynı doğrultuda ancak ters yöndeki iki kuvvetin, cismi uzamaya zorlayarak bütünlüğünü bozmaya yönelik oluşturduğu gerilme tipidir. Pozitif değer olarak ifade edilir. Uygulanan kuvvet miktarı sabit kalsa da, kuvvetin uygulandığı alanın büyüklüğün bağlı olarak gerilim değeri değişim gösterebilir. Dolayısıyla, malzemenin kesit alanındaki çok ufak değişimler bile malzeme boyunca gerilimin farklılık göstermesine yol açabilir.
- **Sıkışma-Basma Gerilmesi (Compressive Stres):** Bir yapıyı sıkıştırmaya çalışan yüke karşı oluşan strestir. .Basma stresi daima basma gerinmesi ile birliktedir. Negatif değer olarak ifade edilir.
- **Kesme Gerilmesi (shear stress):** Kesme gerilimi ise malzemenin iki zıt yüzeyinin birbirine paralel ve ters yönde kaymalarını sağlayacak şekilde kuvvet uygulanmasıyla ortaya çıkar. Makaslama stresi uygulandığında, maddenin bir parçası diğer parçasının üzerinden kaymaya karşı direnç gösterir.



Şekil 2.21. Stres türlerinin şematik görüntüsü (Bakioğlu 2001)

Dayanıklılık (Strength): Bir cismin yapısının bozulması veya kırılması için gereken maksimum strestir. Cisme etki eden stres türüne göre; çekme, sıkışma ya da makaslama dayanıklılığı olarak adlandırılır (Bakioğlu 2001).

Yorulma: Bir cisme kopma kuvvetinden daha az değerdeki bir stres defalarca uygulandığında, cismin yapısında deformasyonlar meydana gelmektedir. Bu durum yorulma olarak tanımlanır. Çekme, sıkıştırma ve makaslama stresleri bir cisme etki ettiğinde yapısal olarak yorulmaya neden olur. Başlangıçta materyalin iç yapısında küçük ayrışmalar meydana gelir. Uygulanan stres devam ettiğinde cisimdeki küçük çatlaklar büyür ve deformasyon oluşur (Craig ve Powers 2002).

Asal Gerilme (Principal stress): Kuvvetlerin etkilediği cisimlerde saf bir gerilme durumu oluşması güçtür. Genellikle yük uygulanan cisimlerde üç tip gerilmenin bir arada bulunduğu bileşik gerilme durumları meydana gelmektedir. Bir cisimdeki gerilme üç boyutlu olarak incelendiğinde etkiledikleri yüzeye dik olan gerilmeler normal gerilmeler, etkiledikleri yüzeye teğet olan gerilmeler kayma gerilmeleri olarak nitelendirilir. Bütün düzlemlerde kayma gerilmelerinin sıfır olduğu ve tüm gerilmelerin sadece normal gerilmelerden oluştuğu gerilmeler asal gerilmeler adını alır. Basma ve çekme gerilmelerinin dağılımı asal gerilme dağılımına göre incelenir. Maksimum asal gerilmeler (Pmax, $\sigma 1$) pozitif değerdir ve en yüksek çekme gerilmelerini ifade eder. Minimum asal gerilmeler (Pmin, $\sigma 2$) negatif değerdir ve en yüksek basma gerilmelerini ifade eder. Pmax $\geq$ en yüksek gerilme dayanıklılığı (ultimate tensile stress) veya Pmin $\geq$ en yüksek sıkışma dayanıklılığı (ultimate compressive stress) olduğunda başarısızlık meydana geldiği için kırılgan materyallerde asal gerilme değerleri önemlidir. Analizde, bir düğüm noktasında hangi gerilme şekli daha büyük mutlak değere sahip ise o gerilmenin etkisi

belirgindir. Örneğin bir düğüm noktasında çekme gerilmesi değeri 90 Mpa, basma gerilmesi değeri - 50 Mpa ise, o düğüm noktasında çekme gerilmesi daha etkindir ve değerlendirilmesi gereken ana gerilme değeridir (Craig ve Powers 2002).

Von Mises Gerilmesi: Von mises gerilmesi enerji prensiplerinden elde edilmiş bir terim olup; kuvvet uygulanan cisimde gerilme dağılımının gösterilmesi amacıyla kullanılır. Üç boyutlu bir ifadeyi tek bir pozitif sayı haline dönüştürerek skala üzerinde ifade eder. Kemik üzerindeki gerilemelerin değerlendirilmesinde genellikle asal gerilmeler kullanılır. Çekilebilir (ductile) materyallerde ise Von Mises gerilmeler önemlidir ve deformasyonun başlangıcı olarak tanımlanır. Von Mises gerilmesi, belirli bir kuvvet uygulanan cisimde oluşan gerilme dağılımının gösterilmesi için. kullanılan, şekil değiştirme enerjisi prensiplerinden elde edilmiş bir kriterdir. Asal ve kayma gerilmelerinden hareketle gerilmenin şiddetinin genel bir şekilde ifade edilmesidir. İki veya üç boyutta oluşan asal gerilmeleri kombine ederek, tek yönde yüklenen materyalin çekme dayanıklılığını verir. Von Mises gerilmeleri ayrıca kırılma dayanıklılığının ölçülmesinde de kullanılır. Gerilme genel olarak üç boyutlu olarak ifade edilir. Von Mises gerilmeleri, germe kriterini değerlendirebilmek. amacıyla, üç boyutlu ifadeyi bir skala üzerinde okunabilen tek bir pozitif sayı haline dönüştürür (Bakioğlu 2001).

Gerinim(strain): Strese maruz kalan bir yapının her birim uzunluğunda meydana gelen uzunluk değişimi olarak tanımlanabilir. Gerinimin bir ölçü birimi yoktur. Ancak gerinim, deformasyonun orijinal uzunluğa oranı olarak tanımlanabilir. Eğer gerinim, birim alan başına bileşke kuvveti aşarsa, enerji veya çekim kuvveti atomların tamamen ayrıldığı bir noktaya gelebilir. Bu durumda kopma ve kırılma meydana gelir.

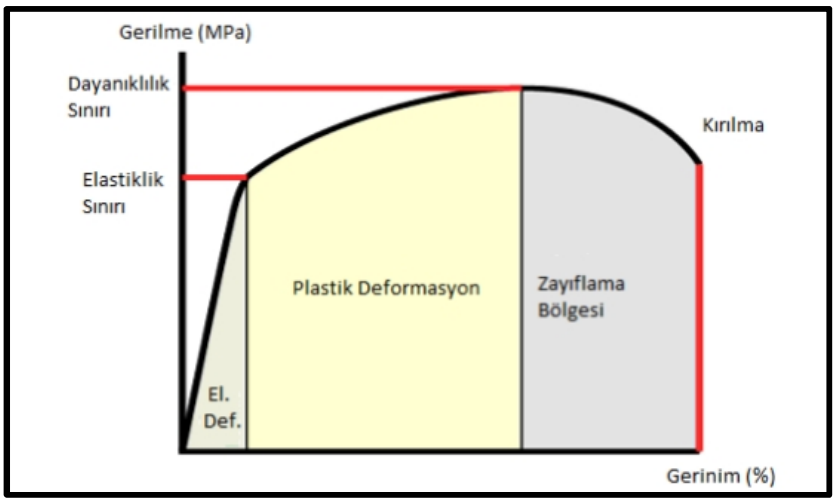
Strain (ε) = Uzunluktaki değişiklik (ΔL) / Başlangıç uzunluğu (L)

Cisme uygulanan kuvvetler, cismin şekil değişimine uğramasına neden olur. Şekil değişiminin ölçümü için uzunluk değişimi ve açı değişimi tanımları kullanılmaktadır. Gerinim değeri genellikle % ile ifade edilir.

Denklemi "Gerinim = boyuttaki değişim / orjinal boyut" olarak ifade edilir.

Gerilim, yönü ve büyüklüğü olan vektörel bir kuvvet iken, gerinme kuvvet değil, skaler bir büyüklüktür (Bakioğlu 2001).

Hooke kanunu / Gerilme-Gerinim Eğrisi (Stress-Strain Curve): Bir maddenin şekil değişiminin, bu şekil değişikliğine sebep olan kuvvet miktarı ile doğru orantılı olduğunu kabul eden kanundur. (F=-kx) Cisme uygulanan kuvvet ile cisimde oluşan değişim miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çizildiğinde bunun bir doğru orantı grafiği olduğu görülür. Bu grafikteki eğim kuvvet sabitini (k) verir ve cismin sertliğini gösterir. Yüksek olması rijiditeyi düşük olması elastisiteyi tanımlar.



Şekil 2.22. Gerilme-Gerinim Eğrisi

Elastik Ve Plastik Şekil Değişikliği: Malzemelerin yük altındaki şekil değişimlerini, elastik ve plastik şekil değişikliği olarak ele alınır. Elastik şekil değişimi, yük kaldırıldığında malzemenin eski şekline geri döndüğünü, plastik şekil değişimi ise değişimin kalıcı olduğunu ifade eder (Bakioğlu 2001).

Elastiklik Sınırı*:* Belirli bir kuvvet karşısında cismin plastik şekil değişimi görülmeksizin dayanabildiği maksimum gerilmeyi ifade eder. Cismin elastik özellik gösterebildiği maksimum yük ve esneme limiti olarak da ifade edilebilmektedir (Bakioğlu 2001).

Elastiklik Modulü (Young Modülü): cisimlerin moleküller arası çekim kuvvetinin, üzerine yük uygulandığı zaman, birim uzamaya gösterdiği iç dirençtir. Esneklik katsayısı yüksek cisimler rijittir ve yüksek iç dirençleriyle deformasyona karşı dayanıklıdır. Elastisite modülü arttıkça cismin katılığı da artar. Yüksek bir

elastisite modülüne sahip bir cisim, aynı kuvvetlerle, düşük elastisite modülüne sahip cisimden daha az deformasyona uğrar. Elastiklik modülü farklı materyaller için farklı değerler taşımakta olup cismin sertliği arttıkça gösterdiği iç direnci dolayısıyla da elastiklik modülü artacaktır. Birim alana uygulanan kuvvet olan elastiklik modülünün birimi, kg/mm2'dir. E = Stres/Strain = σ/ε (Craig ve Powers 2002)

Poisson Oranı: Elastik sınır içerisinde kalınarak, cisme uygulanan çekme veya sıkıştırma kuvvetinin sonucunda cismin enindeki birim boyut değişiminin, boyundaki birim boyut değişimine oranıdır. Poisson oranı "v" harfi ile sembolize edilir.

Poisson Oranı (ν) = Endeki Birim Boyut Değişimi / Boydaki Birim Boyut Değişimi (Craig ve Powers 2002)

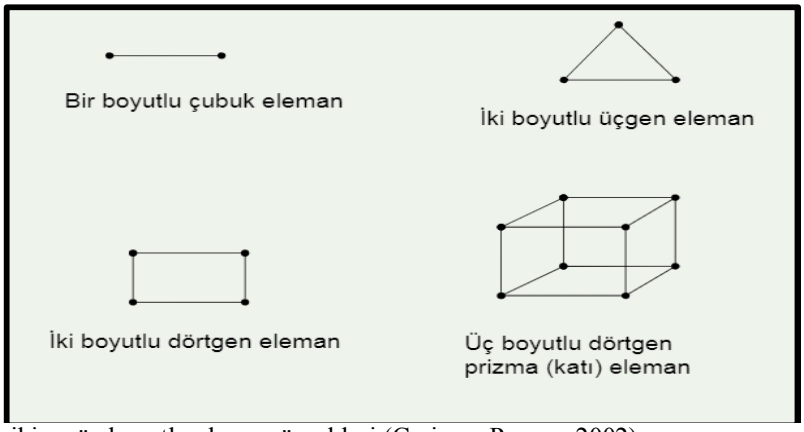
İzotrofik materyal: Bu maddelere farklı yönlerden kuvvet uygulandığında aynı mekanik özellik gösterirler. Tüm yönlerdeki elastik özellikleri aynıdır (örneğin, kağıt). Bulundukları koordinat sisteminden bağımsızdırlar.

Ortotrofik materyal: Farklı yönlerden kuvvet uygulandığında farklı mekanik özellikler gösterirler. Bu cisimlerin elastik modülü, kuvvetin uygulandığı yöne göre değişiklik gösterir (örneğin kemik ya da tendon) (Bakioğlu 2001).

Düğüm: Sonlu elemanlar yönteminde modeller, sonlu sayıda "eleman" olarak adlandırılan basit geometrik şekillere bölünür. Bu elemanlar belli noktalardan birbirleriyle bağlanır ve bu noktalara düğüm (node) denir. Katı modellerde, her bir elemandaki yer değiştirmeler, doğrudan düğüm noktalarındaki yer değiştirmeler ile ilişkili iken, düğüm noktalarındaki yer değiştirmeler ise elemanların gerilmeleriyle ilişkilidir. Sonlu elemanlar yöntemi, bu düğümlerdeki yer değiştirmeleri çözmeye ve hesaplamaya çalışır. Bu düğüm noktaları belirli noktalardan hareket etmeyecek şekilde sabitlenmesi gereklidir (Bakioğlu 2001).

Eleman (Element): Sonlu elemanlar yönteminde sistemi tanımlayan bölge, eleman (element) olarak adlandırılan basit geometrik şekillere bölünür. Bu elemanlar, "düğüm" olarak adlandırılan özel noktalardaki bilinmeyen değerler cinsinden ifade edilmektedir. Sınır koşullarını da içerecek şekilde, lineer veya lineer olmayan cebirsel denklem seti elemanların birleştirilmesi sonucu oluşur ve sistemin

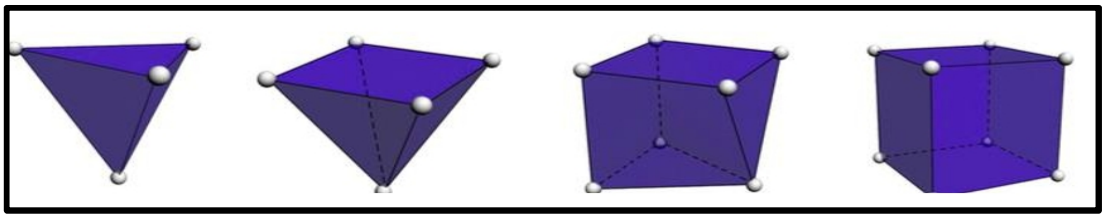
gerçeğe yakın sonuç vermesi bu denklemin çözülmesi ile oluşur. Model ne kadar çok sayıda elemana bölünürse o kadar çok gerçeğe yakın sonuçlar elde edilir (Albers 2002).



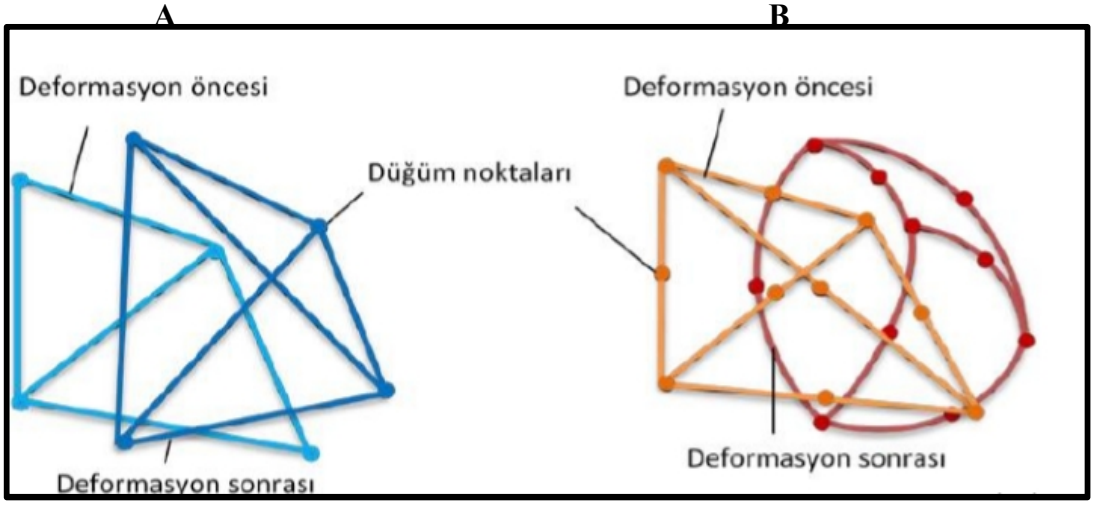
Şekil 2.23. Bir, iki ve üç boyutlu eleman örnekleri (Craig ve Powers 2002).

Elemanlar boyutlarına (tek boyutlu, iki boyutlu, üç boyutlu, dönel elemanlar), geometrilerine (üçgen, dörtgen, paralel kenar), problemin özelliklerine (kiriş, kabuk, düzlem gerilme elemanları), düğüm sayısına ve düğüm sayısındaki bilinmeyenlere göre sınıflandırılmaktadır. Kiriş gibi uzunluğu diğer boyutlarına göre daha fazla olan ve tüm defleksiyon ve bükülme momentleri önceden tahmin edilebilen yapıların modellenmesinde kiriş elemanların kullanımı uygundur. Levha metal bölümler gibi diğer boyutlara oranla ince olan, bükülme ve düzlem içi kuvvetlerin önemli olduğu üç boyutlu yapılarda kabuk elemanların kullanımı uygundur. Ancak bu elemanlar, lokal bükülme etkileri nedeniyle levhanın kalınlığı boyunca değişen gerilmelerin tahmininde kullanılamamaktadır. Düzlem dışındaki gerilmelerin ihmal edilebilir olduğu iki boyutlu ince elemanlar için düzlem gerilme elemanlarının kullanımı uygundur. Bu elemanlar, düzlem dışı deformasyonların kısıtlandığı (göreceli olarak kalın plakalar gibi) durumda oluşan özel üç boyutlu gerilme durumunu simüle eder. Üç boyutlu yapıların ağ modelinin oluşturulmasında mümkün olduğu kadar küp şeklindeki elemanlar (hegzagonal) kullanılmalıdır. Dörtgen veya kübik elemanlarla bir yapının ağ modelini oluşturmak kompleks geometrideki durum nedeniyle mümkün olmayabilmekte veya çok zahmetli olmaktadır. Karmaşık geometrilerin ağ modelinin oluşturulmasında çoğunlukla otomatik ağ oluşturma seçeneği kullanılır. Otomatik ağ oluşturma seçeneğinde ise çoğunlukla tetrahedral elemanlar kullanılmaktadır. Bunun nedeni; günümüzdeki otomatik ağ yapıcılarının kompleks geometrilerde tetrahedral elemanlar dışında güvenilir bir şekilde ağ

oluşturamamalarıdır. Teterahedral katı elemanlar 4 düğümlü ila 10 düğümlü olabilirler. Analizi yapılacak modelin yapısıyla birlikte kullanıcıya bağlı olarak kullanılacak düğüm sayısı belirlenir. 4 düğümlü tetrahedral elemanlar, düz yüzeylidir. Bu elemanların yüzeylerine kuvvet uygulanması sonrasında yüzey şekilleri eğrilmeye uğramaz. Bu elemanlar, yüzeyleri üzerinde ve kenarları boyunca lineer yer değiştirme alanını modeller. Düz yüzeyli olan bu elemanlar eğrisel geometrili yapılar için tercih edilmez. Düğüm sayısı arttıkça elemanların kenarlarının ve yüzeylerinin deformasyon öncesi ve sonrası bükülebilme özelliği de artmaktadır. Bu nedenle bu elemanlar eğrisel yüzeyleri hassas bir şekilde tarayabilirler. 8-10 düğümlü. Tetrahedral elemanlar hacimlerinde, yüzeylerinde ve kenarları boyunca olan parabolik yer değiştirme dağılımlarını modellerler. Sonuç olarak; gerilmelerin lineer dağılımını modellerler 4 düğümlü elemanlara kıyasla analizlerde daha çok tercih edilirler. Gerçek yer değiştirme ve gerilmelerin modellenmesi için sayısal karmaşıklık ve yapılabilirlik arasında bir rol oynarlar (Albers 2002; Bakioğlu 2001).



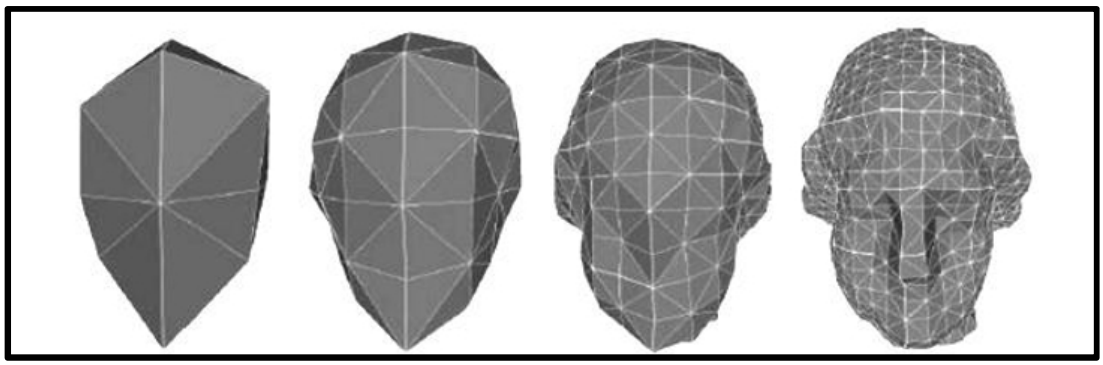
Şekil 2.24. Farklı geometrilerdeki üç boyutlu elemanların görünümü (Craig ve Powers 2002).



Şekil 2.25. Deformasyon öncesi ve sonrasında 4 düğümlü tetrahedral (A) ve 10 düğümlü tetrahedral (B) elemanların gösterimi (Craig ve Powers 2002).

Kuvveti ileten ama deformasyona uğramayan ve gerilme yüklenmeyen elemanlara rijit elemanlar denilmektedir. Bu elemanlar bağlandıkları düğümlerin arasındaki mesafeyi sabit tutmaya yararlar.

Sonlu elemanlar analizinde oluşturulan modelin eleman sayısının veya elemanların polinom derecesinin artırılması analizin gerçeğe daha yakın sonuç vermesini sağlamaktadır. Eleman sayısının artırıldığında programdan istenen analiz için gereken süre de uzamaktadır. Birim eleman boyunun küçülmesi ve buna bağlı olarak eleman sayısının artırılması geometrinin ve yapılacak analizin hassasiyetini de artıracaktır (Liu ve Quek 2003).



Şekil 2.26. Eleman sayısının arttırılması ile geometride oluşan değişiklikler (Craig ve Powers 2002).

Sınır şartları (Boundary conditions): Sınır şartları; gerilmelerin ve yer değiştirmelerin (deplasman) sınır ifadelerini kapsar. Cismin durumuna göre belirlenir ve cismin nereden sabitlendiğini ve kuvvetin neresinden uygulandığını gösterir. Sınır şartları analizi yapılan cismin kuvvet uygulanacağı bölgeye göre belirlenir (Asvanund ve Morgano 2011).

2.5.2.Stres Analizi Yöntemleri

Canlı dokular üzerinde stres analizleri yapmak oldukça zor ya da imkansız, maliyetli ve riskli olduğundan bu analizler yaşayan dokuların modelleri üzerinde yapılmaktadır. Çiğneme kuvvetlerinin dental materyal veya dokularda yoğunlaştığı bölgelerin görülmesi, bu materyallerin kuvvetler karşısında daha dayanıklı ve güçlü olabilmesi için nasıl bir yapıda olması gerekliliğinin önceden tespiti için diş hekimliğinde şu stres analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Fernandes ve ark. 2003):

1. Fotoelastik stres analiz yöntemi:
2. Strain gauge (gerilim ölçer) analiz yöntemi

3. Brittle lacquer tekniği (Kırılgan vernik tekniği) ile kuvvet analizİ
4. Holografik interferometre (lazer ışığı) ile analiz yöntemi
5. Termografik kuvvet analiz yöntemi
6. Radyotelemetri ile kuvvet analizi
7. Sonlu elemanlar stres analiz yöntemi (SESA)

Fotoelastik stres analiz yöntemi: Fotoelastik yöntem, saydam cisimlerin içinden geçen polarize ışığın çift kırılması esasına dayanan optik bir olaydır. İncelenecek olan cismin fotoelastik bir materyalden yapılmış olan modelinde, stres bölgeleri polariskop cihazı ile tespit edilmektedir. Uygulanan kuvvetin şiddeti kuvvet çizgileri ve rengi ile belirlenmektedir. Geniş yüzeyli çizgiler kuvvetin geniş bir sahaya yayıldığını ifade ederken; sık ve ince çizgiler o bölgedeki gerilimin daha fazla olduğunu göstermektedir. İki ve üç boyutlu model tekniği, üzerinde çalışılan model yüzeyine çift kırıcı plastik yapıştırma tekniği gibi üç esas tekniği vardır (Fernandes ve ark. 2003).

Fotoelastik analiz yönteminin avantajları, üç boyutlu yapı boyunca gerilmeleri ölçebilmesi ve gerilme gradyanlarını belirleyebilmesidir. Bununla birlikte, çift kırılmalı bir malzeme gerektirir ve karmaşık geometrilerde kullanımı daha zordur (Soares ve ark. 2008).

Diş hekimliğinde ilk kez 1935 yılında ortodontik kuvvetlerin alveol kemiği üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılmıştır (Bakioğlu 2001).

Strain gauge (Gerilim ölçer) analiz yöntemi: İlk kez 1856 yılında Lord Kelvin tarafından ortaya çıkarılan bu yöntemde kullanılan gerilim ölçer cihazı İn vivo veya in vitro şartlarda statik ve dinamik yüklemeler altında yapıların gövdesinde oluşan doğrusal şekil değişikliklerini saptamakta kullanılır. Bu yöntemde incelenecek bölgelere gerinime duyarlı uçlar yerleştirilir. Daha sonra cisme kuvvet uygulanır. Elde edilen şekil değişikliği ve gerilim değerleri kaydedilir. Bu sinyaller veri toplama panosuna gönderilir ve dijital sinyallere dönüştürülür(Soares ve ark. 2008). Çekme kuvveti dirençte artışa, sıkıştırma kuvveti ise azalmaya neden olur. Mekanik, mekano-optik, optik, akustik, elektrik ve elektronik özelliklere sahip farklı gerinim ölçerler bulunmaktadır, bunların ise değişik uygulamaları vardır (Bakioğlu 2001).

Brittle lacquer tekniği (Kırılgan vernik tekniği) ile kuvvet analizi: Bu yöntemle analizi yapılacak olan modelin üzeri 0,01-0,02 cm özel bir vernikle

homojen şekilde kaplanıp, sertleşmesi için fırınlanır. Yükleme işlemi yapıldığında uygulanan kuvvete dik yönde, uygulama noktasından uzaklaştıkça azalan çatlaklar oluşur. Kuvvetlerin yoğunlaştığı bölgelerde izlenen çatlaklar, kuvvet hatlarının doğrultusunu gösterir. Bu yöntemle yapılan çalışmalara, Craig ve Peyton"un 1967'de alt çenedeki serbest sonlanan protezlerin uğradığı şekil değişimlerini inceledikleri araştırma örnek verilebilir (Bakioğlu 2001).

Lazer ışını ile gerilme analizi (Holografik interferometri): Lazer ışını ile modelin üç boyutlu görüntüsünün, holografik film üzerine kaydedildiği optik bir tekniktir. Bu yöntemde, interferometri denilen bir alet kullanılır. Hologram plağına, önce başlangıç konumunda olan cisim kaydedilir. Cisme ısı veya mekanik deformasyon uygulandıktan sonra yeni şeklin çekimi, aynı hologram plakasına yapılır. Böylece her iki çekim esnasında cismin durumlarının girişim deseni elde edilir. Görüntünün yeniden oluşturulması sırasında kaydedilmiş iki cisim dalgası birbirleriyle girişim yaparak saçak alanı meydana getirirler. Bu saçakların şekli, yönü ve saçaklar. arasındaki mesafe, iki pozlandırma arasında cisimde oluşan değişikliği tanımlar. Diş hekimliğinde öncelikle ortodontik çalışmalarda, zaman içerisinde de sırsıyla kron-köprü, implant, lehim, çeşitli materyaller, tam ve bölümlü protezler konularında düzenlenen in vitro araştırmalarda kullanılmıştır (Ulusoy ve Aydın 2003; Sonugelen ve Artunç 2002).

Termografik kuvvet alanliz yöntemi: Lord Kelvin tarafından bulunan bir prensibi esas alan bu yöntem; homojen ve izotropik özellikte bir dental materyale, devamlı olarak bir kuvvet uygulandığında, ısısal periyodik değişimlerin oluşan stresler ile doğru orantılı olduğu düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Canlı dokular üzerindeki termal değişimlerin ve bu değişimlerin dokular ve restorasyonlar üzerindeki etkilerinin incelenememesi yöntemin dezavantajlarındandır. Dental implantlarda kullanılabilen bu yöntem inley, onley ve kronlar için kullanılamamaktadır (Ulusoy ve Aydın 2003).

Radyotelemetri ile kuvvet analizi: Bu tekniğin temelinde birleşik donanım ve yazılım ile elde edilen sonuçların materyale bağlantısı olmadan transfer edilmesi bulunmaktadır. Bu yöntem ile analiz yapılırken bir güç kaynağı, radiotransmitter, bir alıcı, örneğe yapıştırılmış bir gerilim ölçerle, gerilim ölçer yükselticisi, anten ve bir veri kayıt edici kullanılır. Gerilim ölçer üzerinde meydana gelen direnç

farklılıklarının oluşturmuş olduğu voltaj değişiklikleri sayesinde radyotelemetrenin frekansını etkilenir ve sonuçları ortaya çıkar (Ulusoy ve Aydın 2003; Soares ve ark. 2008).

Bu yöntemler içerisinde, sonlu elemanlar stres analiz yöntemi, fotoelastik stres analiz yöntemi ve gerilim ölçer ile yapılan stres analiz yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak kullanılan bu metotlar birbiri ile kıyaslandığında hepsinin kendine göre avantaj ve dezavantajları olsa da, lokalizasyon, stres tipi ve matematiksel değer olarak sonlu elemanlar stres analizi ile daha detaylı bilgiler elde edildiği literatürde bildirilmiştir (Sonugelen ve Artunç 2002).

Sonlu elemanlar stres analiz yöntemi (SESA) : Sonlu elemanlar analizi cebirsel, diferansiyel ve integral denklemlerin değişkenleri ile alakalı olup mühendislik problemlerine geniş bir yelpazede çözümler getiren sayısal bir tekniktir. SESA yöntemi, sürekli ortamların daha küçük parçalara ayrılarak analitik bir şekilde modellenmesi ve böylece oluşan elemanlarla ifade edilmesi esasına dayanır(Magne 2007). SESA ile biyomekanik bir sistemden matematiksel model elde edilerek bilgisayarla çözümlenmesi sağlanmış olur (Adıgüzel 2010).

Sonlu elemanlar analizi yöntemi 1943 yılında R. Courant tarafından geliştirilmiştir. Yöntem ile ilgili ilk çalışmalar, Hrennikoff ve McHenry tarafından geliştirilen iki boyutlu yarı analitik yöntemlere dayanmaktadır. 1956 yılında Clough "Sonlu Eleman" terimini bulmuştur. Yöntemin üç boyutlu problemlere uygulanması 1964 yılında olmuştur. 1965 yılında bu yöntem ile Poisson denklemi çözülmüştür ve 1970 de akışkanlar mekaniğine uygulanmıştır (Asmussen ve ark. 2005).

Sonlu elemanlar analizi 1956'da uçak endüstrisinde kullanılmaya başlanmış olup günümüzde ısı transferi, akışkanlar mekaniği, akustik, elektromanyetizma ve biyomekanik gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Wakabayashi ve ark. 2008).

Sonlu elemanlar analizinin diş hekimliğinde kullanıldığı ilk çalışma 1968'de Ledley ve Huang tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, matematik modeli oluşturulmuş bir dişe çeşitli yönlerde kuvvetler uygulamış ve bu kuvvetlerin dişi destekleyen kemik dokusunda meydana getirdiği gerilmeler değerlendirilmiştir. Yöntemin bugünki anlamıyla diş hekimliğinde uygulanması ise, 1970'li yıllarda

Farah ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırma ile başlamıştır. Davidian 1971'de üst orta kesici dişin teorik rotasyon merkezini bulmak amacıyla oluşturduğu diş modeline kuvvet uygulayarak periodonsiyumda oluşan mekanik cevabı inceleyip rotasyon ve direnç merkezlerinin yer değişimini gözlediği çalışmasıyla, sonlu elemanlar analizini ortodonti alanında kullanan ilk araştırmacı olmuştur (Geng ve ark. 2001; İlgün ve ark. 2004).

SESA yönteminin temeli, sürekli ortamların küçük parçalara ayrılarak analitik olarak modellenmesi ve eleman adıverilen küçük parçalar olarak ifade edilmesine dayanır. Diğer bir ifadeyle "parçadan bütüne gitme" esasına dayanır (Adıgüzel 2010).

Sonlu elemanlar yönteminin çok yönlülüğü ve esnekliği sayesinde karmaşık yapılarda karşılaşılan problemlerin sebep sonuç ilişkilerini hesaplamak için çok etkin bir şekilde kullanılabilmektedir. Araştırmalarda modeller genellikle iki ve üç boyutlu elemanlarla modellenip analizler yapılmaktadır. Analizlerde daha hassas sonuçlar elde etmek için üç boyutlu elemanlar kullanılmaktadır. Bazı durumlarda analiz süresini azaltmak için problem iki boyutlu elemanlarla gerçekleştirilmektedir (Asmussen ve ark. 2005).

Bir denklem ile doğrusal sonlu elemanlar yöntemini özetlemek gerekirse aşağıdaki denklemi sınır koşullarının uygulanmasıyla şekil değişimi matrisi elde edilmektedir.

- $K \times U = F$

K: Katılık Matrisi (yapının geometrik ve malzeme özelliklerine bağlıdır)

F: Kuvvet Vektörü

U: Şekil Değişim Vektörü (Uygulanan kuvvet ve sınır koşulları altında yapıdaki geometrik değişim)

Bu denklemden görüleceği üzere sonlu elemanlar analizinin gerçekleştirilmesi için yapının geometrisine, malzeme özelliklerine, uygulanan kuvvetlere ve sınır koşullarına ihtiyaç vardır (Srirekha ve Bashetty 2010).

Diş hekimliğinde sonlu elemanlar analiz yöntemi şu yapıların modellenmesinde kullanılmıştır (Geng ve ark. 2001; Sonugelen ve Artunc 2002; Eyüpoğlu ve ark. 2008):

1. Dental materyaller
   - Diş ve katmanları (Mine, dentin, pulpa)
   - Amalgam
   - Kompozit rezinler, cam iyonomer simanlar ve yapıştırma simanları
   - Cam, seramik ve zirkonyum sistemler
   - Metaller ve metalik sistemler
   - Post ve kanal dolgu maddeleri
2. Oral ve maksillofasiyal yapıların mekaniği ve cerrahisi
   - Maksilla ve mandibula kırıkları ile bunların fiksasyonu, osteotomi
   - Temporomandibular eklem mekaniği
   - Periodontal ligament, alveol kemik, trabeküler kemik, kortikal kemik
   - İmplant materyalleri, mini vida ve plak
3. Ortodontik tedaviler, dişlerin hareket ettirilmesi, ortodontik apareyler
4. Konservatif ve endodontik tedaviler, kavitelerin modellenmesi, kole defektleri, kök kanal sisteminin modellenmesi, kanal içi stresler, kanal eğeleri, irrigasyon sistemleri ve iğneleri
5. Dental restorasyonlar
   - Dolgu materyalleri
   - Kron ve köprü protezleri
   - Sabit ve parsiyel protezler
   - Dental implantlar
6. Dizayn özellikleri
7. Materyal özellikleri
8. Kuvvet yüklemesi ve diğer parametreler
9. Osseointegrasyon

Literatürdeki çalışmalara baktığımız zaman, SESA'nın iki farklı yöntemle kullanıldığı görülmektedir:

- İki boyutlu sonlu elemanlar analizi
- Üç boyutlu sonlu elemanlar analizi.

Hangi SESA'nın kullanılacağı noktasında, elde edilecek modelin geometrisinin ne kadar karmaşık olduğu, yapılacak olan analizin amacı ve elde edilecek sonuçların matematiksel olarak ne kadar doğruluk gerektirdiği göz önüne alınarak karar verilmelidir. 2 boyutlu SESA modelleri daha basittir ve analizlerin nispeten daha normal bilgisayarlar ile yapılmasına olanak sağlar. Bu nedenle daha az doğrulukta sonuçlar ortaya koyar. 3 boyutlu SESA modelleri ise karmaşık yapıların geometrisini daha iyi yakalar. Ancak Romeed ve arkadaşları 3 boyutlu SESA'nın modellerinin karmaşıklığından dolayı, 2 boyutlu SESA'nın tercih edilmesi gerekliliğinden söz ederken; 3 boyutlu SESA'nın avantajlarının dezavantajlarına göre daha ağır bastığını bildirilmiştir (Mackerle 2004; Hong ve ark. 2012).

SESA lineer veya non-lineer sistemlere uygulanabilmektedir. Lineer sistemler basit bir yapıya sahiptir ve genellikle plastik deformasyon göz ardı edilir. Non-lineer sistemlerde plastik deformasyon da işin içine katılıp materyallerin kırılganlık kapasitesi hesaplanabilir. Bu nedenle non-lineer SESA, lineer statik modeller ile çözülemeyen durumlarda gerilme ve gerinimi araştırabilmek için daha etkili bir yöntem haline gelmiştir. Diş hekimliğinde SESA son zamanlarda, periodontal dokularda non-lineer stres-gerinim ilişkisi ve lineer sistemler ile zor çözümlenen dişlerdeki temas fenomeni gibi daha gerçekçi ağız içi durumların üzerine yoğunlaşmıştır (Güler ve ark. 2012).

SESA, her bir elemandaki gerilme ve zorlamayı hesaplamak için bir model çözüm gerçekleştiren bir dizi hesaplama prosedürü içermektedir. Böyle bir yapısal analiz, dış kuvvet, basınç, ısıl değişim ve diğer faktörlerden kaynaklanan gerilme ve gerginliğin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntem, in vivo ortamda zor ölçülebilen biyo-malzemelerin ve insan dokularının mekanik özelliklerini göstermek için son derece yararlıdır. Elde edilen sonuçları ve çeşitli parametreleri görüntülemek, analizin etkilerini tam olarak tanımlayabilmek için SESA görselleştirme yazılımı ile birlikte kullanılabilmektedir (Shetty ve ark. 2010; Olsen 2013).

SESA'nın aşamaları

1. Geometrik modelin oluşturulması: SESA'nın uygulanacağı yapının modellenmesi için MR (Manyetik rezonans), BT (Bilgisayarı tomografi) görüntüleri,

kordinat belirleme cihazları ile elde edilen nokta veya yüzey verileri kullanılabilir. Elde edilen veriler CAD (Computer aided design) programı vasıtasıyla bilgisayara yüklenir ve model oluşturulur.

Bu yöntemlerin kullanılmasında karşılaşılabilecek birtakım problemler mevcuttur. Bunlar MR ve BT görüntüleme sistemleri ile katı modelin oluşturulmasında kullanılan CAD programları arasında uyumsuzluk bulunması veya koordinat belirleme cihazlarıyla sayısallaştırılmış nokta veya yüzey datalarının üç boyutlu katı model haline getirilmesi için kullanılacak yazılımın yetersizliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Güler ve ark. 2012). Tüm bu bilgiler ışığında diş hekimliğinde yapılan çalışmalarda dental ve maksillofasiyal yapıların modellenmesinde genellikle bilgisayarlı tomografilerden yararlanılmaktadır. Model bilgisayar ortamında boyutuna ve geometrisine uygun olarak küçük 'eleman' lara (finite elements) bölünür. SESA'da çizgisel, iki boyutlu ya da üç boyutlu, farklı şekillerde elemanlar kullanılabilir. Her bir küçük eleman mekanik özellikleri ve karakteri açısından yapının bütününü taklit edecek özelliklerdedir. Her eleman, üzerine gelen stres ve gerinimi bir diğerine aktararak bütünü etkiler. Kuvvet dağılımının doğru ve hassas olarak ölçülebilmesi için mümkün olduğu kadar çok sayıda ve küçük boyutlarda eleman kullanımı önemlidir (Çağlar 2003; Güler ve ark. 2012).

2. Matematik modelin oluşturulması (Ağ yapısı oluşturma): Elemanlara bölünmüş olan yapı 'matematiksel model' adını alırken; matematiksel modeli oluşturan elemanlar 'node' adı verilen düğüm noktalarında birleşerek 'mesh' denilen ağ yapıyı oluştururlar. Bir başlangıç noktası seçilerek tüm düğümlerin x,y,z kordinatları saptanır ve bilgisayara aktarılır. Geometrik modeller, elle dijitize edilerek veya sonlu elemanlar programları kullanılarak ağ yapıya dönüştürülmektedir. Araştırmacılar genellikle elle dijitize edilerek oluşturulan ağ yapısı üzerinde daha iyi kontrol sağlarken, bu işlem çalışma süresini oldukça arttırmaktadır (Geng ve ark. 2001; Sonugelen ve Artunc 2002; Eyüpoğlu ve ark. 2008).

3. Analiz Verilerinin Yüklenmesi: Model oluşturulduktan sonra, yükleme koşulları ve yapıların mekanik özellikleri kullanılan bilgisayar programına tanımlanır. Sonlu elemanlar analizi, streslerin malzemeler boyunca nasıl aktarıldığını doğrulamaktadır. Bu nedenle, sonlu eleman modellerinin yapısal ve tasarım incelemeleri için, uygulanan kuvvetlere maruz kalan malzemelerin mekanik

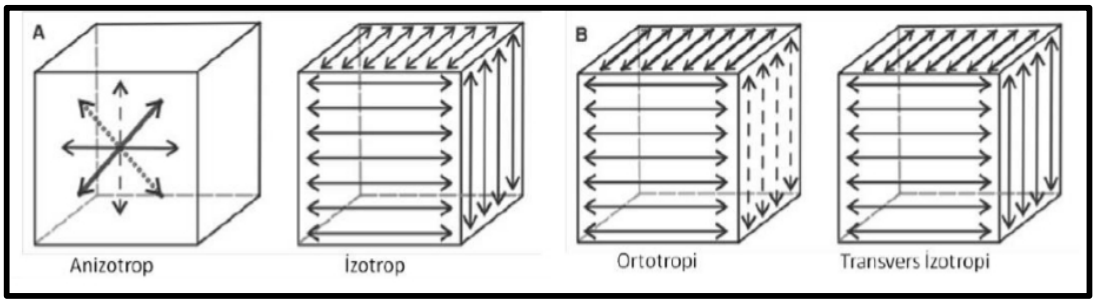
özellikleri hakkında tam bilgi gerekmektedir. Mekanik özelliklerin tanımlanmasında, poisson oranı ve elastisite modülü kullanılır (Asmussen ve ark. 2005).

Nonlineer analizlerde viskoelastik, yani zamana bağlı deformasyon özelliği gösteren yapıların malzeme özellikleri programa girilmektedir. Bu özellikler uygulanacak yüklemeler sonucunda ağ yapısını oluşturan elemanlardaki gerilme ve gerinimin nasıl olacağını belirlemektedir (Geng ve ark. 2001; İlgün ve ark. 2004).

Elastik malzeme davranışı genellikle izotropik, transvers izotropik, ortotropik ve anizotropik olarak modellenmektedir. Biyolojik dokular homojen olmadığından ve anizotropik özellik gösterdiklerinden modellenmesi zordur. Biyolojik dokuların özellikleri yaş, tür ve mineral içeriğine göre değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı, bireyler arasında değişkenlik yüksek olmaktadır (Ulusoy ve Aydın 2003).

SEA yapılabilmesi için bilgisayara girilmesi gereken bilgiler(Güler ve ark. 2012):

- Cismin geometrisini oluşturacak koordinatlar,
- Cismin geometrisine ve boyutuna uygun eleman tipi,
- Elemanların poisson oranı ve elastisite modülü değerleri,
- Modele uygulanan kuvvetler,
- Geometrinin sınır şartları,
- Yapılacak olan analizin tipidir.



Şekil 2.27. Elastik katılarda malzeme özelliklerinin şematik olarak gösterilmesi(Güler ve ark. 2012).

4. Sınır koşullarının tanımlanması: Modele bir dayanak noktası oluşturduğundan problem denkleminin tek bir çözümünü ortaya çıkarmaktadır. Modele dışarıdan uygulanacak kuvvetlerin model üzerindeki gerilme ve gerinim etkileri, ancak dengeli bir model üzerinde hesaplanabilir. Çünkü uzay boşluğunda bulunan geometrik modele uygulanacak olan dış kuvvetler, modeli evrensel referans düzleminde biyolojik yapının elastik cevabından etkilenmeksizin hareket ettirecektir. Bu durum ise araştırılmak istenen problem denkleminin sonsuz sayıdaki analitik

çözümünü doğurur. Bu yüzden modelde sınır koşullarının tanımlanması oldukça önemlidir (Geng ve ark. 2001; Şahin 2008).

5. Çözüm Aşaması: Bu aşamada hesaplanan veriler yer değiştirme görüntüleri, animasyonlar, gerilme değerlerini gösteren renklendirilmiş görüntüler, tablolar, resimler veya grafikler aracılığı ile sergilenmektedir.

Günümüzde sonlu elemanlar analizi için oluşturulan modellerde, bilgisayarların yüksek hesaplama gücü sayesinde on binlerce düğüm noktası kullanılmaktadır. Bu da her bir model için, düğüm noktası sayısı ile doğru orantılı olarak binlerce gerilme, gerinim ve yer değiştirme değerinin elde edilmesi demektir. Bu yüzden, elde edilen çok sayıdaki verinin anlaşılıp yorumlanabilir hale gelmesi için, görselleştirme işlemi vazgeçilmez bir özelliktir. Bu işlem ile elde edilen veriler renk kodları olarak, istenilen açılarda alınan görüntülerin üzerine işlenmektedir. Bu görüntülerde her renk bir değer aralığını göstermekte olup, renklerin hangi değer aralığına denk geldiği görüntülerde yer alan bir ölçek ile gösterilmektedir (Geng ve ark. 2001; Şahin 2008).

Sonlu elemanlar stres analizinin diğer stres analizi yöntemlerine göre bazı avantajları bulunur. Bunlar:

- İnvaziv olmayan bir tekniktir.
- Düzgün geometri göstermeyen katılar ve farklı malzeme özelliklerine sahip yapılara uygulanıp gerçek yapıya çok yakın bir modeli hazırlanabilmektedir.
- Gerçekçi malzeme değerleri ile gerçeğe yakın modeller elde edilebilmektedir.
- Prototip olarak denenmesi mümkün olmayan veya tehlikeli olan tasarımların simülasyonuna olanak sağlamaktadır.
- Esnek ve karmaşık yapılarda, analitik ve deneysel metotlardan daha hassas sonuç vermektedir.
- Farklı yüzeyler arasındaki yapışma, sürtünme ve temaslar gerçeğe yakın şekilde oluşturulabilmektedir.
- Birden fazla katmandan oluşan objeler, katmanların fiziksel özellikleri ve katmanlar arası birleşim özelliklerini yansıtacak şekilde modellenebilmektedir.
- Gerilme, gerinim ve yer değiştirmeler duyarlı bir şekilde hesaplanabilmektedir.

- Verilen herhangi bir noktadaki elde edilen gerilmenin gerçek miktarı teorik olarak hesaplanabilmektedir.
- İstenilen sayıda değişik malzeme ile model oluşturulabilmektedir.
- Oluşan geometri, sınır şartları, yükleme yön ve miktarı gibi özelliklerin istenildiği gibi değiştirilip, analiz gerektiği kadar tekrarlanabilmektedir.
- Tekrarlanabilirliği içerikteki materyallerin fiziksel özelliklerine etki etmemektedir.
- Kuvvetin uygulama noktası, büyüklüğü ve yönü klinik durumu simüle edecek şekilde kolaylıkla çeşitlendirilebilmektedir.
- Diş, alveolar kemik, periodontal ligament ve kraniyofasiyal kemikler simüle edilebilir ve in-vitro olarak oral çevreyi simüle eden bu yapılardan en yakın olanının materyal özellikleri belirlenebilir.

Ancak tüm bu avantajlara rağmen sonlu elemanlar stres analizi yönteminin bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlar ise:

- Bu yöntem ile yapılan araştırmanın doğruluğunda büyük önem taşıyan malzeme özellikleri, sistemin yüklenmesi gibi bazı kilit özelliklerin doğru verilmesinin tamamen araştırmacının sorumluluğunda olması sebebiyle çok detaylı bilgi aktarımı gerektirmektedir.
- Ciddi bir bilgi birikimine, çok iyi kapasiteli bilgisayara ve uzun zamana ihtiyaç vardır.
- Gerçek şartların katı model üzerine uygulanması, bilgisayar donanımı ve sonlu elemanlar paket programının kapasitesi ile sınırlıdır (Shetty ve ark. 2010; Ramoğlu ve Ozan 2014).

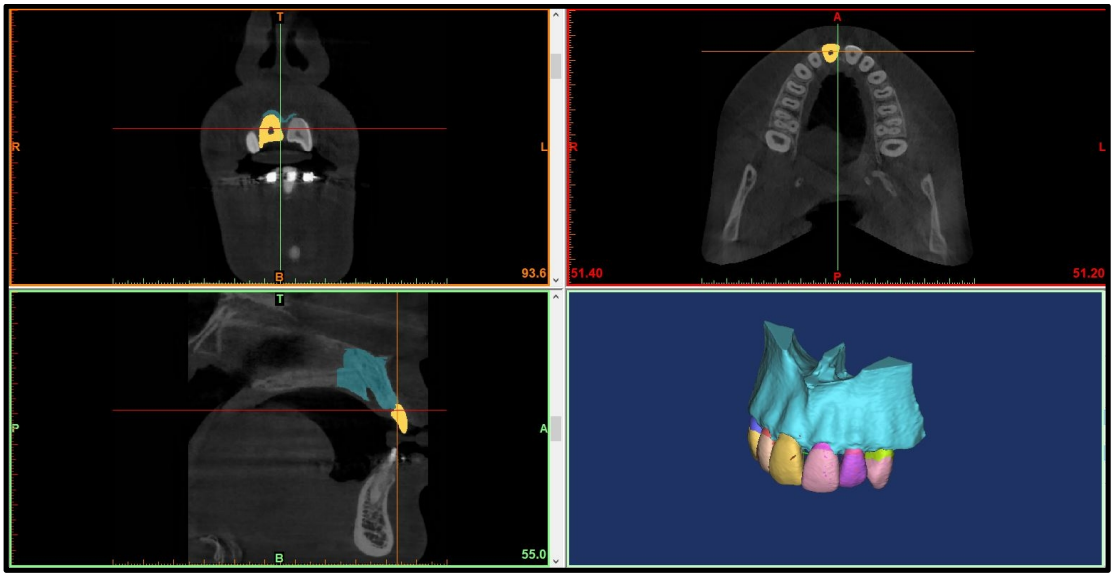
Sonlu elemanlar analiz yazılımları arasında, teknik olarak farklılıklar olmakla birlikte diş hekimliğinde en sık; ALGOR, ABAQUS, ADINA, ANSYS, COMSOL, FEMPRO, FEMTOOLS, I-DEAS, MARC, NASTRAN, PAFEC 75, PATRAN, PROENGINEER, SOLIDWORKS, SAP 80, SAP2000, STRAND7, VISUALFEA ve ZEBULON‟ isimli programlar kullanılmaktadır(Şahin 2008).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada travmaya maruz kalan dişlerin sabitlenmesinde kullanılan 4 farklı splint materyalinin, farklı yönde uygulanan kuvvetler altında diş ve çevre dokular üzerinde oluşturduğu stres dağılımları in vitro koşullarda sonlu elemanlar analizi yöntemi ile incelenmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 13.12.2018 tarihinde yapılan 2018/09 sayılı toplantıda bilimsel etik açısından uygun olduğuna dair karar yazısı alındı (Ek A).

Çalışmada daha önce Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Kliniği'ne teşhis ve tedavileri için başvurmuş ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda tanı amaçlı Morita (3D Accuitomo 170) marka cihaz ile bilgisayarlı tomografi görüntüleri alınmış hastaların DICOM formatındaki bilgisayarlı tomografi görüntüleri retrospektif olarak tarandı. Çalışmaya dahil edilecek görüntünün, splintleme yapılacak olan maksiller kesici ve kanin dişlerinin gömülü ya da eksik olmamasına dikkat edildi. Çalışmamızda 11 yaşında karışık dişlenme döneminde kız hastanın, ortodontik teşhis ve tedavi amacıyla alınan dental tomografi görüntüsünden yararlanıldı. Bu çalışma için hiçbir hastadan yeni bir tomografi görüntülemesi yapılmadı.

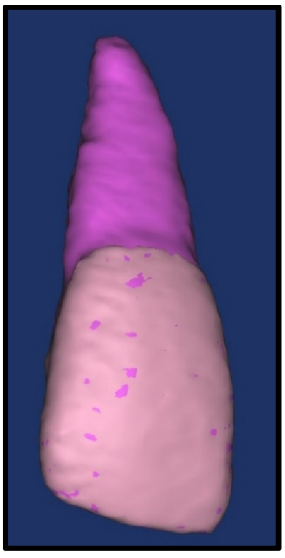


Şekil 3.1. Modellemenin yapılması için kullanılan bilgisayarlı tomografi görüntüsü.

3.1.Dişlere Ait Bilgisayarlı Tomografi Görüntüsünün Mimics Programına Aktarılması

Maksiller kaninleri ve kesicileri kapsayan bölgenin modellemesi için uygun şartları sağlayan DICOM formatındaki bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüsü yüksek ekran çözünürlüğüne sahip bilgisayarda medikal görüntü kontrol sistemine (Mimics 15.01, Materialise, Leuven, Belgium) aktarılarak doku modellemesine başlandı.

Mimics programı kullanılarak, bilgisayarlı tomografi ile elde edilen DICOM formatındaki bu görüntünün kafes modeli oluşturuldu. Bu modelin oluşturulması amacıyla program içerisindeki Hounsfield (HU) değerlerinden faydalanılarak dişin sınır çizgileri belirlendi. HU değeri program içerisinde tanımlı bir değer olup; en küçük 190, en büyük ise 7020'dir. HU değeri belirlendikten sonra programda manuel olarak maskeleme işlemini gerçekleştirildi. Mimics (Mimics 15.01, Materialise, Leuven, Belgium) programı ile sınır çizgi hataları düzenlendi, modelin kenar ve yüzeylerinin nokta dağılımı homojen hale getirildi. Böylece maskeleme işlemi yapılarak doku modelleri elde edilmiş oldu.



Şekil 3.2. Bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanılarak elde edilen 3 boyutlu katı model.

3.2.Mimics Programında Elde Edilen 3 Boyutlu Görüntünün Solidworks Programına Aktarılması

Mimics programında oluşturulan doku modelleri, bilgisayar destekli üç boyutlu tasarım ve üretim programı olan SolidWorks (SolidWorks 2014 Premium, Concord, Massachusetts) yazılımına nokta bulutu olarak aktarıldı. Bu program içerisinde her doku modeline ait nokta bulutları tersine mühendislik yöntemi kullanılarak mine, dentin, pulpa ve periapikal dokular tomografi görüntülerindeki kalınlıklar referans alınarak ölçeklendirme yöntemiyle ayrı ayrı katı hale getirildi.

Katı hale gelen parçaların yüzeylerinde geometrik hata kontrolü yapıldı ve parçalardaki hatalar nokta bulutuna uygun yeni yüzeyler atılarak düzeltildi.

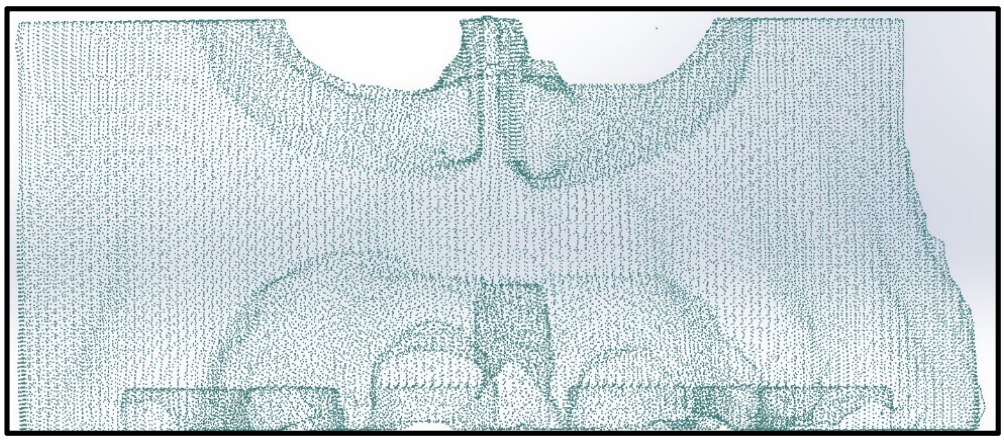
Dentoalveolar travmanın simülasyonunu başarılı bir şekilde oluşturabilmek için mine, dentin, pulpa, periodontal ligament ve kortikal kemiğin dahil olduğu minimum 5 materyalin modellenmesi gerekmektedir (Silva ve ark 2013). Yaptığımız çalışmada bu 5 materyal ile birlikte alveolar kemik de modellendi.

Alveolar kemik ve periodontal ligamentin kalınlıkları literatür bilgiler referans alınarak belirlendi. Periodontal ligament kalınlığı ortalama 0,2 mm, alveoler kemik kalınlığı ise ortalama 0,1 mm olarak belirlendi. Tomografik görüntüden direkt modellemenin imkansız olması ve kalınlıklarının, her bölgede aynı ve düzgün yapıda olmamasından dolayı ortalama değerler kullanıldı(Silva ve ark 2013). Periodontal ligament, servikal bölgede mine-dentin sınırının yaklaşık olarak 1,5 mm altından başlatıldı.

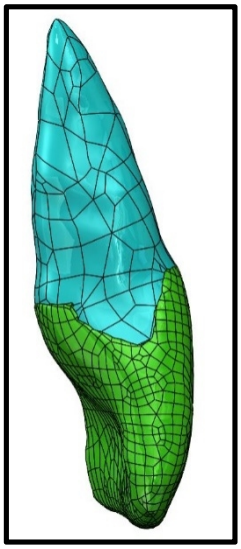
Sement tabakası çok ince olduğu ve fiziksel özellikleri dentine benzediği için modellenmedi (Poiate ve ark 2009).



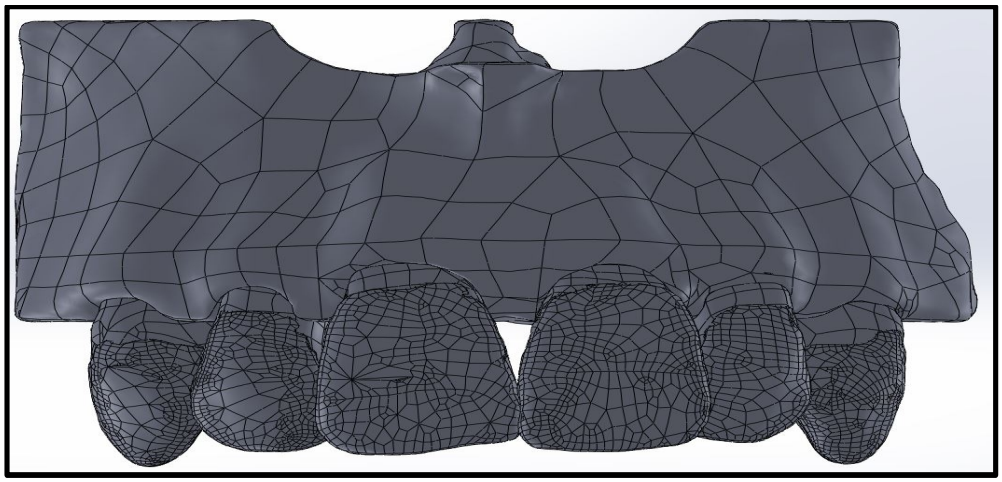
Şekil 3.3. SolidWorks programında dişin nokta bulutu görüntüsü.



Şekil 3.4. SolidWorks programında maksillanın nokta bulutu görüntüsü.



Şekil 3.5. SolidWorks programı ile düzeltmeler yapıldıktan sonra elde edilen dişin3 boyutlu katı modeli.



Şekil 3.6. SolidWorks programı ile düzeltmeler yapıldıktan sonra elde edilen maksillanın 3 boyutlu katı modeli.

3.3.Splint Materyallerinin Ve Yapıştırıcı Materyallerin 3 Boyutlu Katı Modelinin Oluşturulması

Bu işlemlerin ardından deneyde kullanılacak splint çeşitlerinin modellenmesi aşamasına geçildi. Splintlerin oluşturulması firmaların verdiği boyutlara bağlı kalınarak ve SOLİDWORKS programı kullanılarak manuel çizilerek yapıldı.

Biri kontrol grubu olmak üzere 5 farklı grup oluşturuldu. Kontrol grubundaki dişler splintlenmemiş sağlıklı dişler olarak, diğer gruplar ise farklı splint materyallerinin kullanıldığı çalışma grupları olarak simüle edildi.

- Kontro Grubu: Splint Uygulanmamış Dişler (KT)

- Model 1: Fiber-Ribonds Splint Uygulanmış Diş Modeli (RBS)
- Model 2: Kompozit-Tel Splint Uygulanmış Diş Modeli (TKS)
- Model 3: Titanyum Travma Splinti Uygulanmış Diş Modeli (TTS)
- Model 4: Kompozit Splint Uygulanmış Diş Modeli (KS)

3.4.Sayısal Modellerin Oluşturulması Ve Malzeme Özelliklerinin Programa Aktarılması

SolidWorks programında oluşturulan modeller, analizin yapılacağı sayısal modellere dönüştürülmesi amacıyla sonlu elemanlar stres analizi programına aktarıldı.

Çalışmamızda, uygulanacak olan kuvvetlere karşı diş dokularının nasıl cevap vereceğini belirleyebilmemiz için diş ve kemik dokularının mekanik özelliklerinden olan young's modülü ve poisson oranının bilinmesi gerekmektedir (Huang ve ark 2005).

Diş dokuları, splint materyalleri ve yapıştırıcı materyale ait young's modülü ve poisson oranı değerleri literatür bilgileri ışığında analiz programına aktarıldı. Bu değerler Tablo3.1'de yer almaktadır. Modellerdeki tüm yapılar homojen, izotropik ve elastik olarak kabul edildi.

Tablo3.1. Diş ve destek dokularının young's modülü ve poisson oranları.

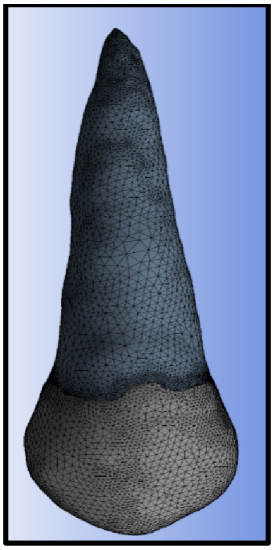
	YOUNG'S MODÜLÜ (GPa)	POİSSON ORANI	KAYNAK
MİNE	77,90	0,33	Huang ve ark 2005
DENTİN	16,6	0,31	Huang ve ark 2005
PULPA	0.00689	0,45	Huang ve ark 2005
PDL	0,05	0,45	Huang ve ark 2005
ALVEOLER KEMİK	3,50	0,33	Huang ve ark 2005
KORTİKAL KEMİK	10	0,26	Huang ve ark 2005
KOMPOZİT	10	0,24	Gurbuz ve ark. 2008
PASLANMAZ ÇELİK TEL	2,1	1,1	Gurbuz ve ark. 2008
TİTANYUM	120	0,32	Gurbuz ve ark. 2008
FİBER(RİBBOND)	23,6	0,32	Gurbuz ve ark. 2008

Malzemelerin fiziksel özelliklerinin verilmesinden sonra oluşturulan modelin hacimsel ve yüzeysel elemanlara ayrılması (mesh, ağ) işlemi ve sınır şartları belirlenmesi gerçekleştirildi. Sonuçların gerçeğe yakınlığını artırmak için eleman sayısı ve düğüm noktası sayısı artırıldı. Çalışmamızda kullanılan eleman ve düğüm sayıları Tablo3.2'de verilmiştir.

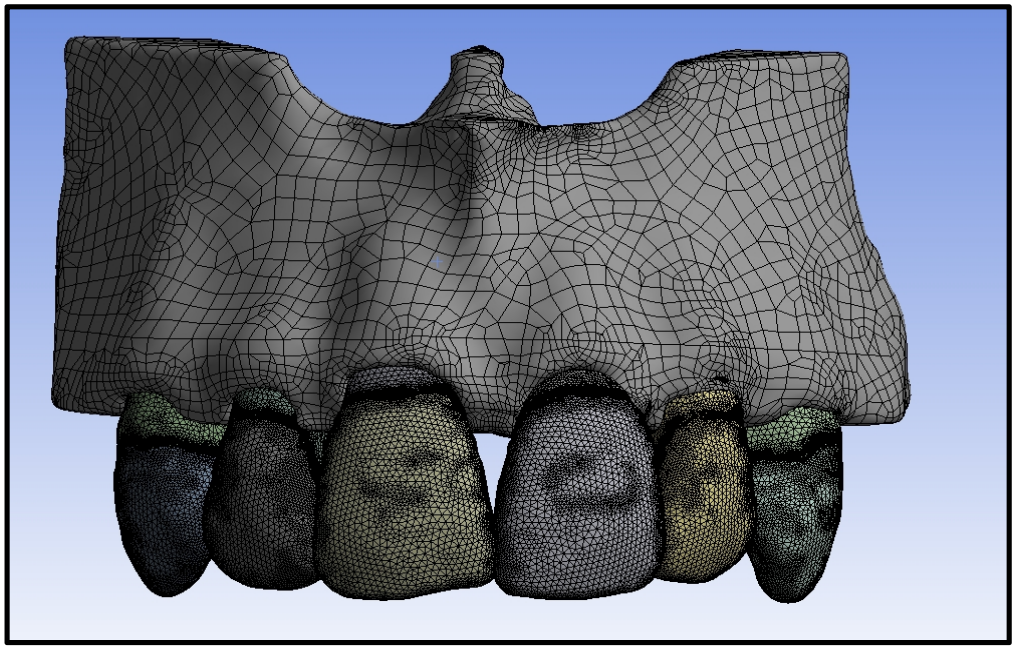
Tablo3.2. Çalışmamızda kullanılan modellerin eleman ve düğüm sayıları.

	ELEMAN SAYISI	**DÜĞÜM SAYISI**
KONTROL GRUBU(KT)	2882183	4361715
MODEL 1(RBS)	3075552	4670118
MODEL 2(TKS)	2905715	4430609
MODEL 3(TTS)	2939687	4463443
MODEL 4(KS)	2727097	4210356

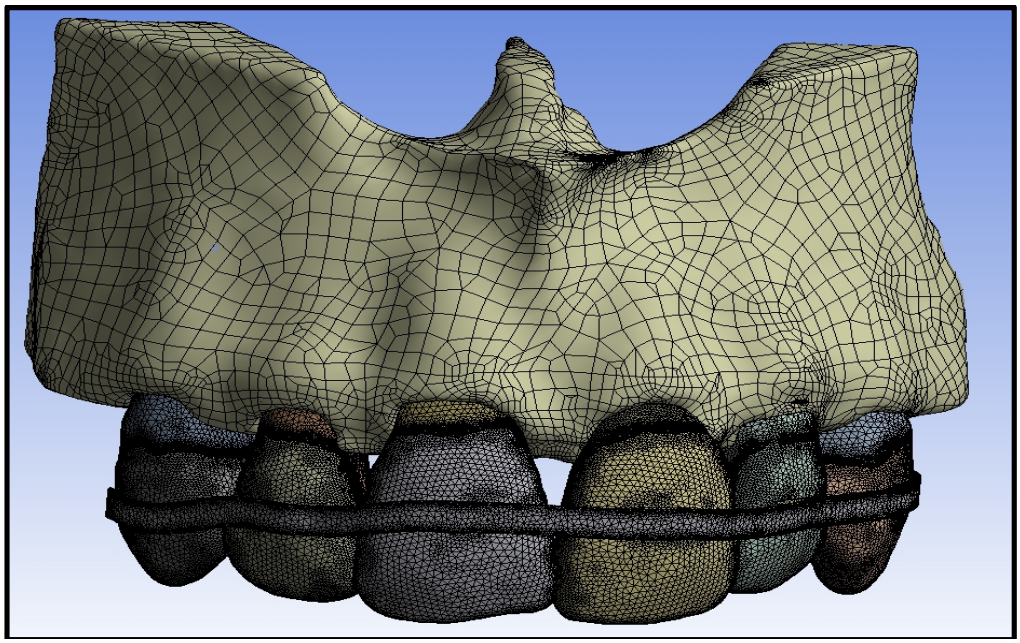
Mesh işlemi gerçekleştirilmiş olan diş modeli, kontrol grubunun modeli, splint çeşitlerine göre oluşturulmuş modeller aşağıda Şekil3.8-13 de gösterilmiştir.



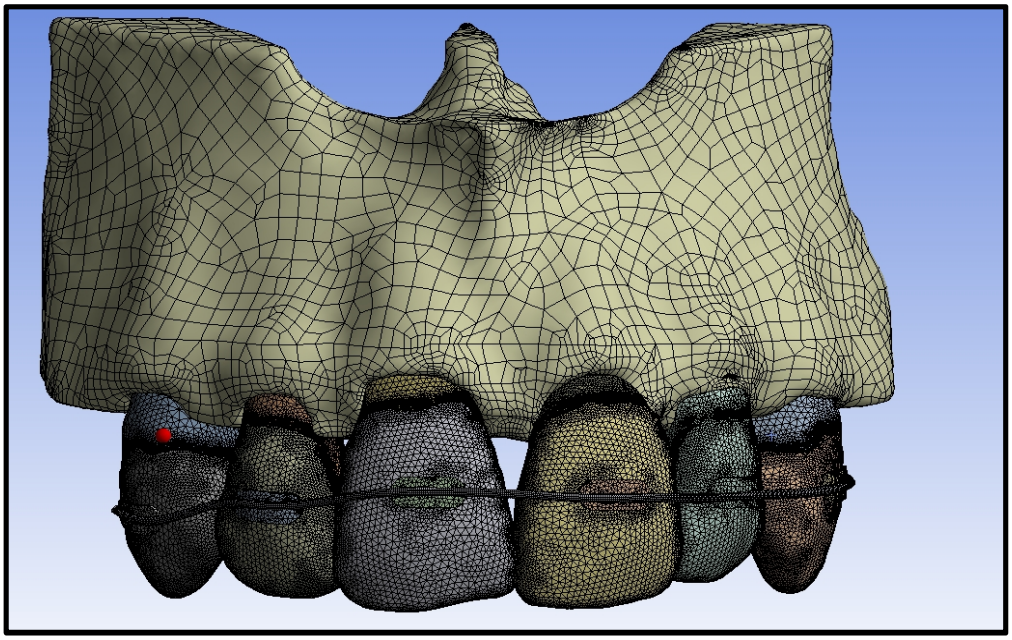
Şekil 3.7. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş diş modeli.



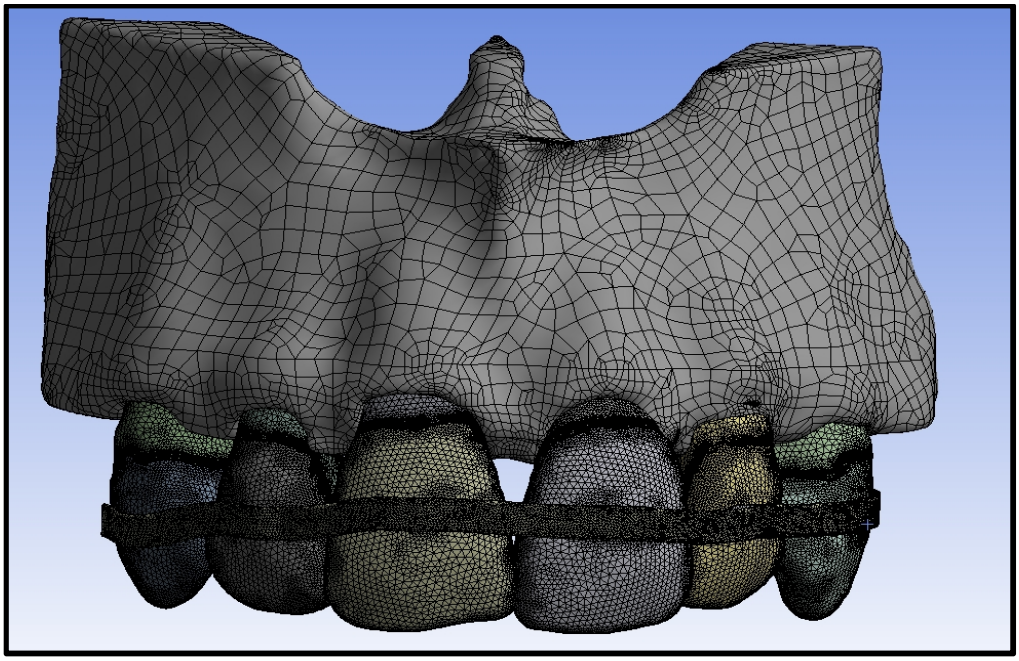
Şekil 3.8. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş maksilla modeli.



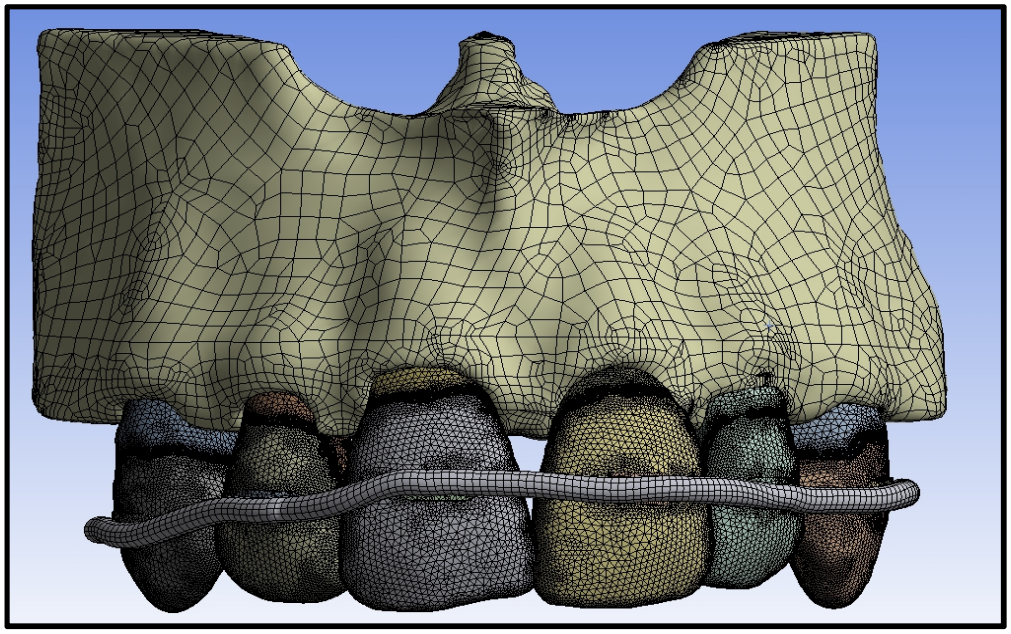
Şekil 3.9. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, ribbond splint uygulanmış maksilla modeli.



Şekil 3.10. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, tel-kompozit splint uygulanmış maksilla modeli.



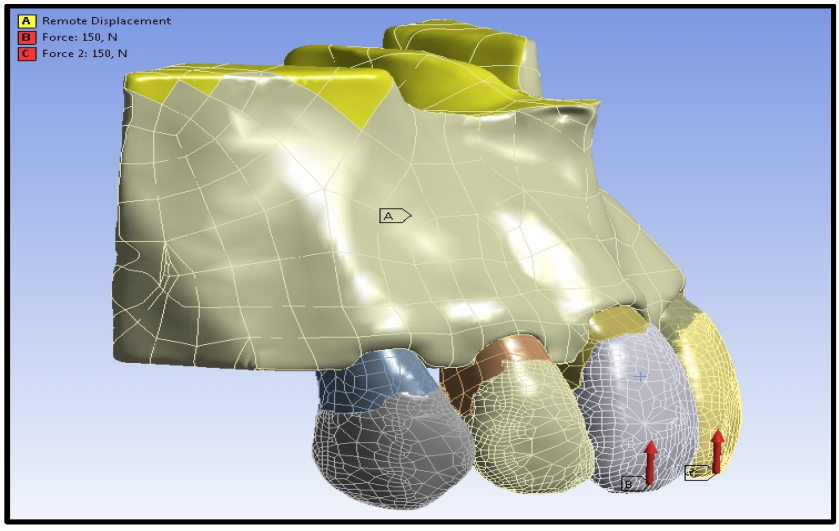
Şekil 3.11. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, titanyum travma splinti uygulanmış maksilla modeli.



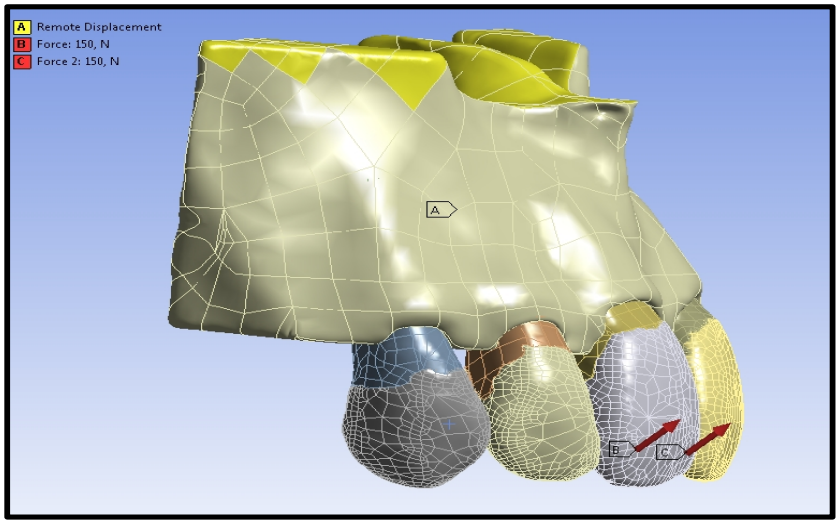
Şekil 3.12. Mesh işlemi gerçekleştirilmiş, kompozit splint uygulanmış maksilla modeli.

Hazırlanan model geometrik açıdan karmaşık yapıda olduğu için tetrahedral ve triangular eleman tipleri bu tarz yapılar için tercih edildi. Hazırlanan model eleman ve nodlara bölündükten sonra modelin sınır şartları (modelin tutulduğu noktalar, kuvvet uygulama noktaları) belirlendi. Hazırlanan modellerde çiğneme kuvvetini simüle etmek için, dişler üzerine yaklaşık 1-4 mm^2 alanı kapsayacak şekilde, dikey 150 N ve 45º açı ile 150 N değerinde kuvvet uygulanması programlandı (Şekil 3.12- 3.13).

- F1- Vertikal kuvvet yönü (insizal kenarın ortasındaki 0,99 mm2'lik alana 90º açıyla) **(**Şekil 3.12)
- F2- Oblik kuvvet yönü (kronun labial yüzeyinin ortasındaki 3,17 mm2'lik alana dişin uzun aksına 45º açıyla) **(**Şekil 3.14)

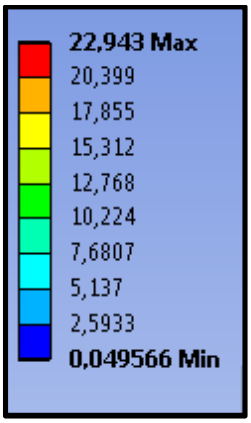


Şekil 3.13.F1- Vertikal kuvvet yönü (insizal kenarın ortasındaki 0,99 mm2'lik alana 90º açıyla).



Şekil 3.14.F2- Oblik kuvvet yönü (kronun labial yüzeyinin ortasındaki 3,17 mm2'lik alana dişin uzun aksına 45º açıyla).

Elde edilen sonuçlar Von Mises stres değerleri göz önünde bulundurularak karşılaştırıldı ve renkli görüntüler şeklinde kaydedildi. Her renk bir değer aralığını ifade etmektedir. Renk ve değer aralıkları görüntünün sağ tarafında skala ile gösterilmektedir (Şekil 3.15). Yer değiştirme miktarları milimetre (mm), gerilme değerleri Mega paskal (MPa=N/mm²) cinsinden değerlendirildi.



Şekil 3.15. Renk ve değer skalası.

4.BULGULAR

Bu çalışmada travmaya maruz kalan dişlerin sabitlenmesinde kullanılan 4 farklı splint materyalinin, farklı yönlerde uygulanan kuvvetler altında diş ve çevre dokular üzerinde oluşturduğu Von Mises stres dağılım değerleri in vitro koşullarda sonlu elemanlar analizi yöntemi ile ölçülerek sağlam diş yapısında aynı şartlar altında oluşan stres değerleri ile karşılaştırılmıştır. Von Mises stres değerleri şekiller üzerinde kırmızıdan maviye doğru değişen renklerle gösterilmiştir.

4.1. Uygulanan Kuvvete Bağlı Olarak Diş Dokularında Oluşan Von Mises Stres Değerleri

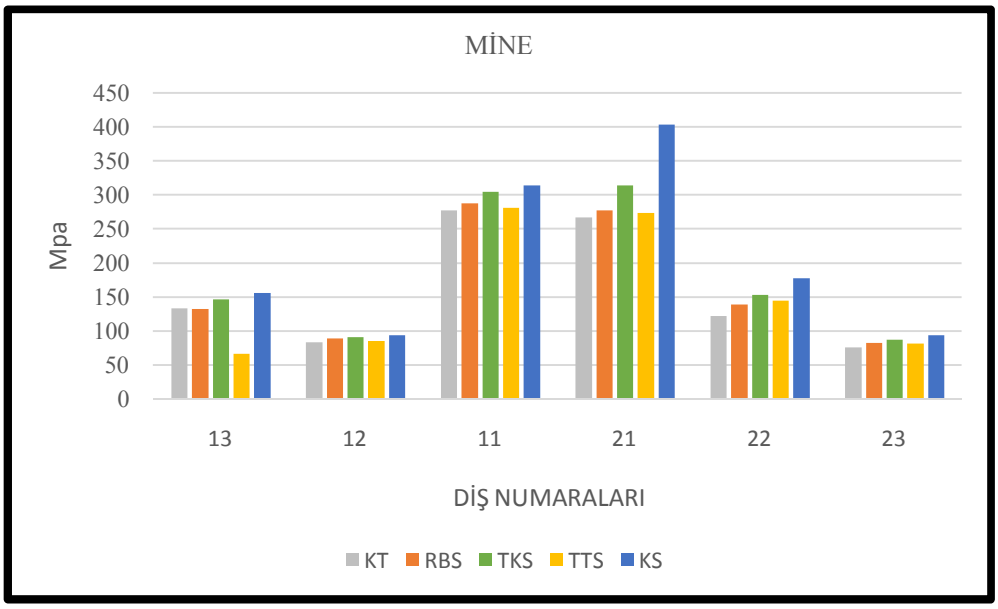
Çalışmada değerlendirilen modellere, çiğneme kuvvetini taklit etmek amacıyla 2 farklı açı ile 150 N değerinde iki kuvvet uygulandı ve sonucunda oluşan Von Mises stres değerleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1.1. Dikey Kuvvet Uygulanan Modellerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

Isırma kuvvetini taklit etmek amacıyla dişin uzun aksı ile paralel 150 N'luk kuvvet modeller üzerinde belirlenen insizal noktalara uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet sonucunda diş dokularında oluşan maksimum Von Mises stres değerleri aşağıdaki şekil ve grafiklerle gösterilmiştir. Şekiller üzerinde kırmızıdan maviye doğru değişen renkler, azalan Von Mises stres değerlerini ifade etmektedir.

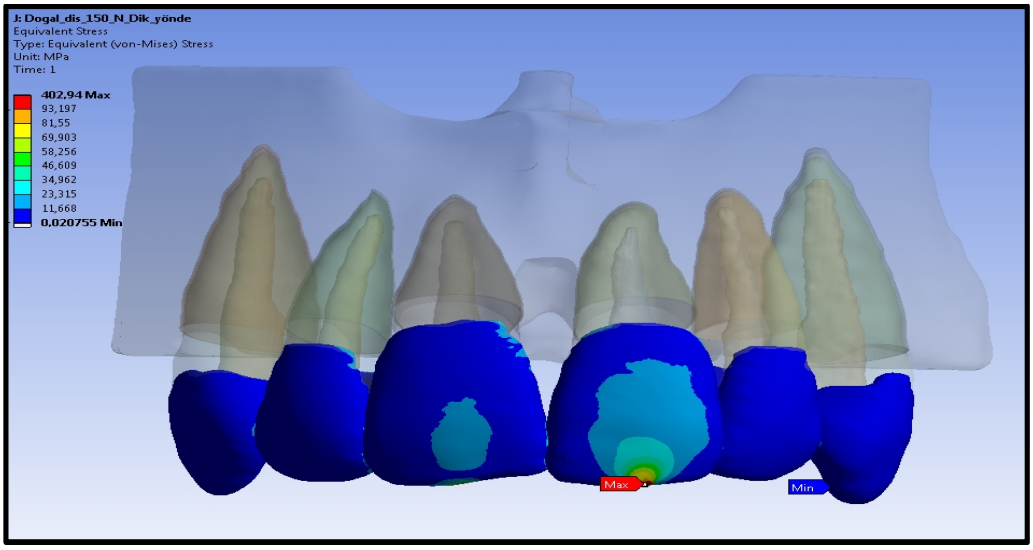
Kontrol grubu olarak seçilen sağlıklı diş modeli üzerine de aynı noktalardan, aynı kuvvetler uygulanmıştır.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında mine üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.1'de aktarılmıştır.

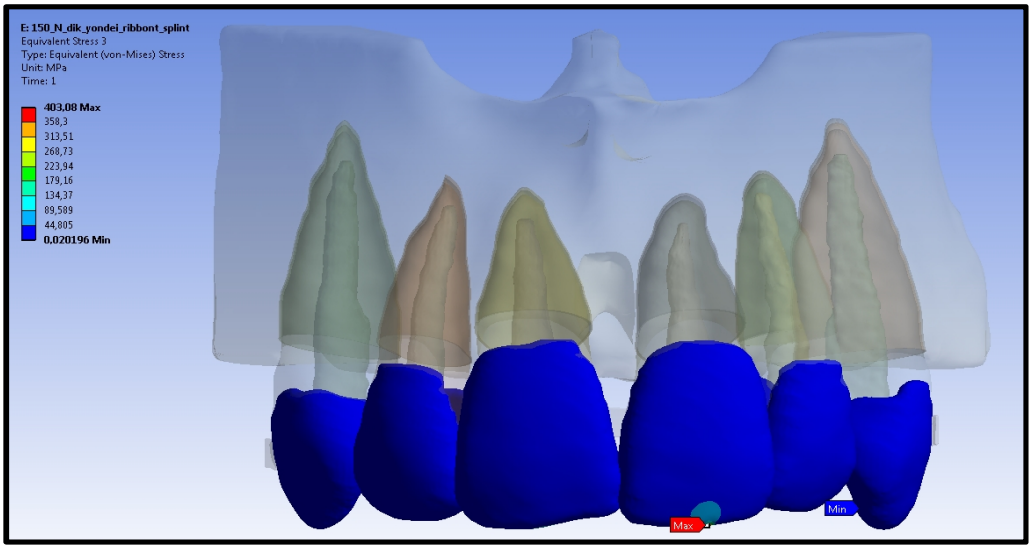


Grafik 4.1. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre minede oluşan von mises stres değerleri.

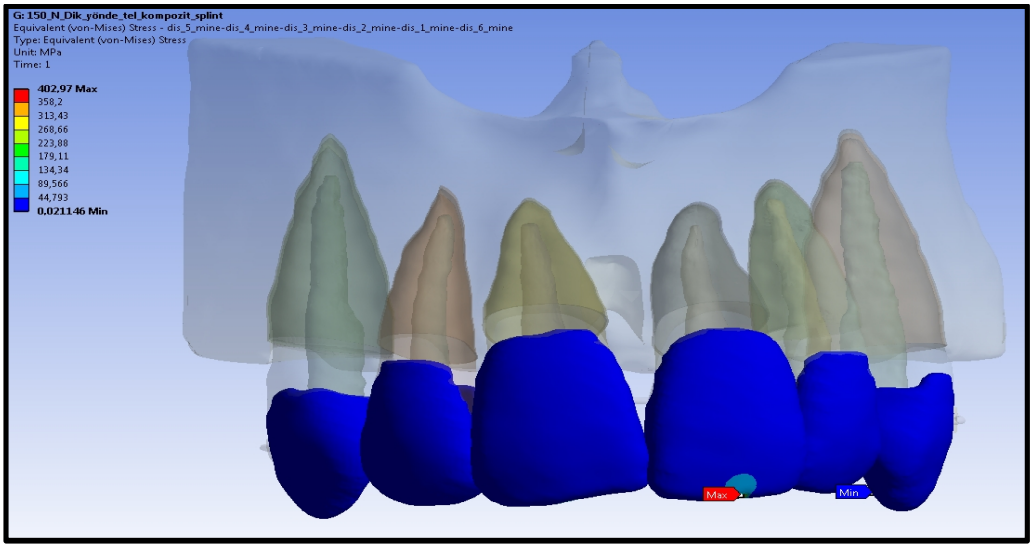
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında mine üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.1-5'te gösterilmiştir.



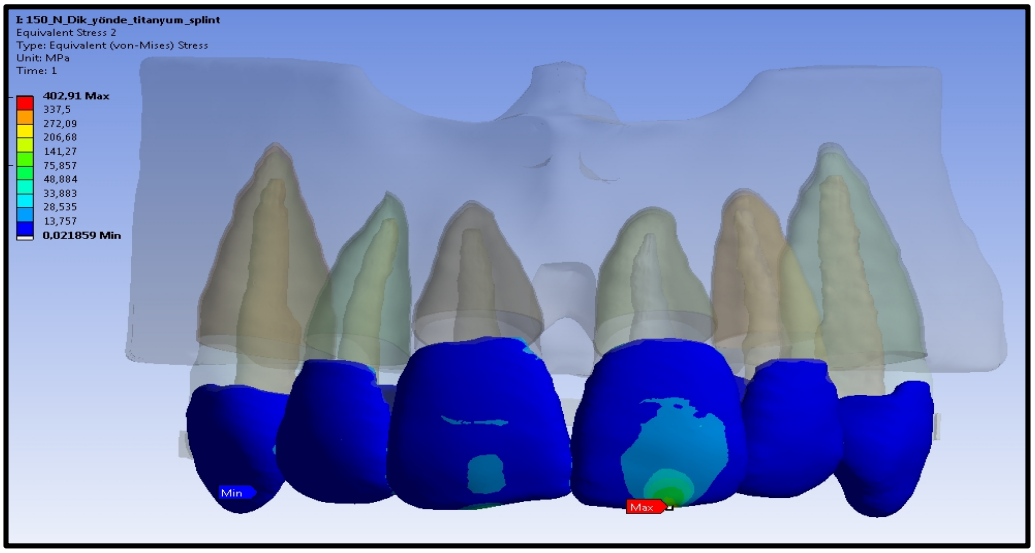
Şekil 4.1. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



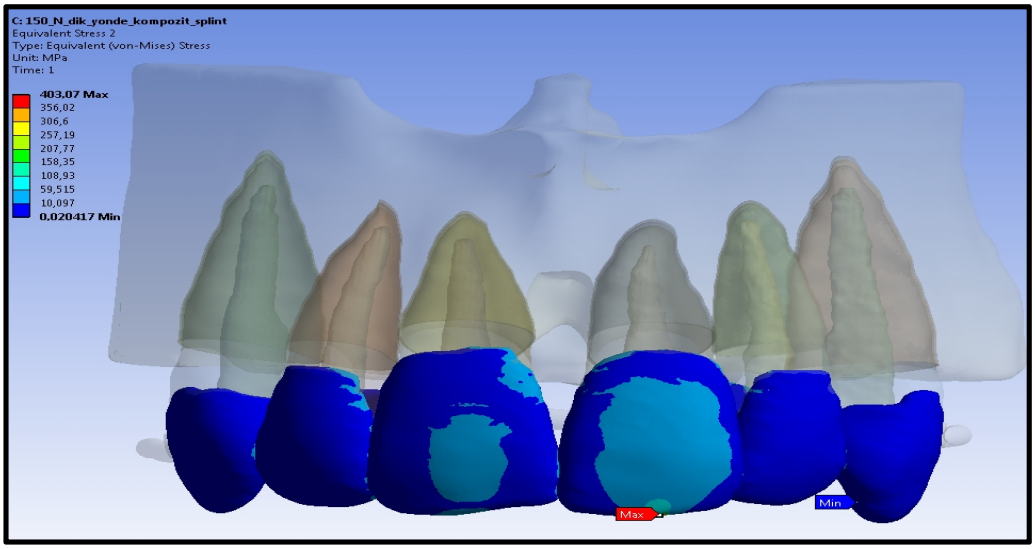
Şekil 4.2. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.3. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

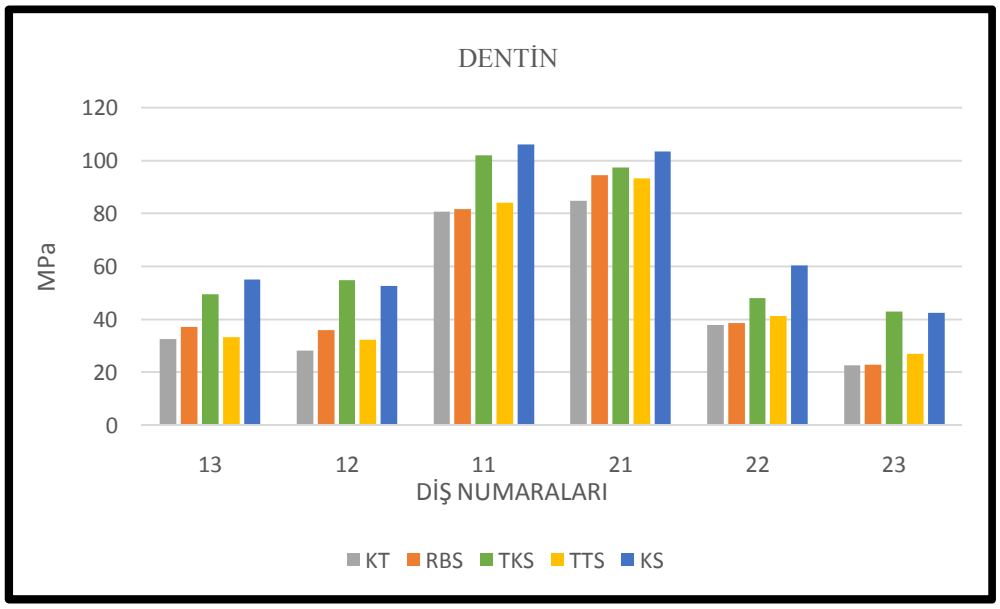


Şekil 4.4. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



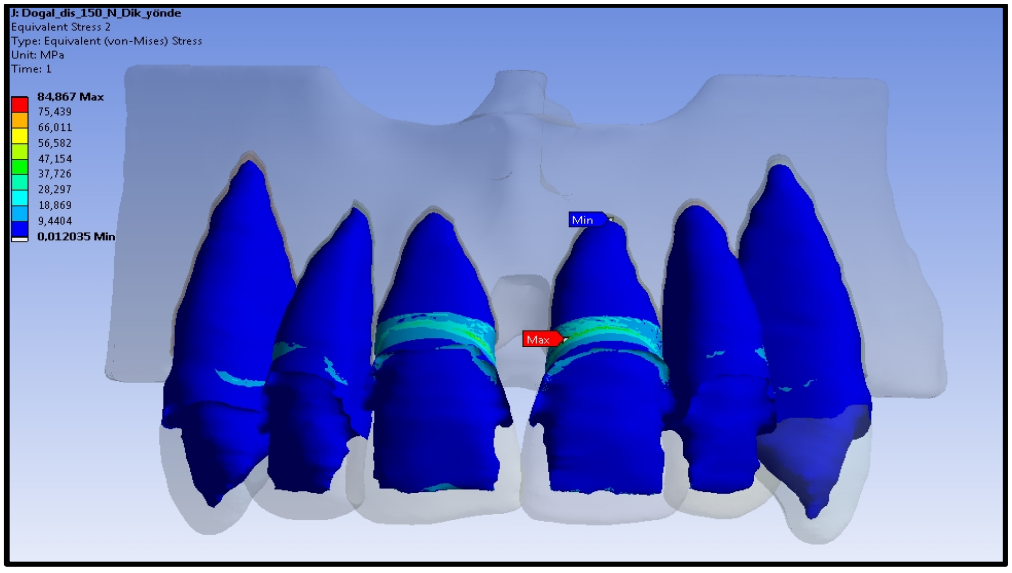
Şekil 4.5. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında dentin üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.2'de aktarılmıştır.

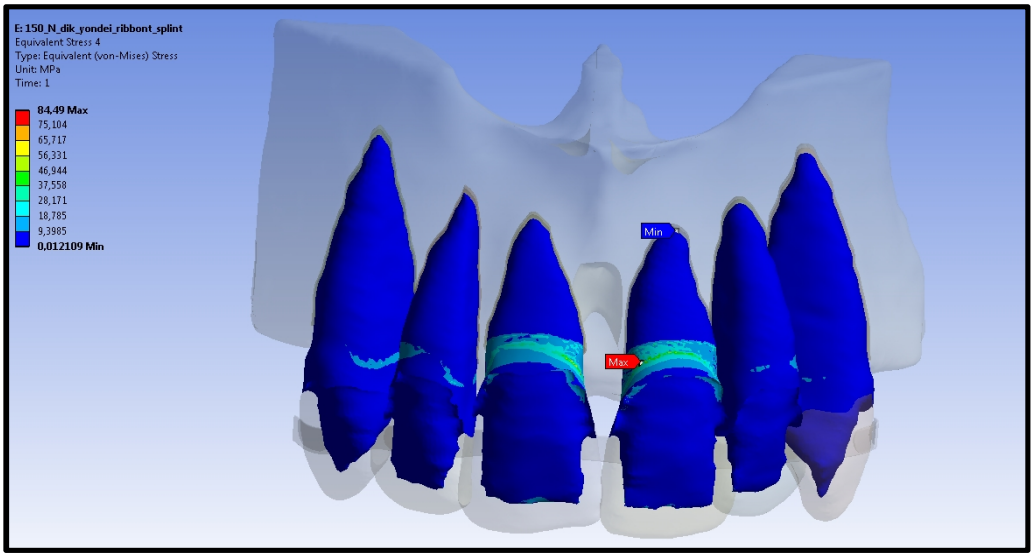


Grafik 4.2. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre dentinde oluşan von mises stres değerleri.

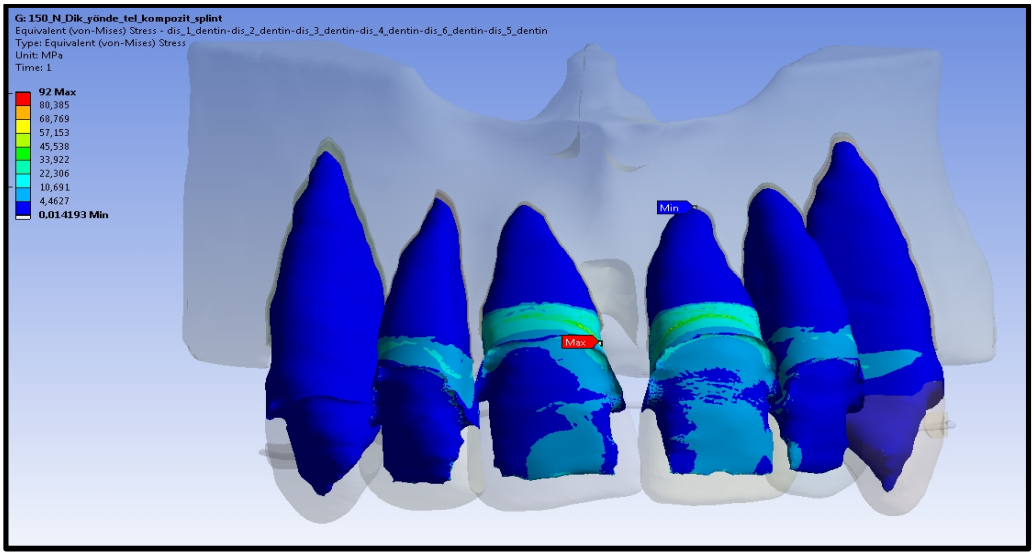
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında dentin üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.6-10'te gösterilmiştir.



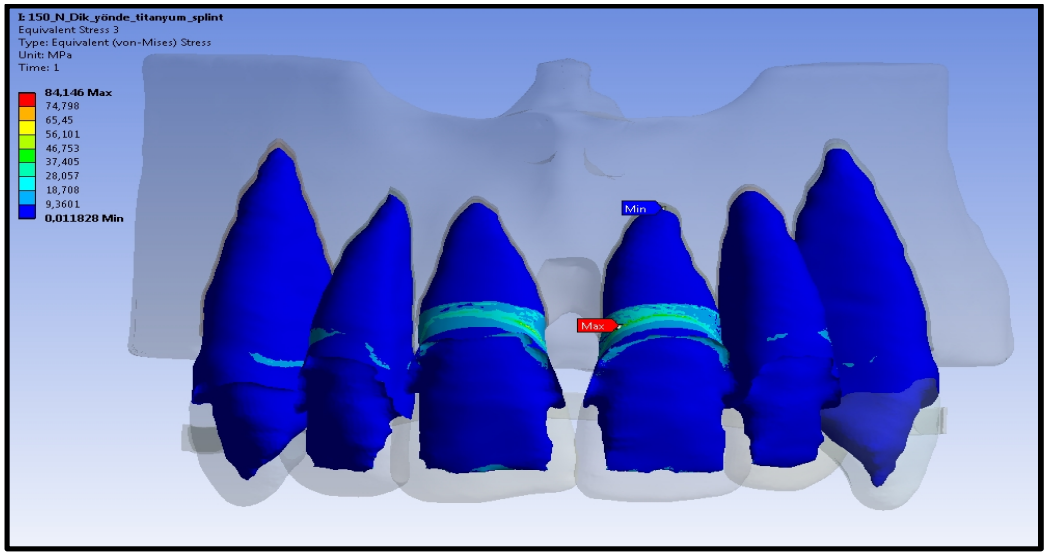
Şekil 4.6. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



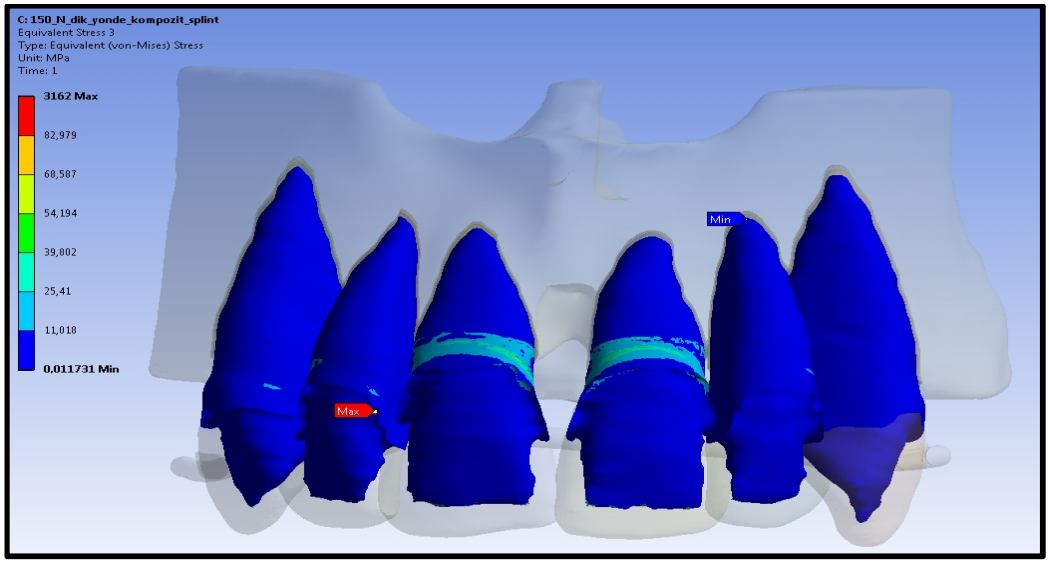
Şekil 4.7. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.8. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

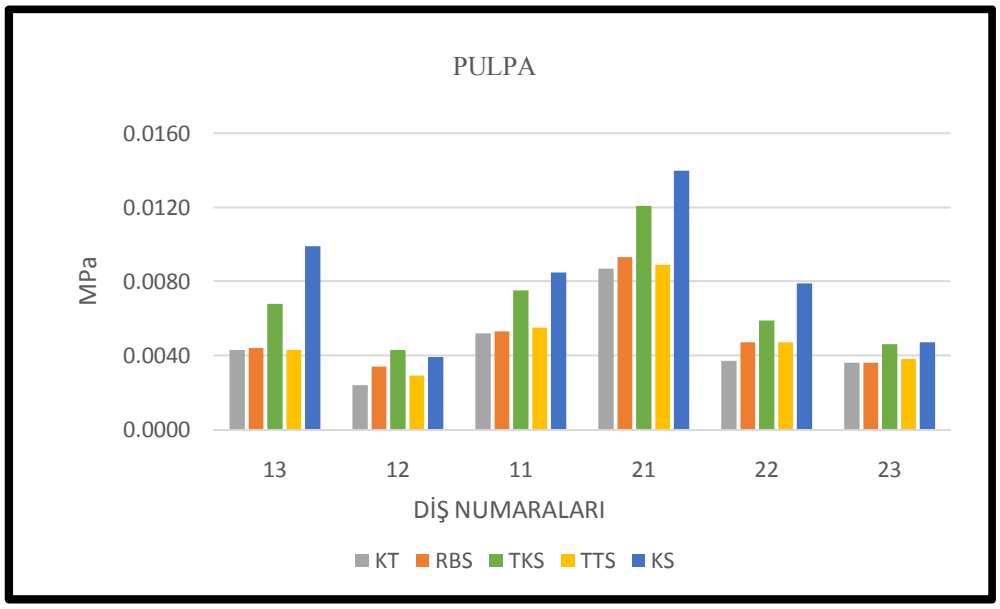


Şekil 4.9. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



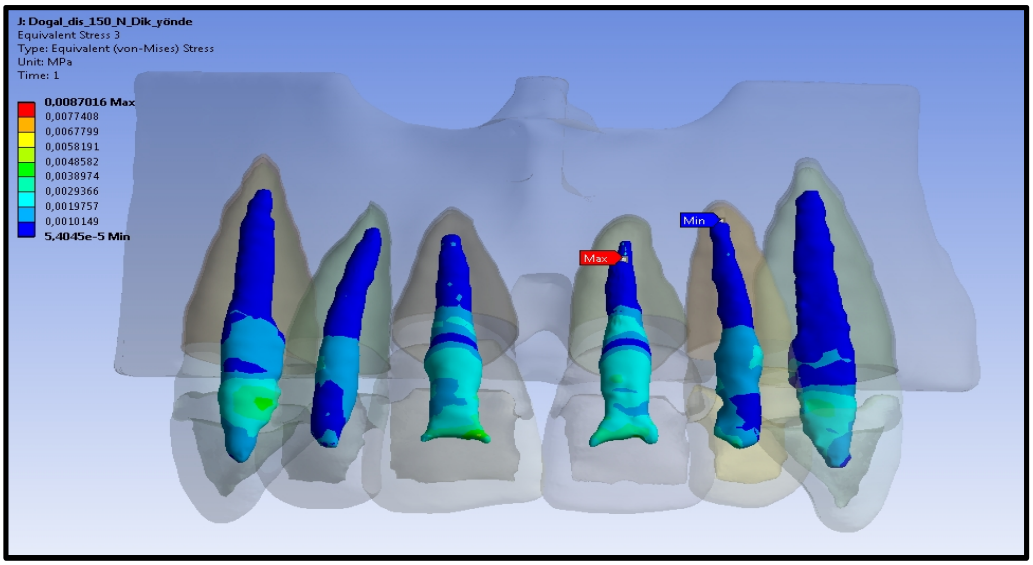
Şekil 4.10. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında pulpa üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.3'de aktarılmıştır.

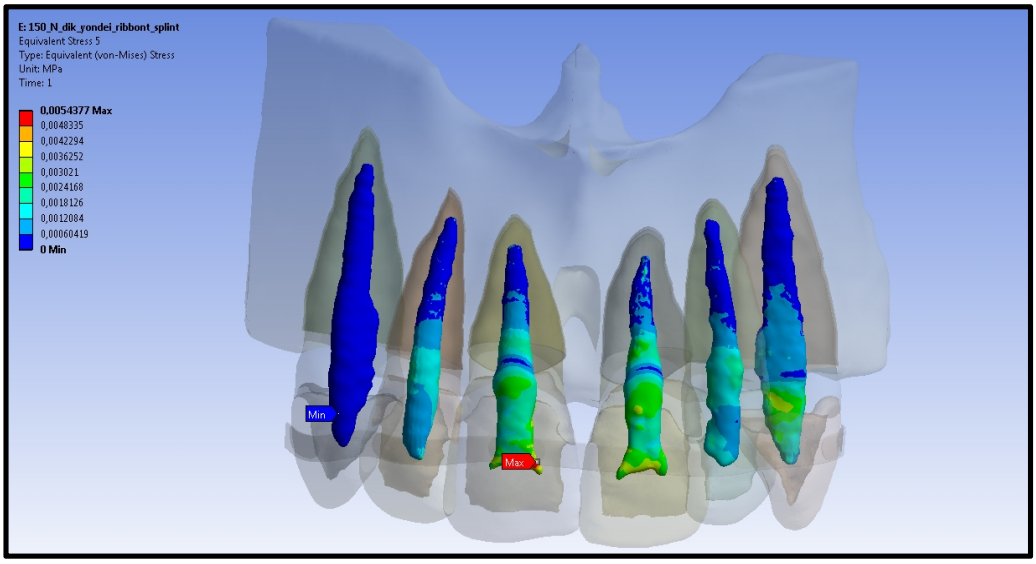


Grafik 4.3. Dikey kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre pulpada oluşan von mises stres değerleri.

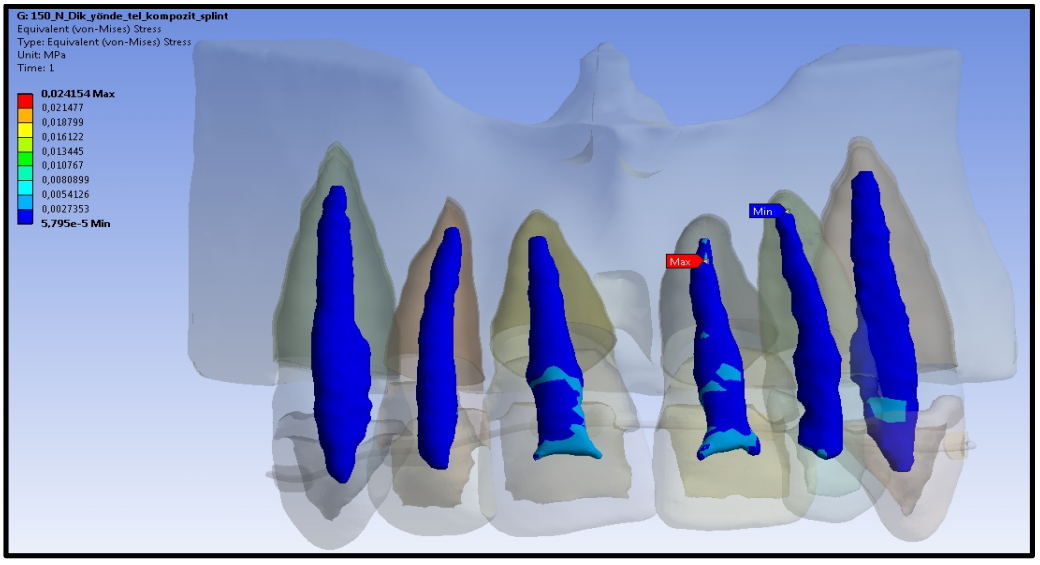
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında pulpa üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.11-15'te gösterilmiştir.



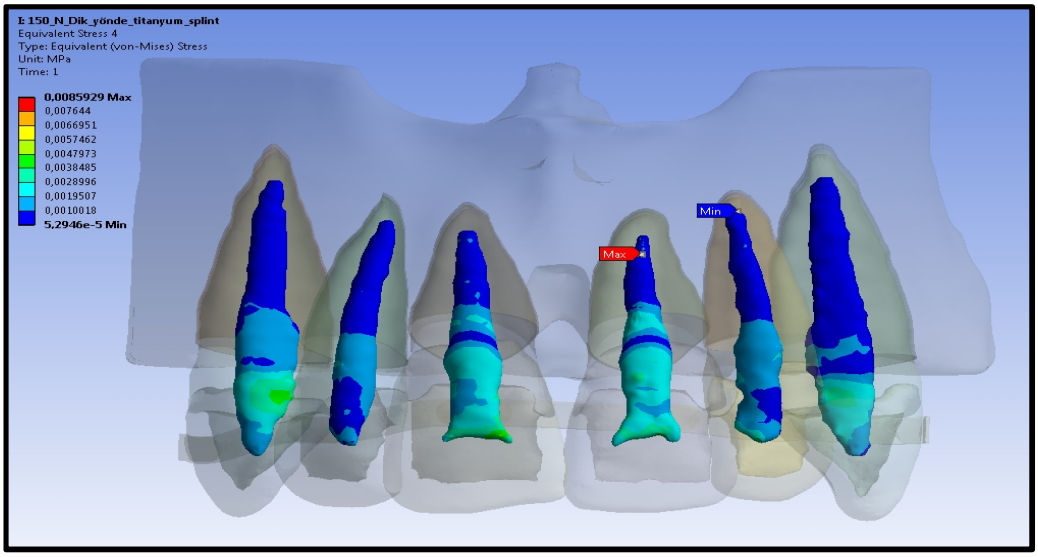
Şekil 4.11. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



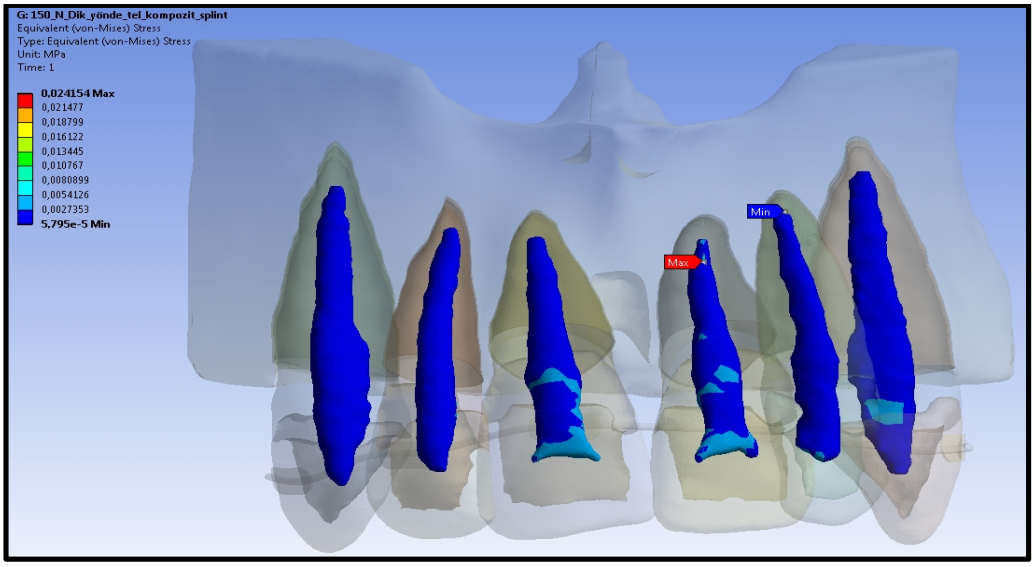
Şekil 4.12. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.13. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

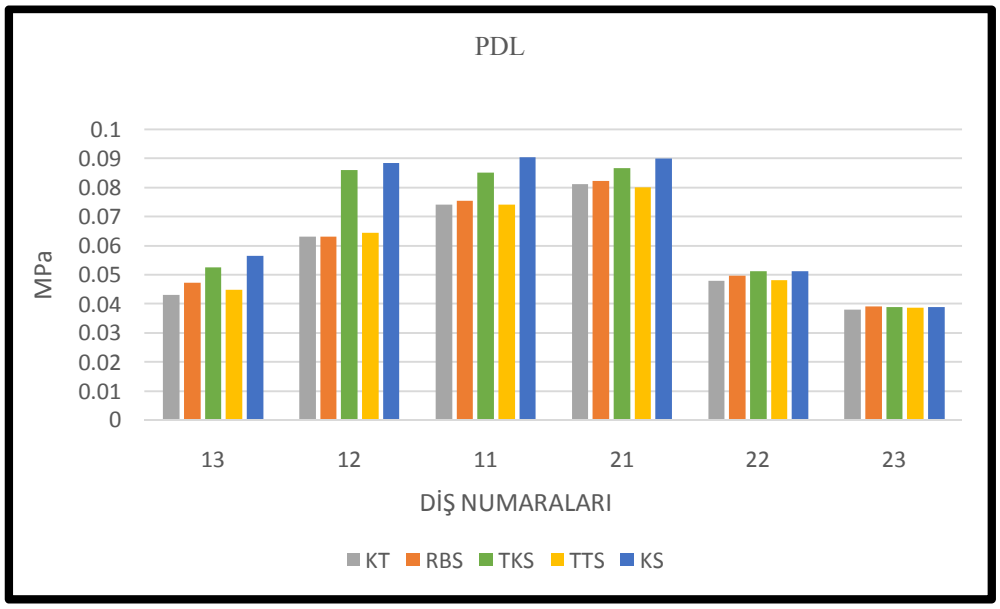


Şekil 4.14. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



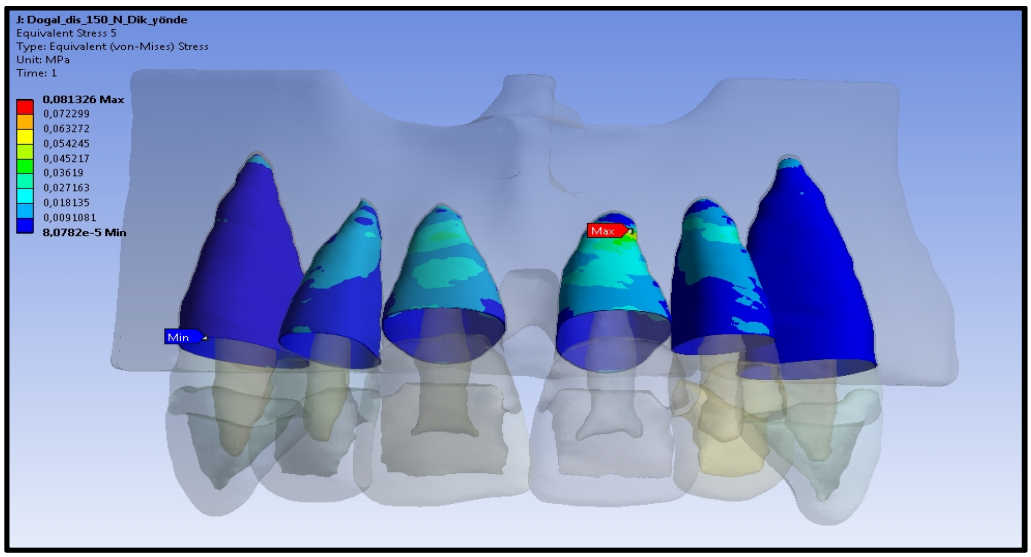
Şekil 4.15. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında PDL üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.4'de aktarılmıştır.

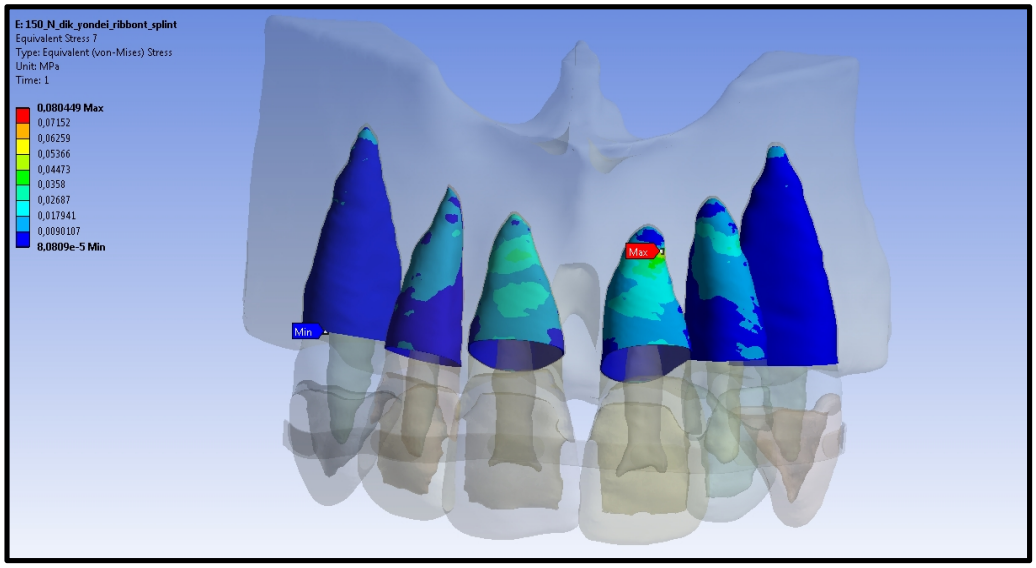


Grafik 4.4. Dikey Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre PDL'de Oluşan Von Mises Stres Değerleri

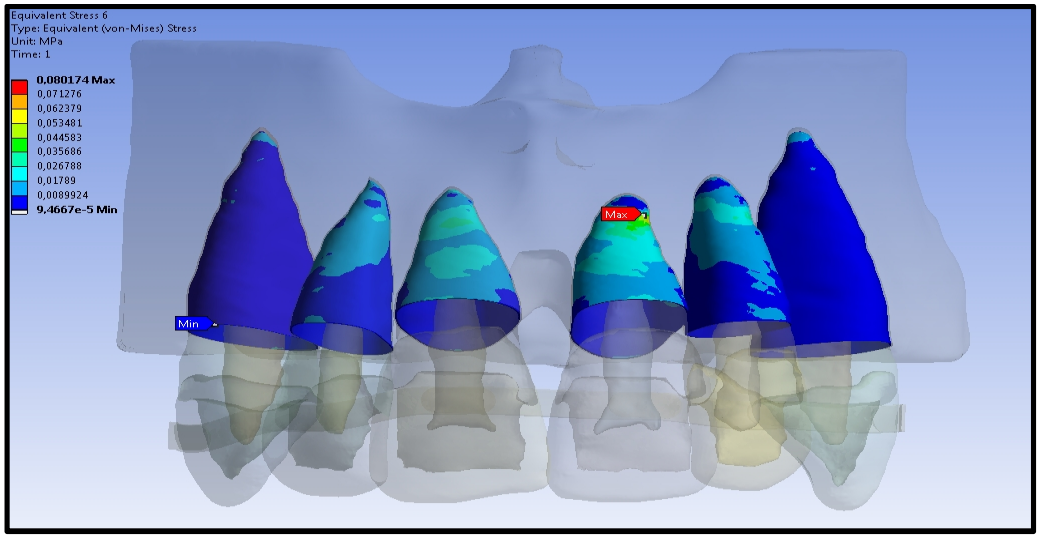
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında PDL üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.16-20'te gösterilmiştir.



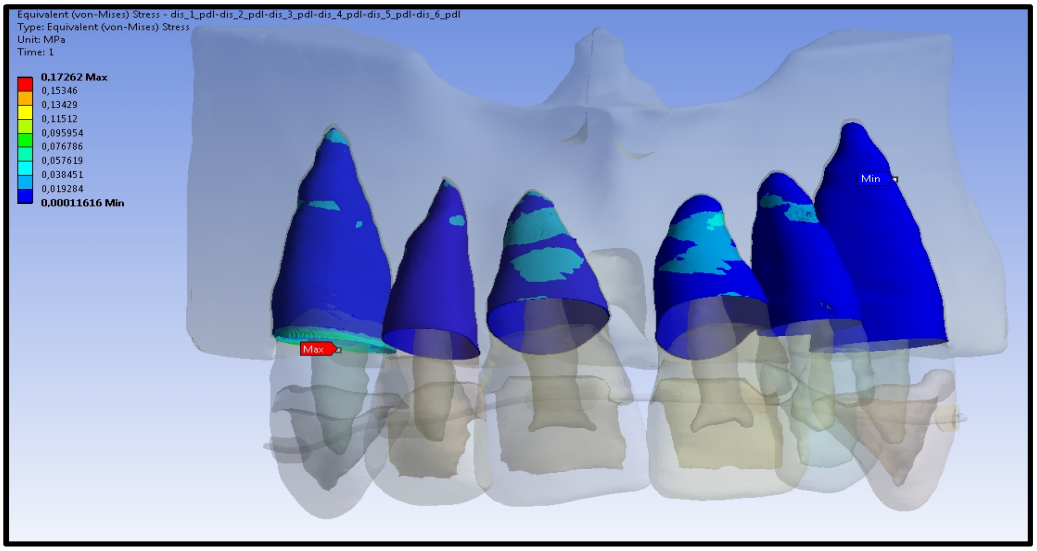
Şekil 4.16. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



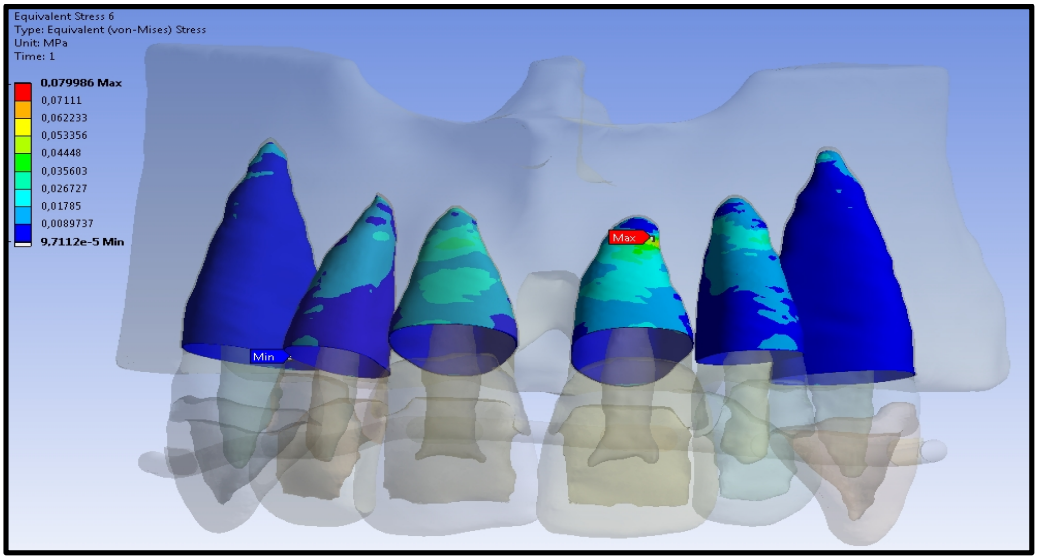
Şekil 4.17. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.18. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

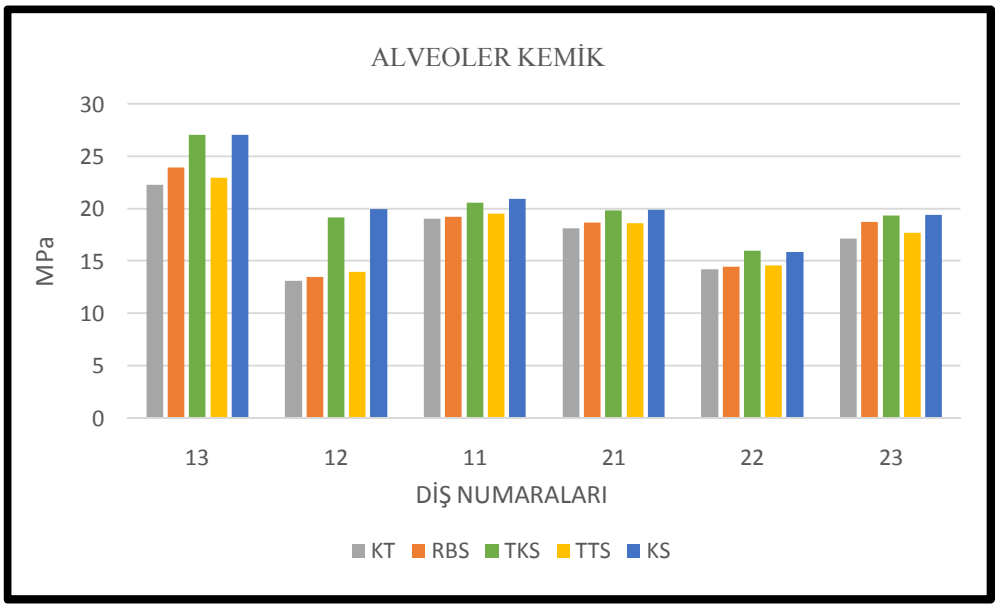


Şekil 4.19. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



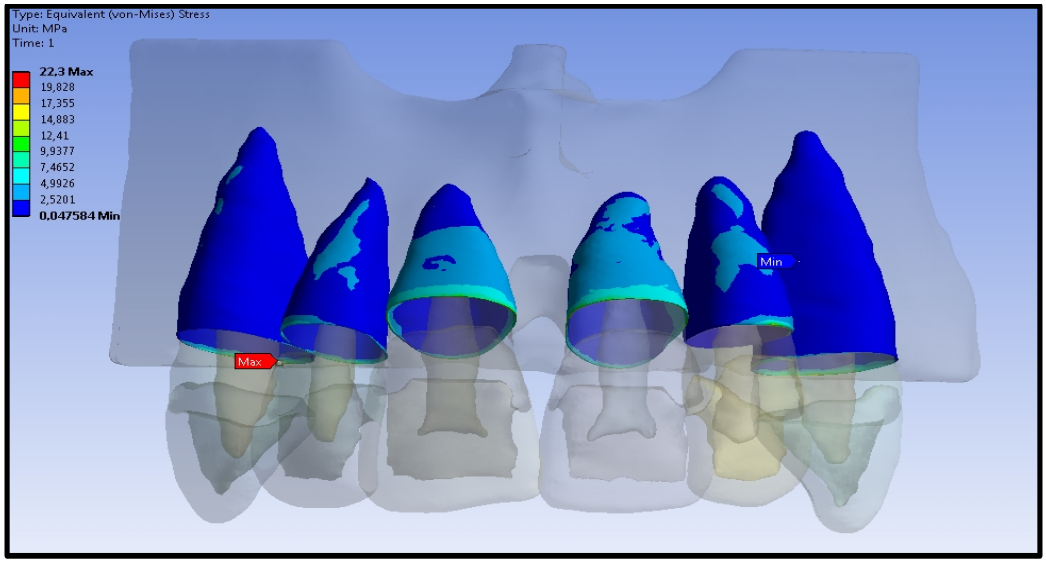
Şekil 4.20. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında alveoler kemik üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.5'de aktarılmıştır.

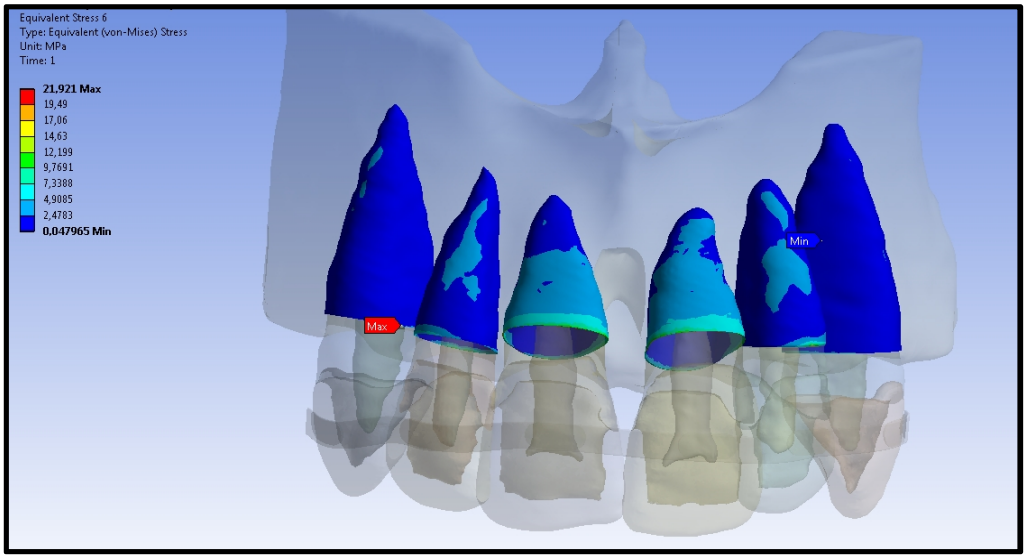


Grafik 4.5. Dikey Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Alveoler Kemikte Oluşan Von Mises Stres Değerleri

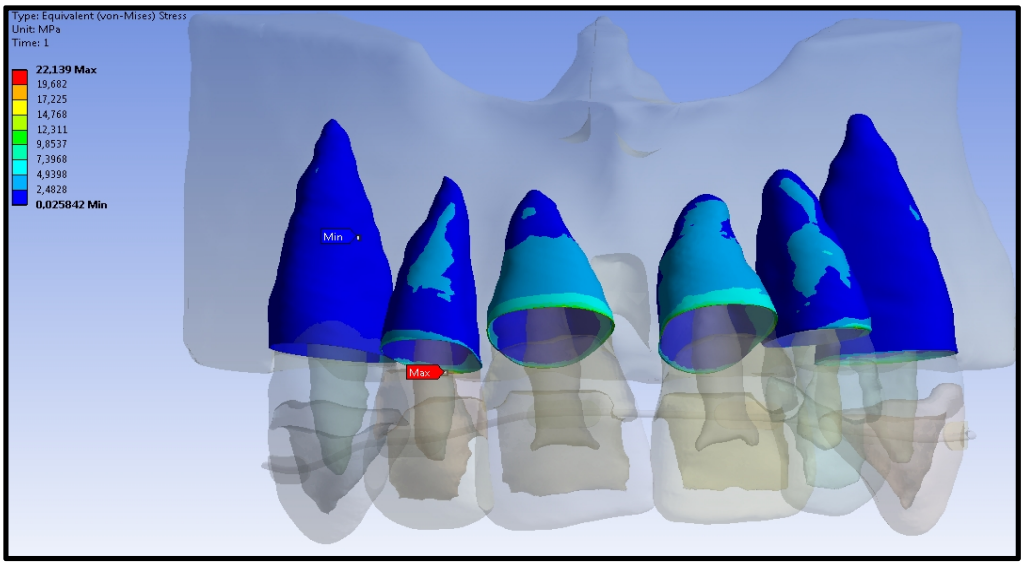
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında alveoler kemik üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.21-25'te gösterilmiştir.



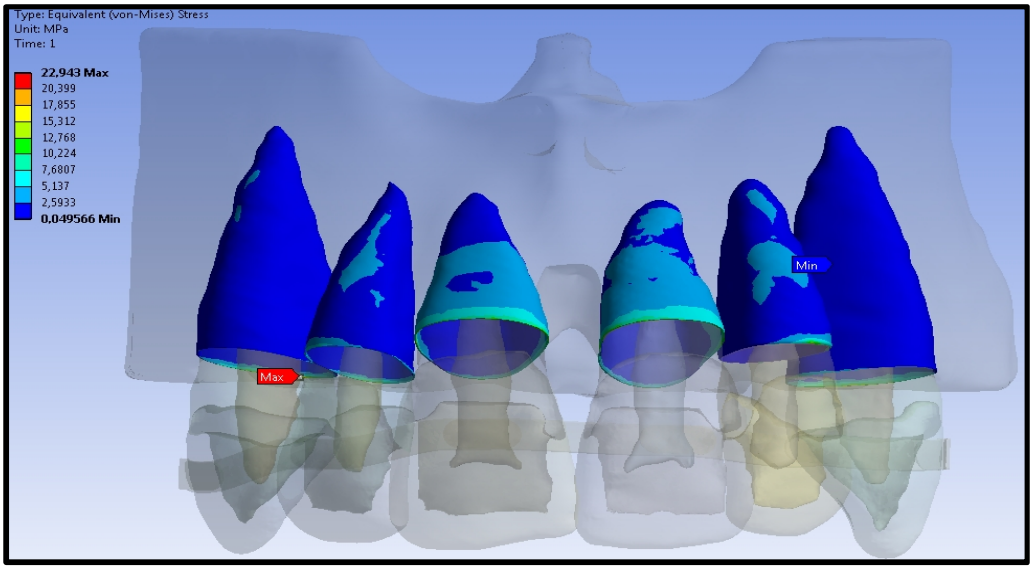
Şekil 4.21. Dikey kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



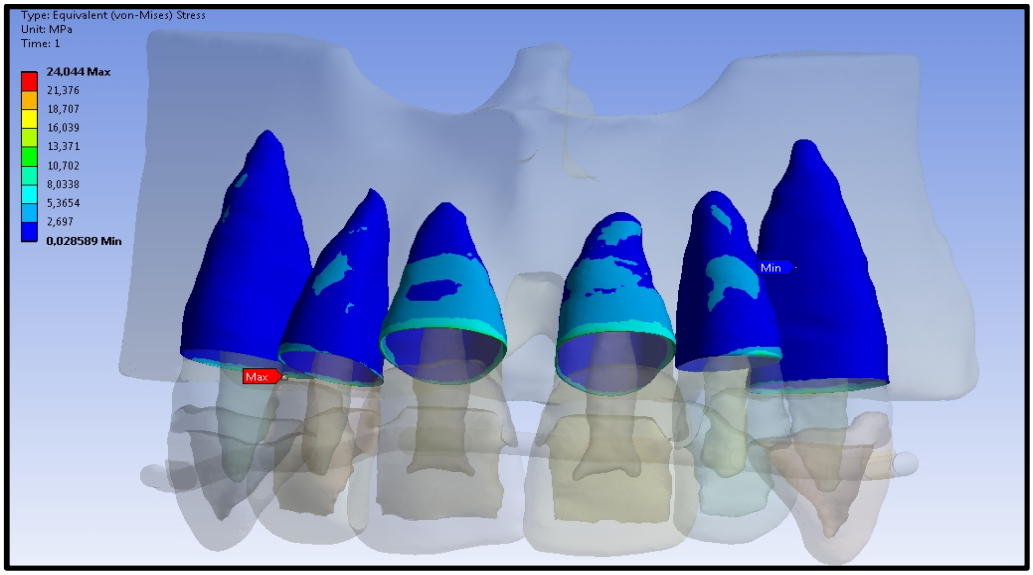
Şekil 4.22. Dikey kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.23. Dikey kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.24. Dikey kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

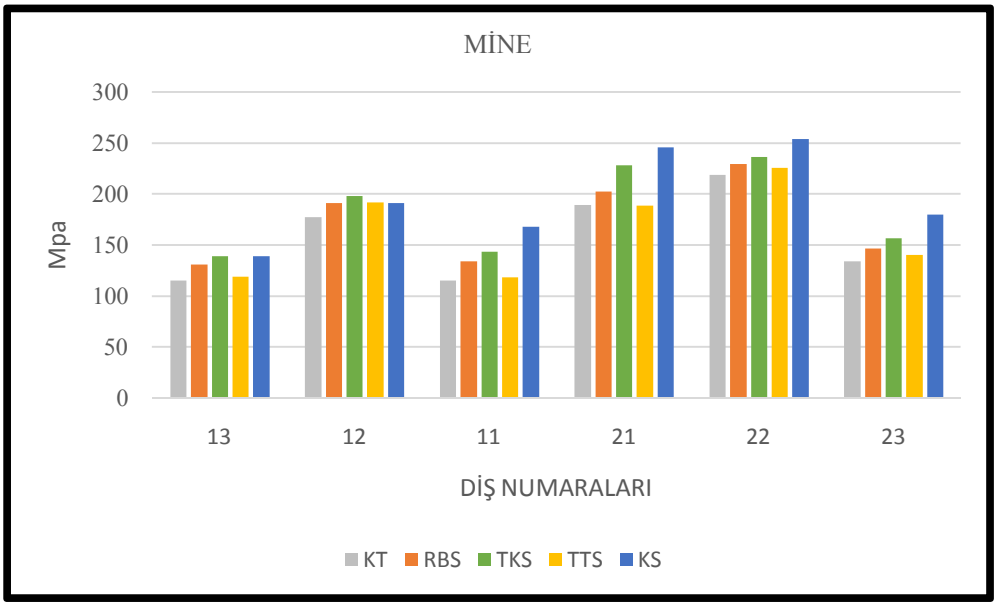


Şekil 4.25. Dikey kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

4.1.2. Oblik Kuvvet Uygulanan Modellerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

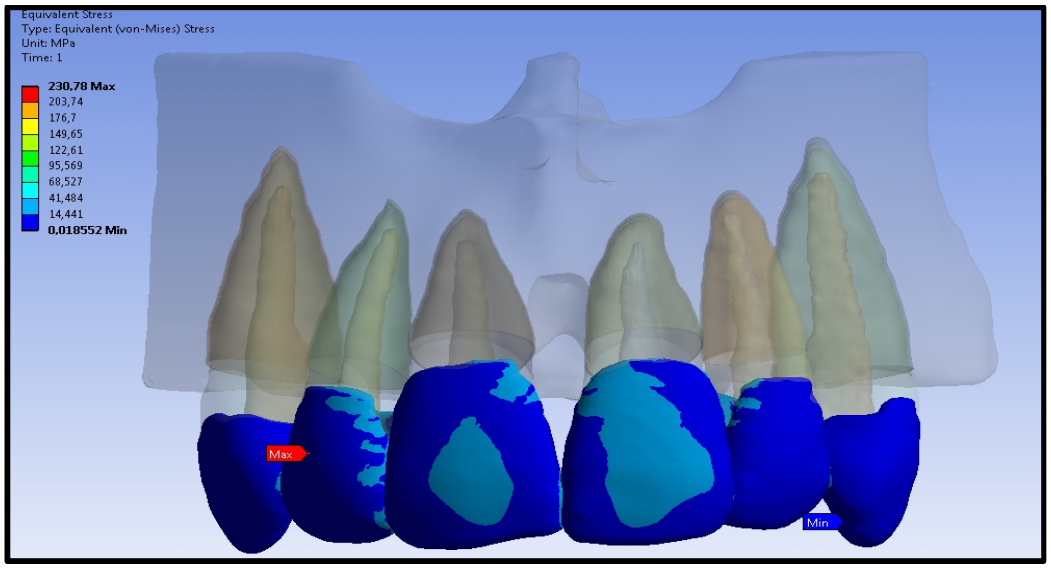
Isırma kuvvetini taklit etmek amacıyla dişin uzun aksı ile 45° lik açı ile 150 N'luk kuvvet modeller üzerinde belirlenen palatinal noktalara uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet sonucunda diş dokularında oluşan maksimum Von Mises stres değerleri aşağıdaki şekil ve grafiklerle gösterilmiştir. Şekiller üzerinde kırmızıdan maviye doğru değişen renkler, azalan Von Mises stres değerlerini ifade etmektedir.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında mine üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.6'de aktarılmıştır.

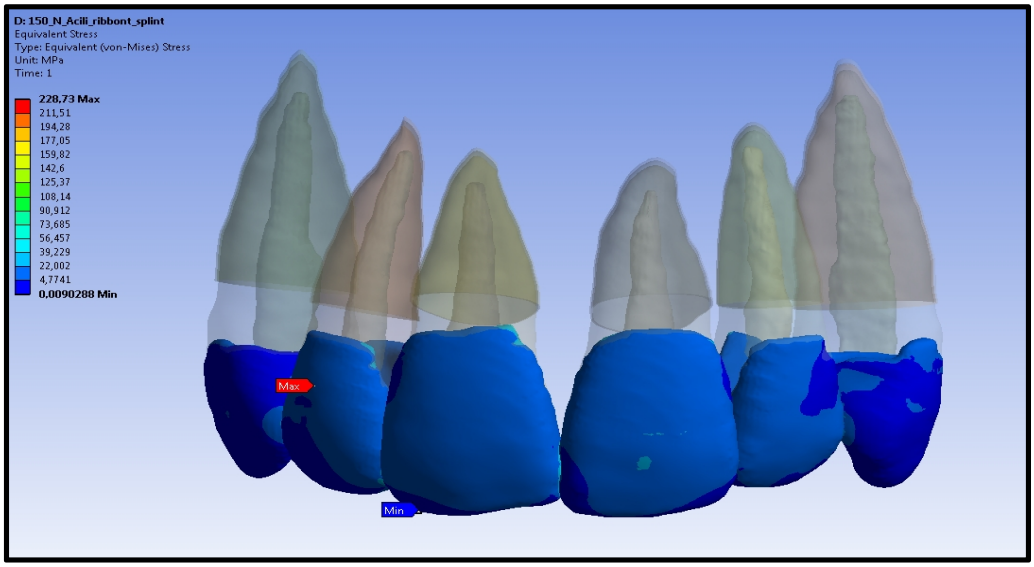


Grafik 4.6. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Minede Oluşan Von Mises Stres Değerleri

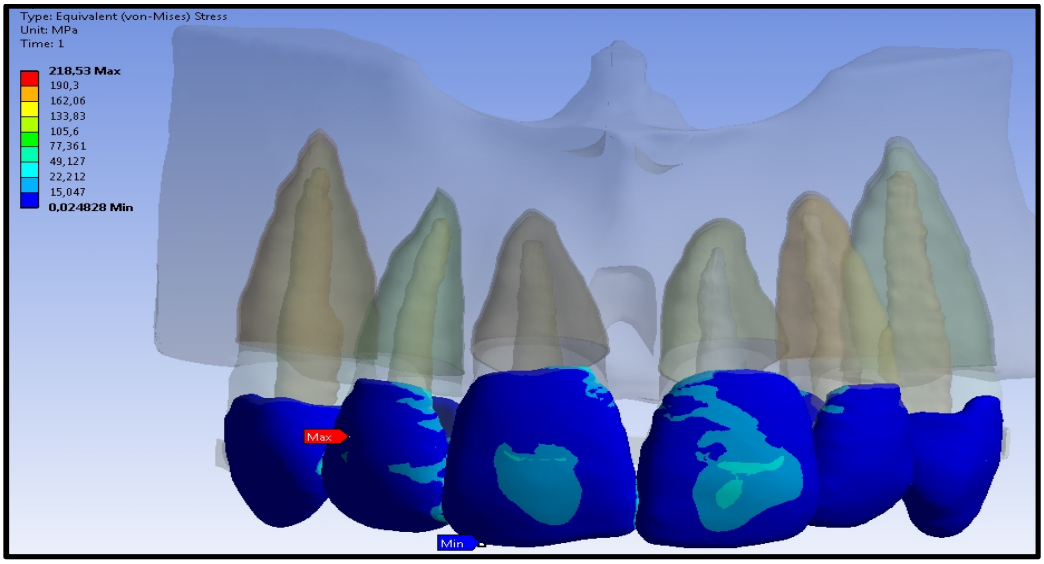
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında mine üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.26-30'te gösterilmiştir.



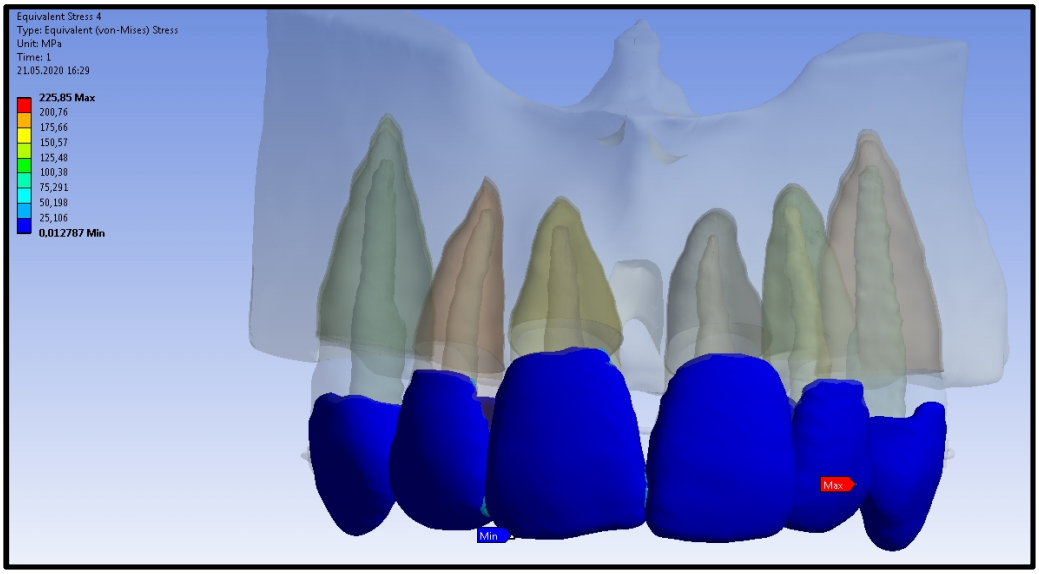
Şekil 4.26. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



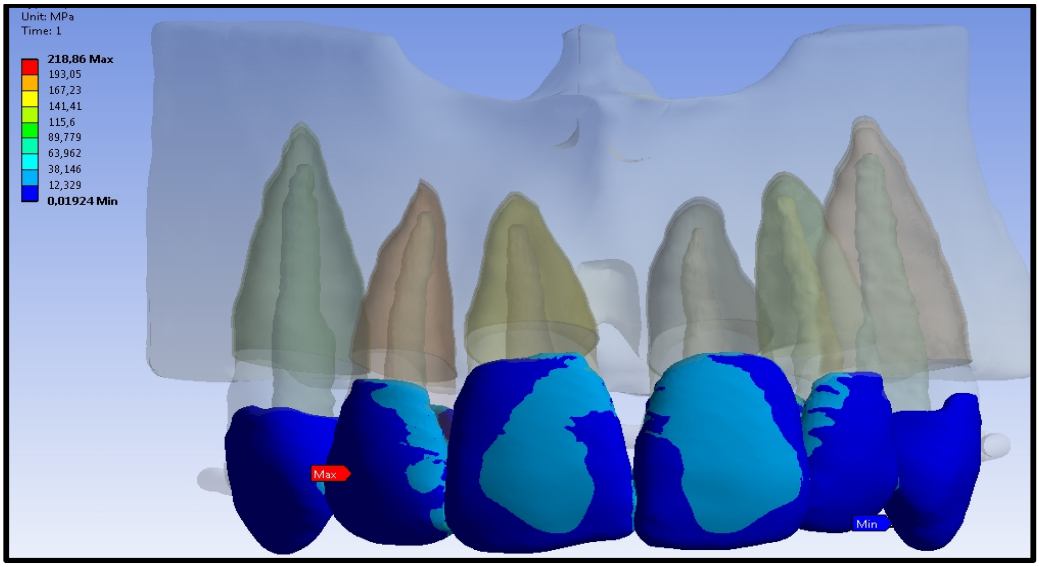
Şekil 4.27. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.28. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

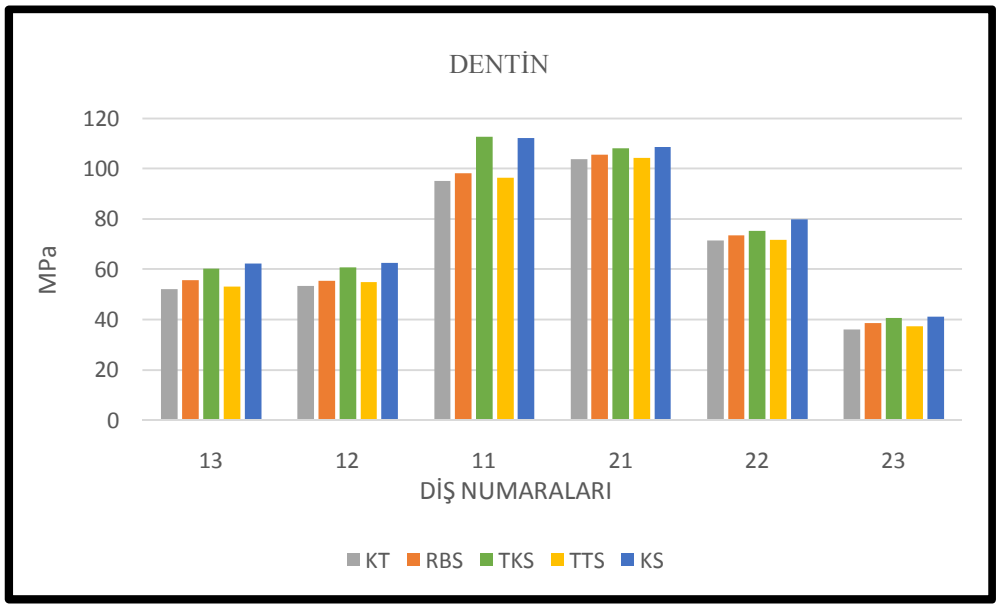


Şekil 4.29. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



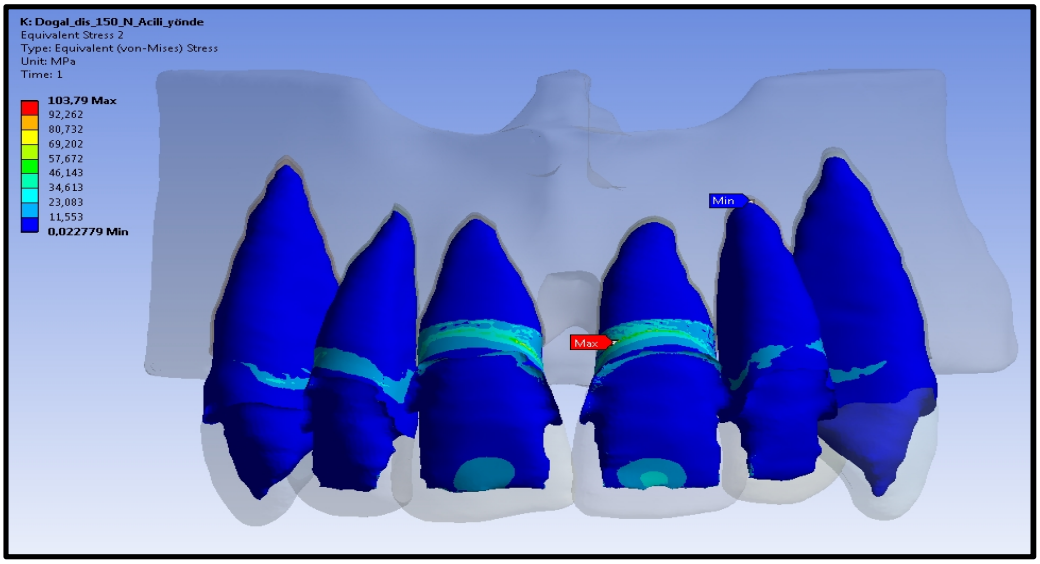
Şekil 4.30. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de minede oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında dentin üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.7'de aktarılmıştır.

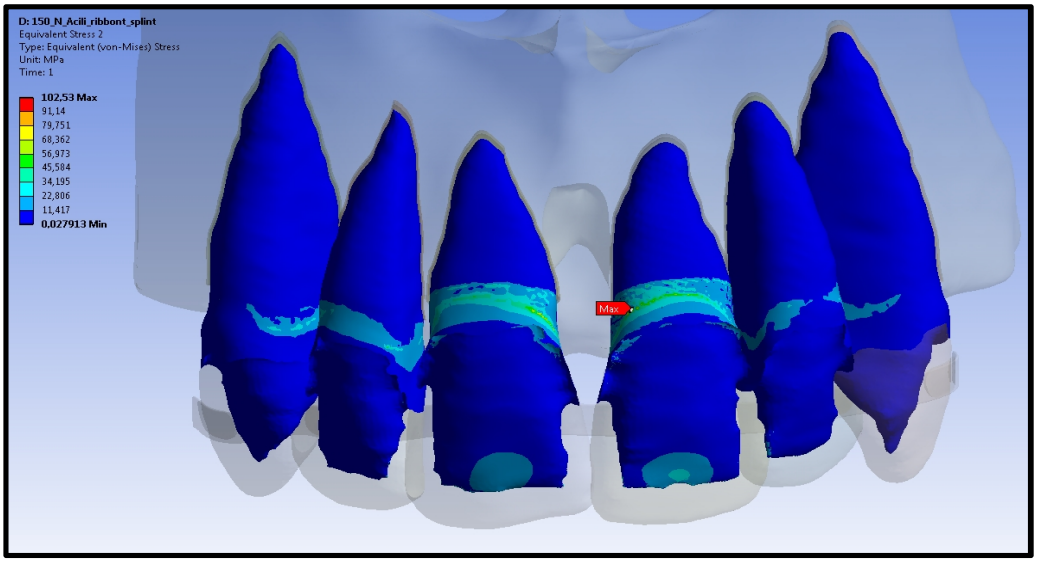


Grafik 4.7. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Dentinde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

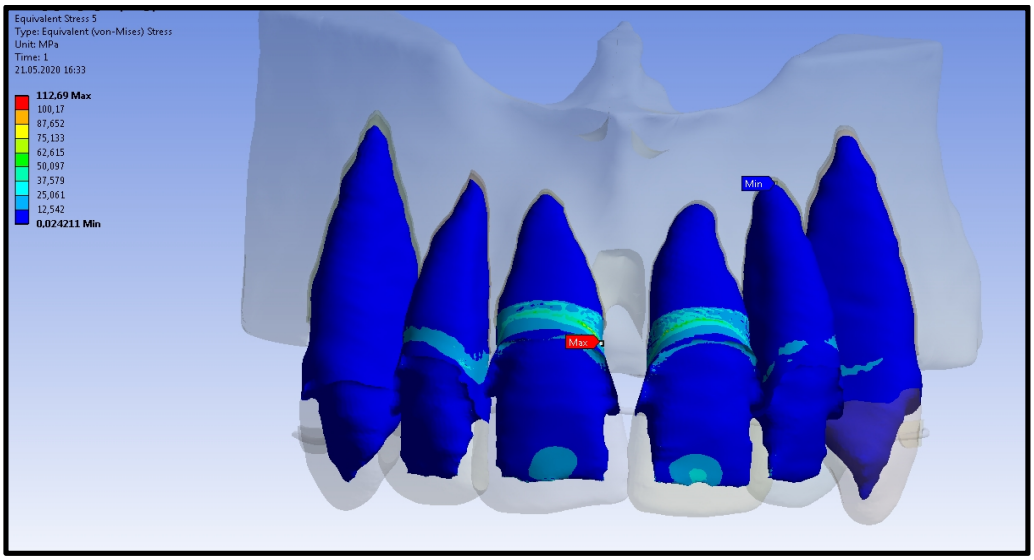
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında dentin üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.31-35'te gösterilmiştir.



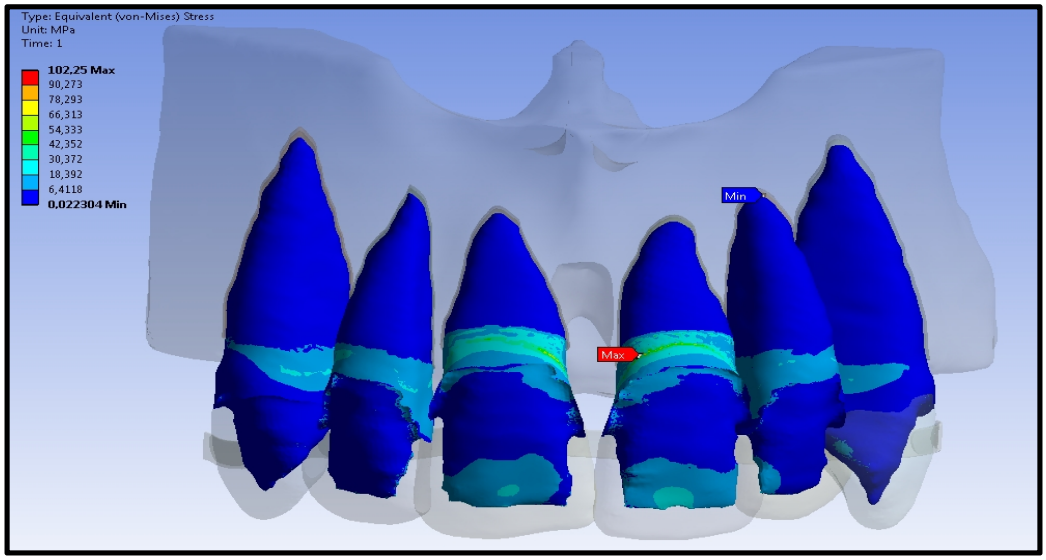
Şekil 4.31. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



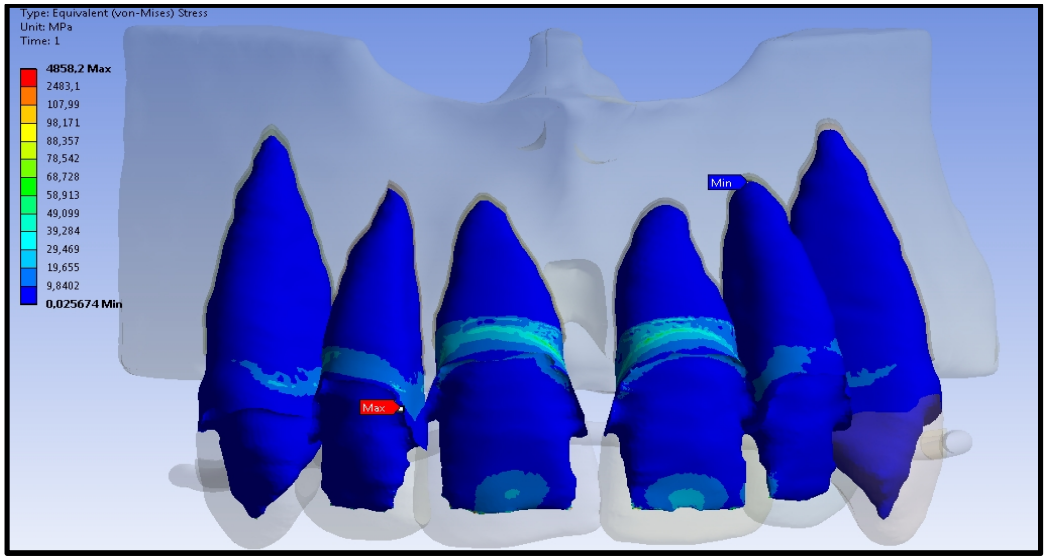
Şekil 4.32. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.33. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

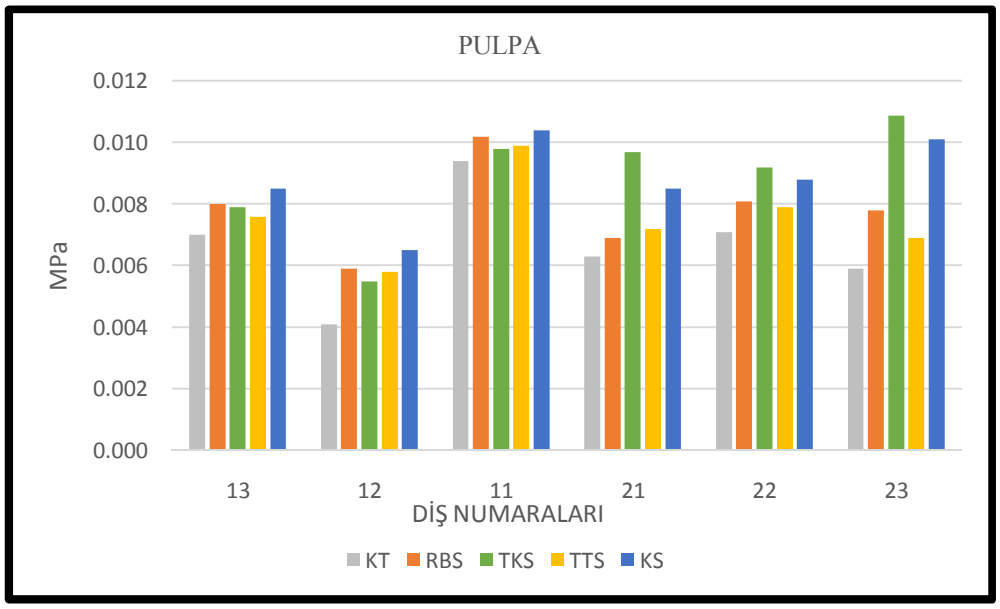


Şekil 4.34. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



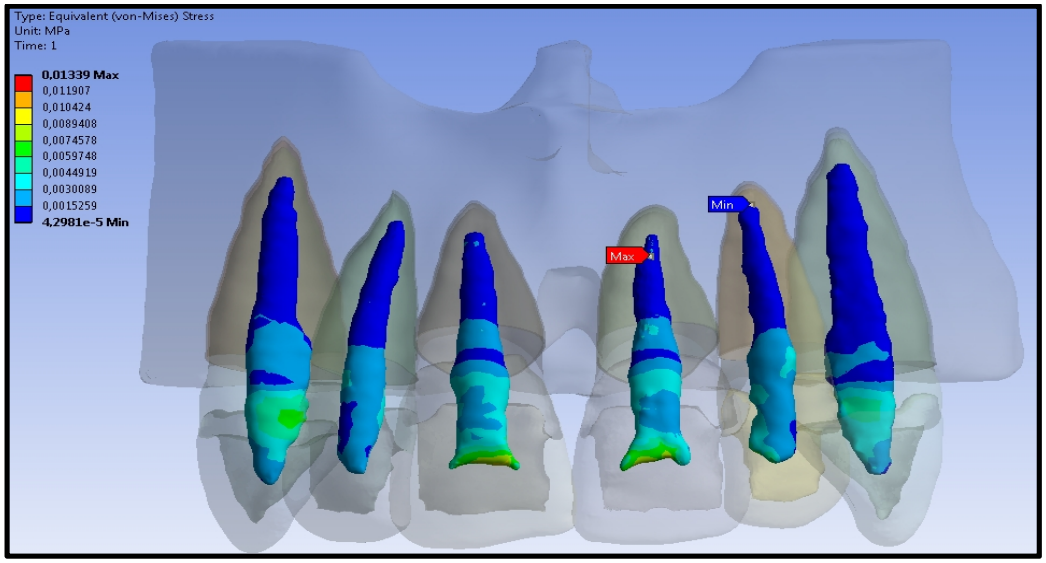
Şekil 4.35. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de dentinde oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında pulpa üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.8'de aktarılmıştır.

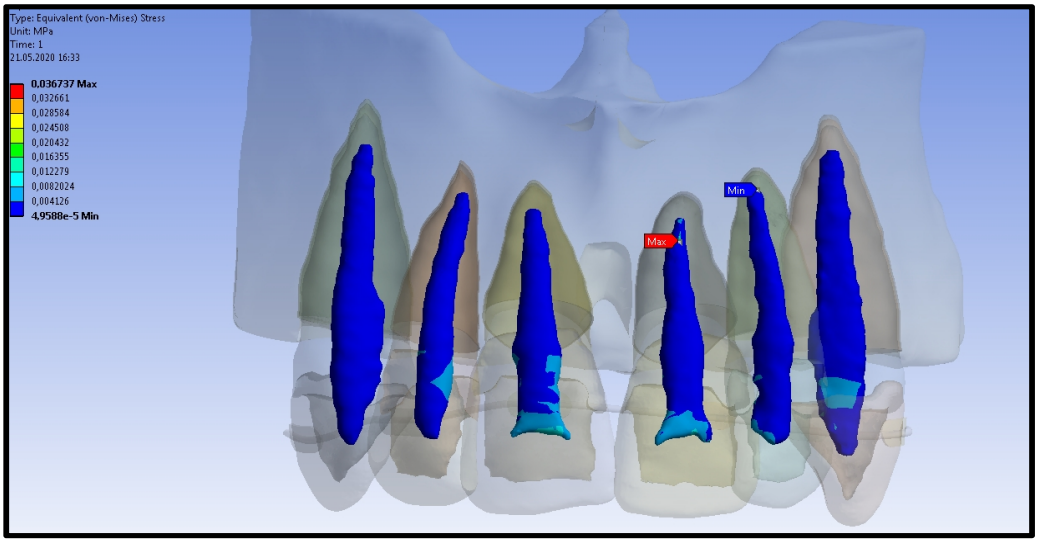


Grafik 4.8. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Pulpada Oluşan Von Mises Stres Değerleri

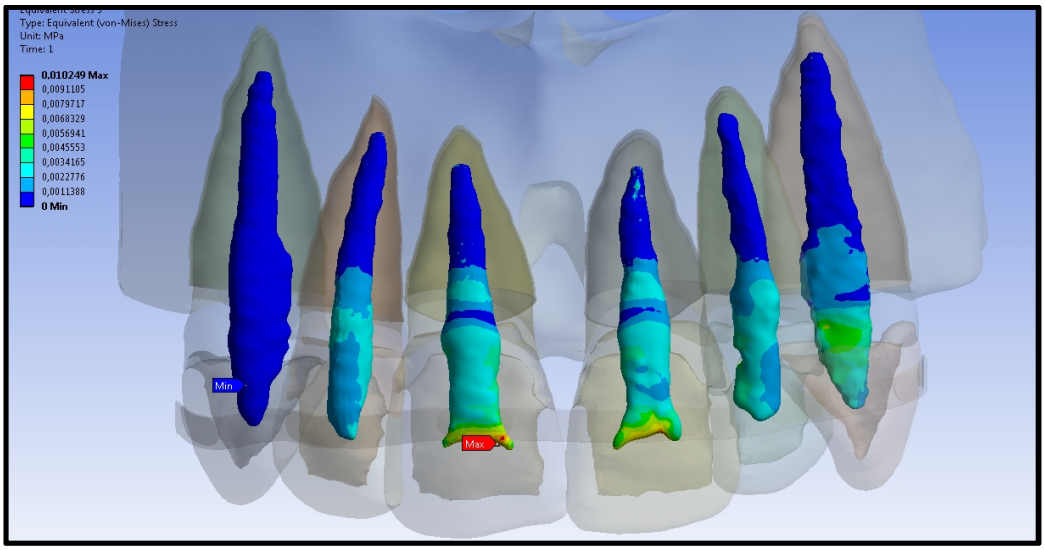
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında pulpa üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.36-40'te gösterilmiştir.



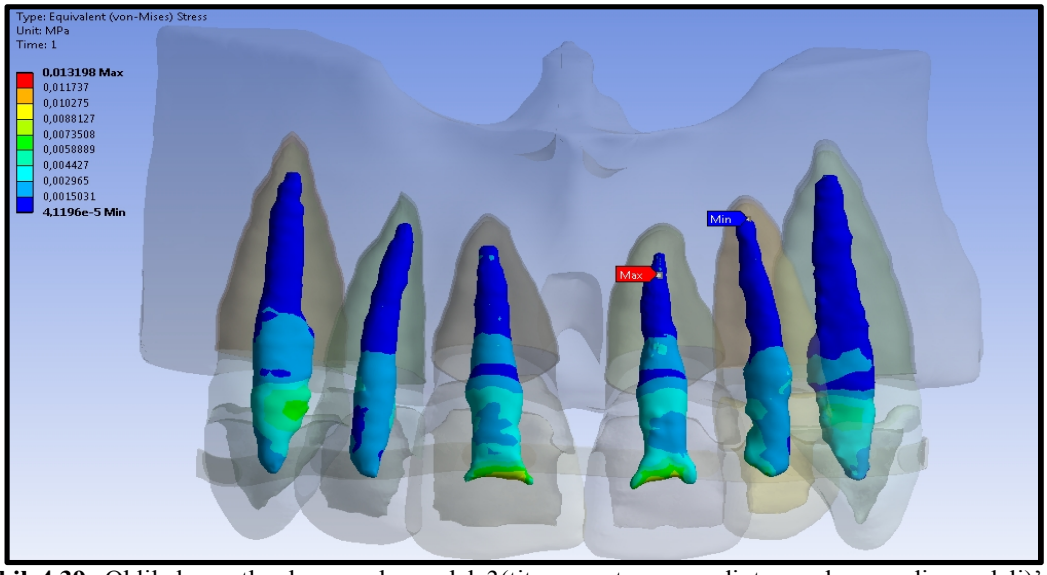
Şekil 4.36. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



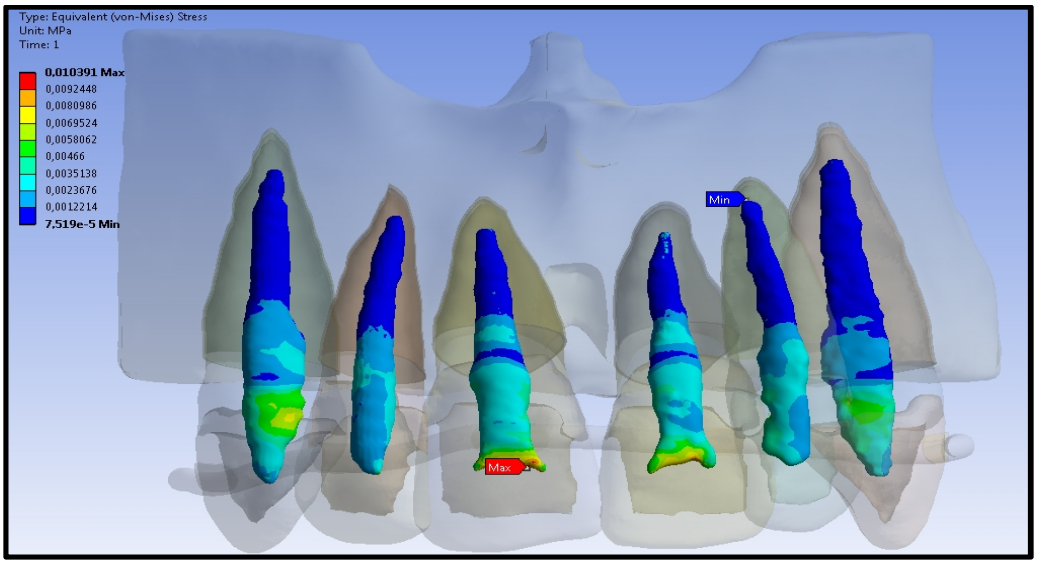
Şekil 4.37. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.38. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

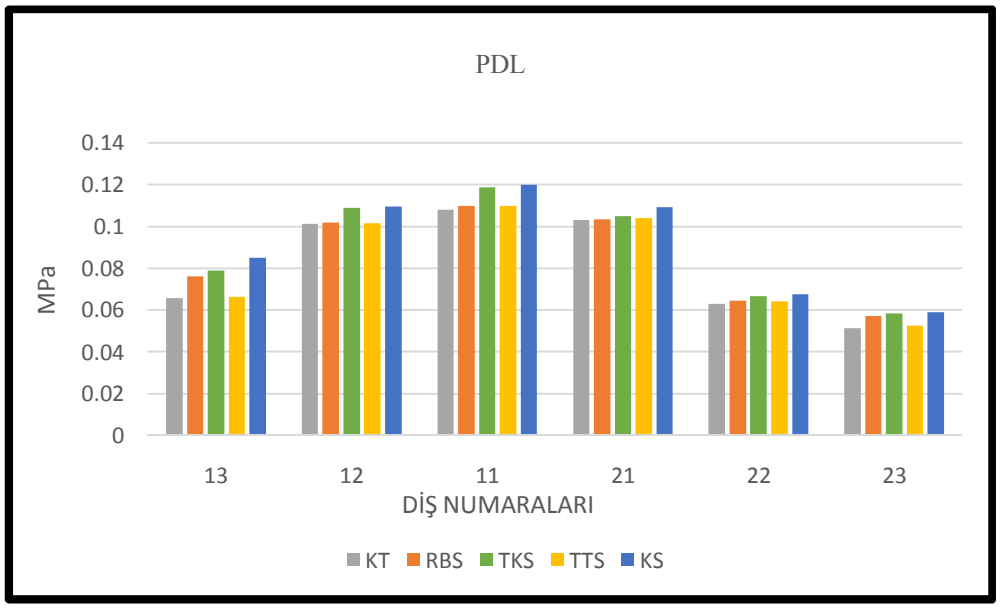


Şekil 4.39. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



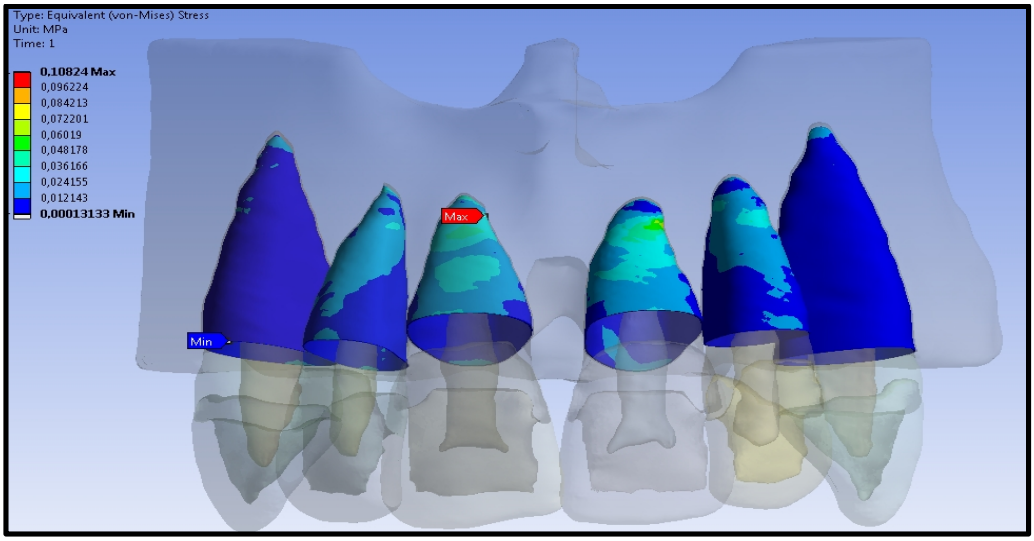
Şekil 4.40. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de pulpada oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında PDL üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.8'de aktarılmıştır.

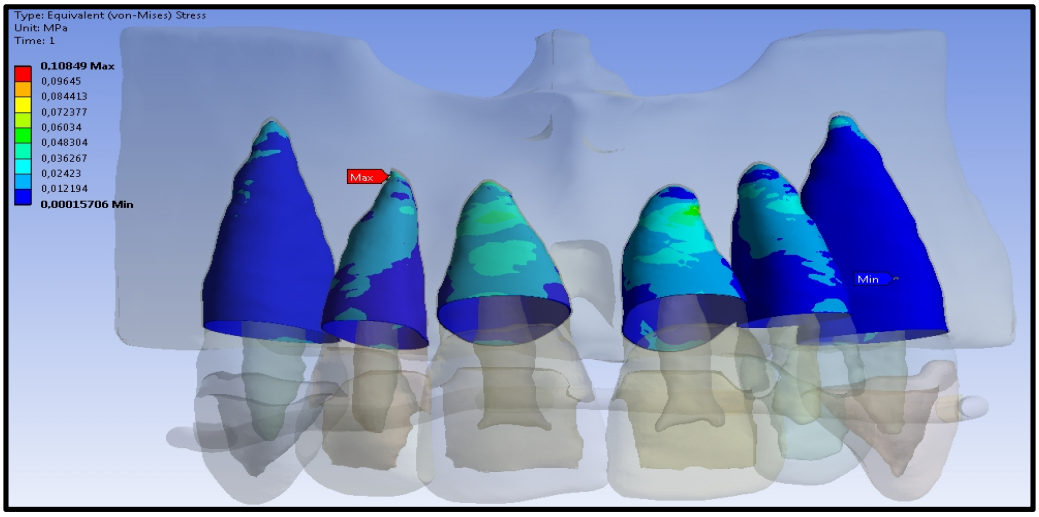


Grafik 4.9. Oblik kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre pdl'de oluşan von mises stres değerleri

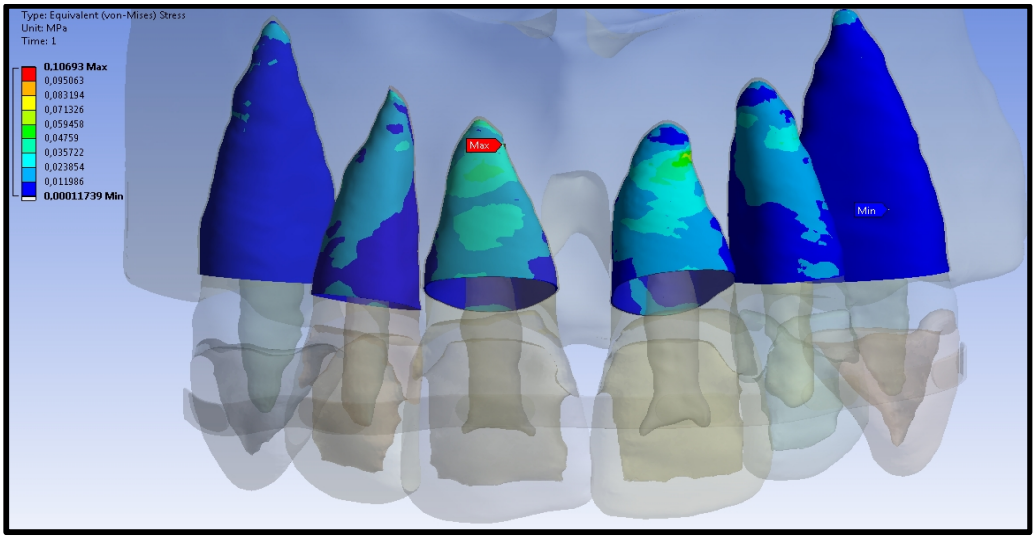
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında PDL üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.41-45'te gösterilmiştir.



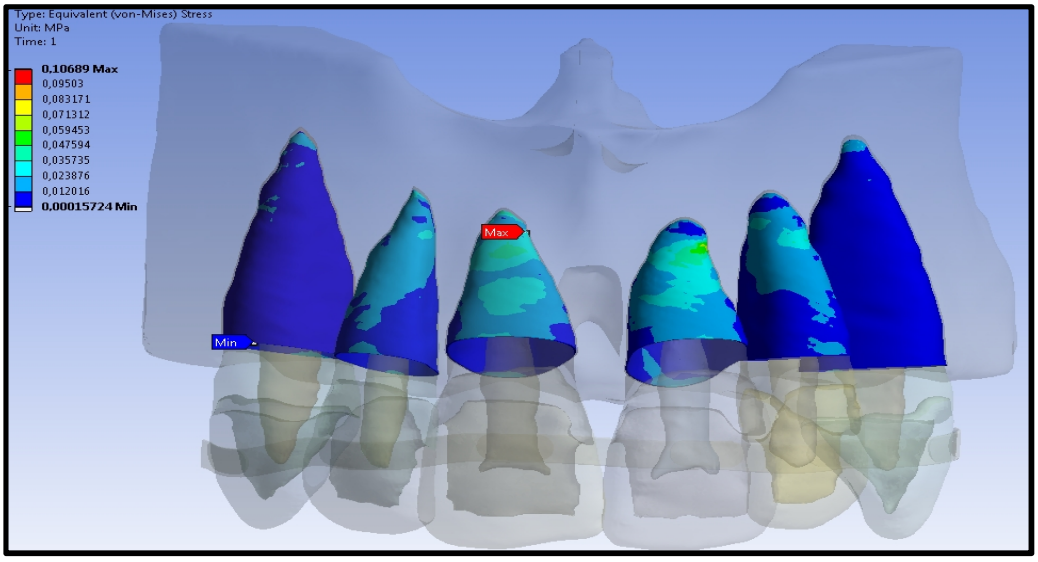
Şekil 4.41. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



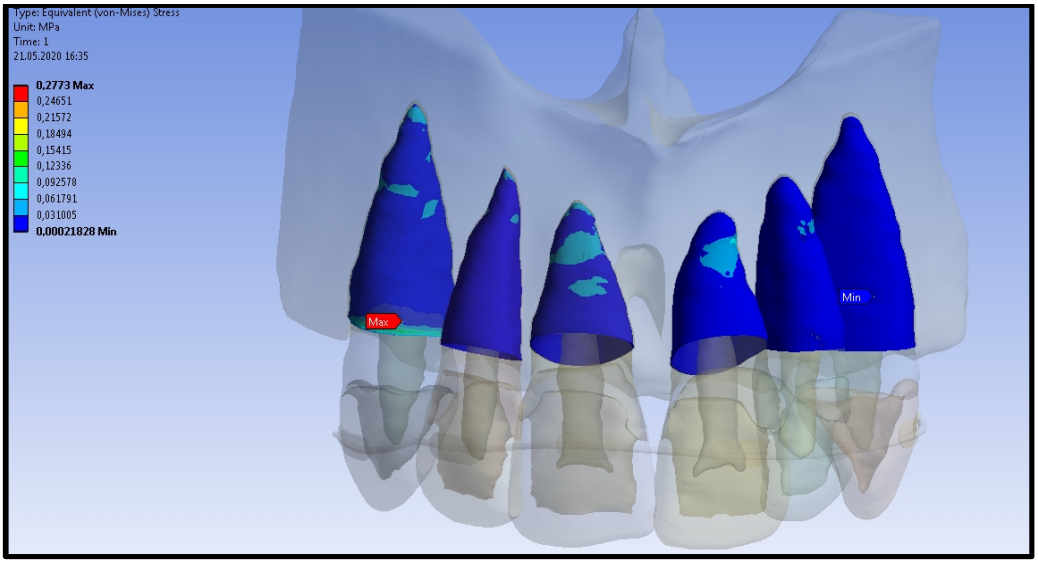
Şekil 4.42. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.43. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

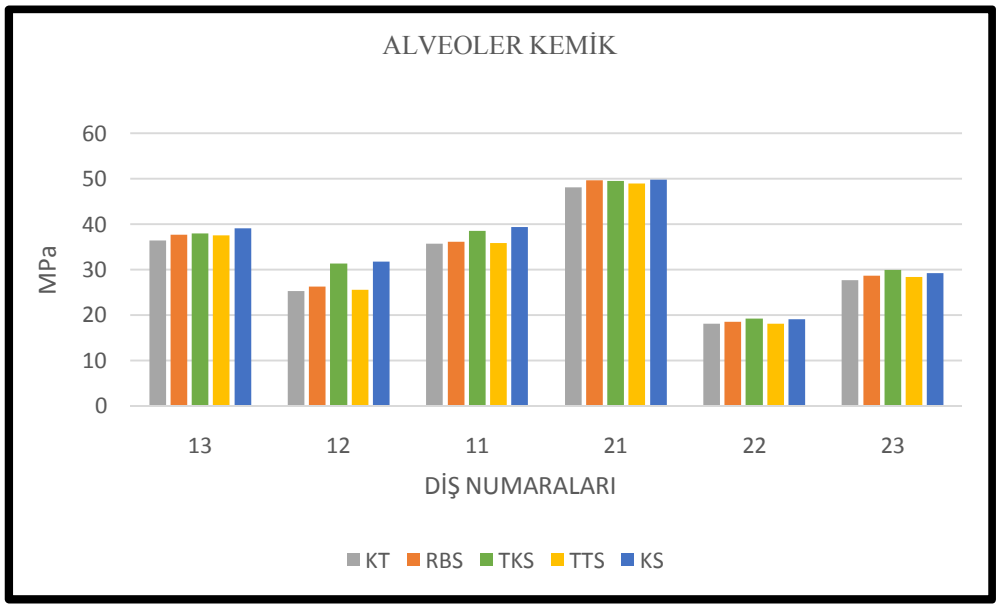


Şekil 4.44. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



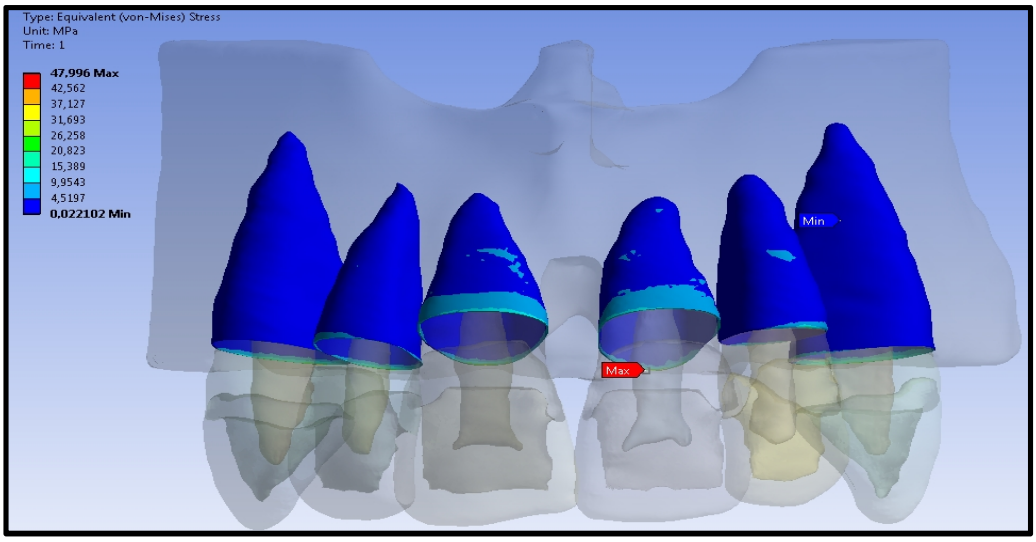
Şekil 4.45. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de PDL'de oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında alveoler kemikte oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.10'de aktarılmıştır.

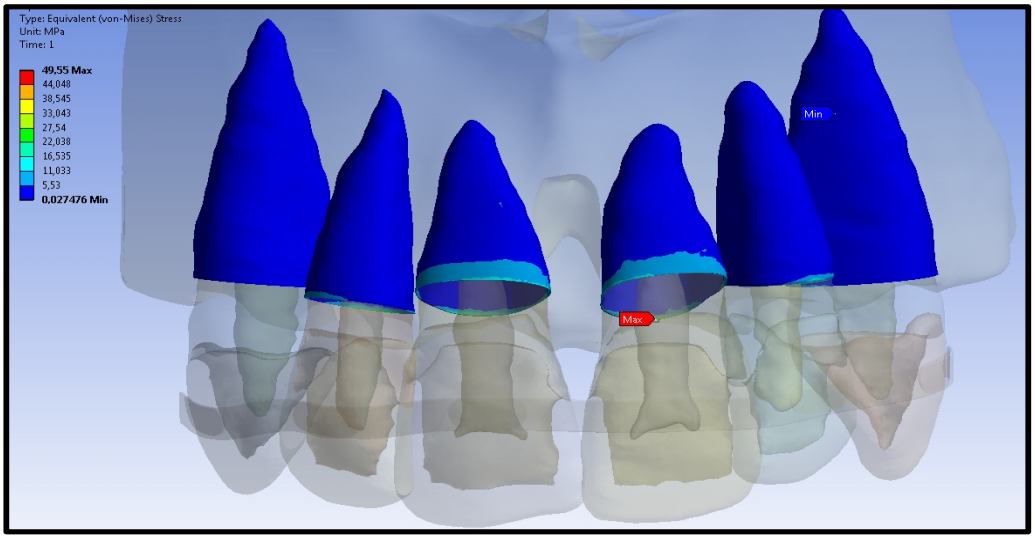


Grafik 4.10. Oblik kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre alveoler kemikte oluşan von mises stres değerleri

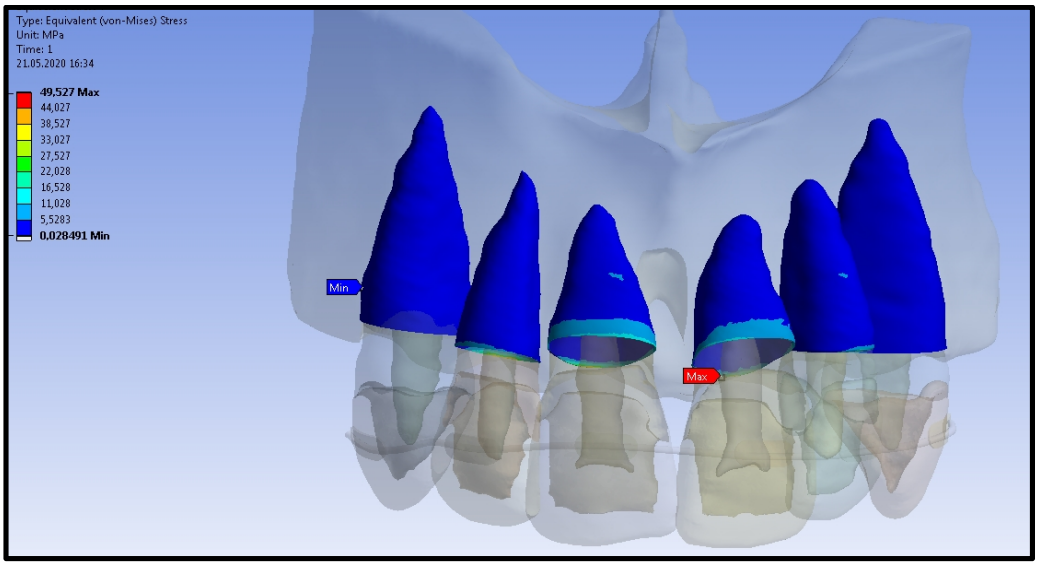
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında alveoler kemik üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.46-50'te gösterilmiştir.



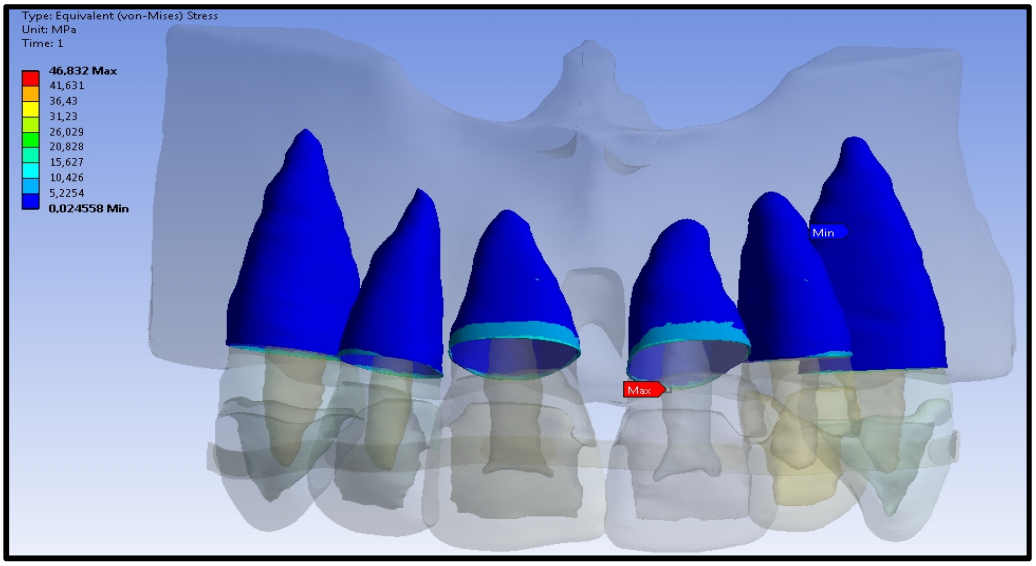
Şekil 4.46. Oblik kuvvetler karşısında kontrol grubu (doğal diş) modelinde alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



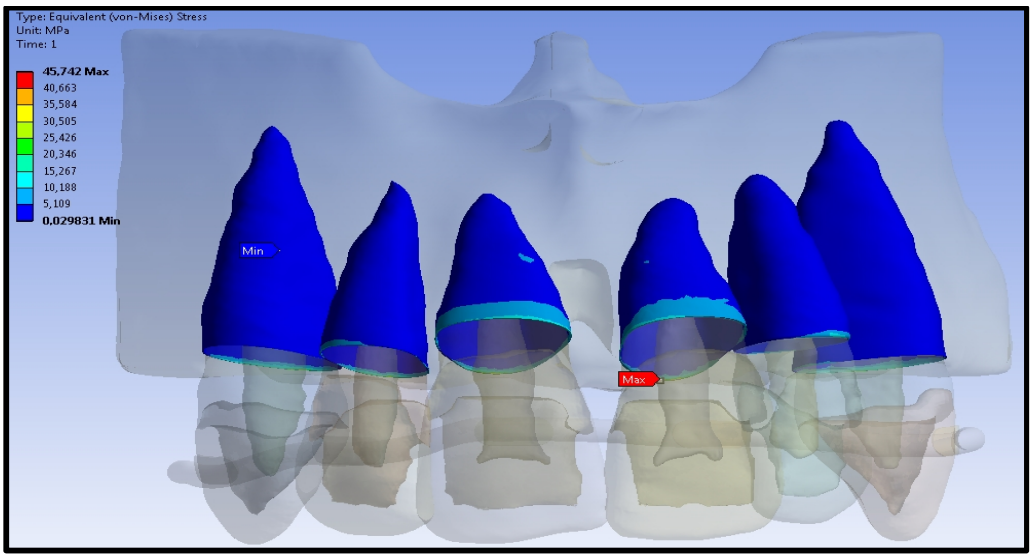
Şekil 4.47. Oblik kuvvetler karşısında model 1(ribbond splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



Şekil 4.48. Oblik kuvvetler karşısında model 2(tel-kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



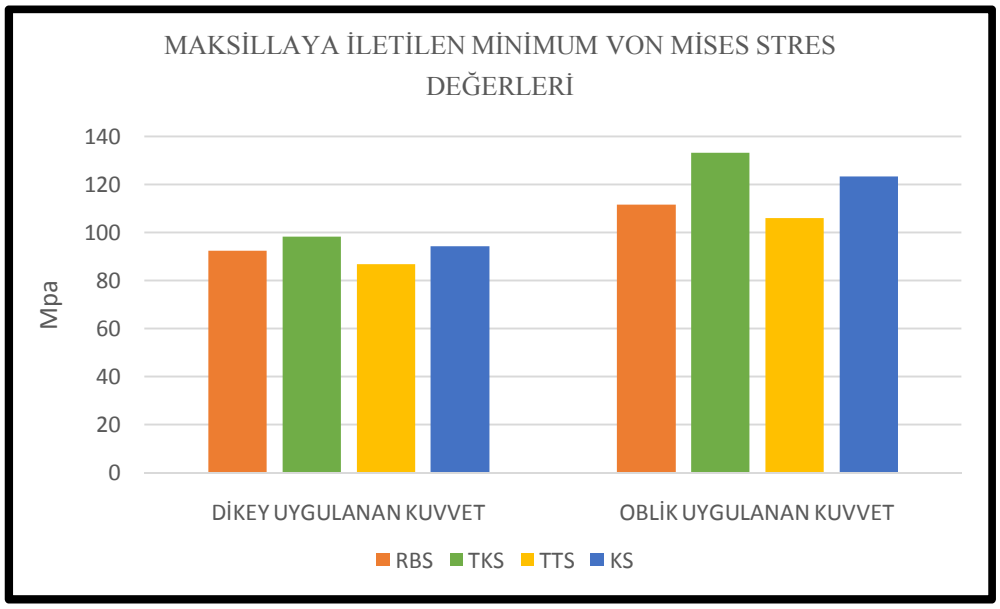
Şekil 4.49. Oblik kuvvetler karşısında model 3(titanyum travma splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.



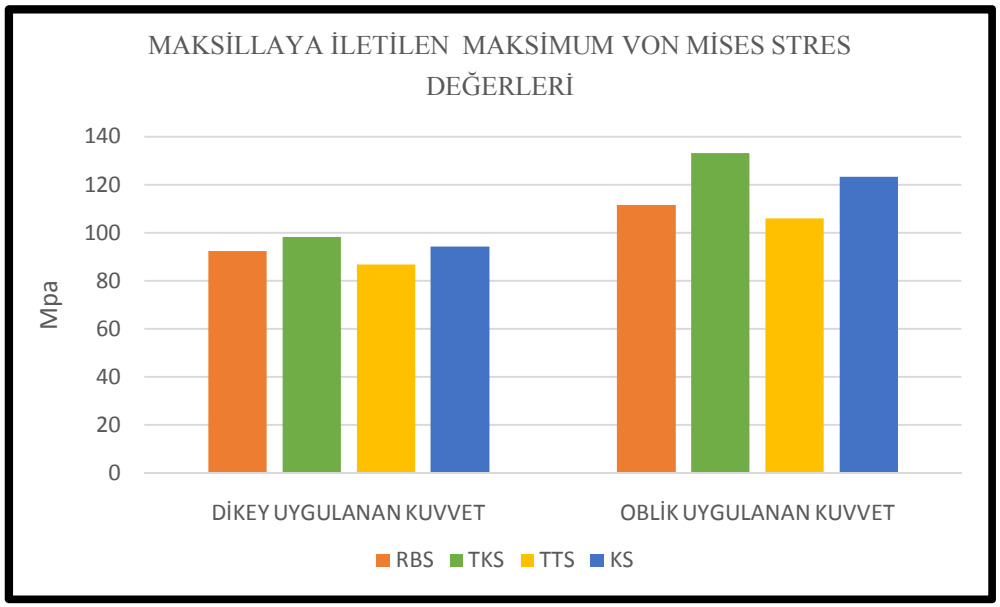
Şekil 4.50. Oblik kuvvetler karşısında model 4(kompozit splint uygulanmış diş modeli)'de alveoler kemikte oluşan Von Mises streslerinin dağılımları.

4.2. Uygulanan Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarındaki Splint Materyallerinin Maksillaya İlettikleri Von Mises Stres Değerleri

Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal ve 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri minimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.11'de, maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.12'de aktarılmıştır.

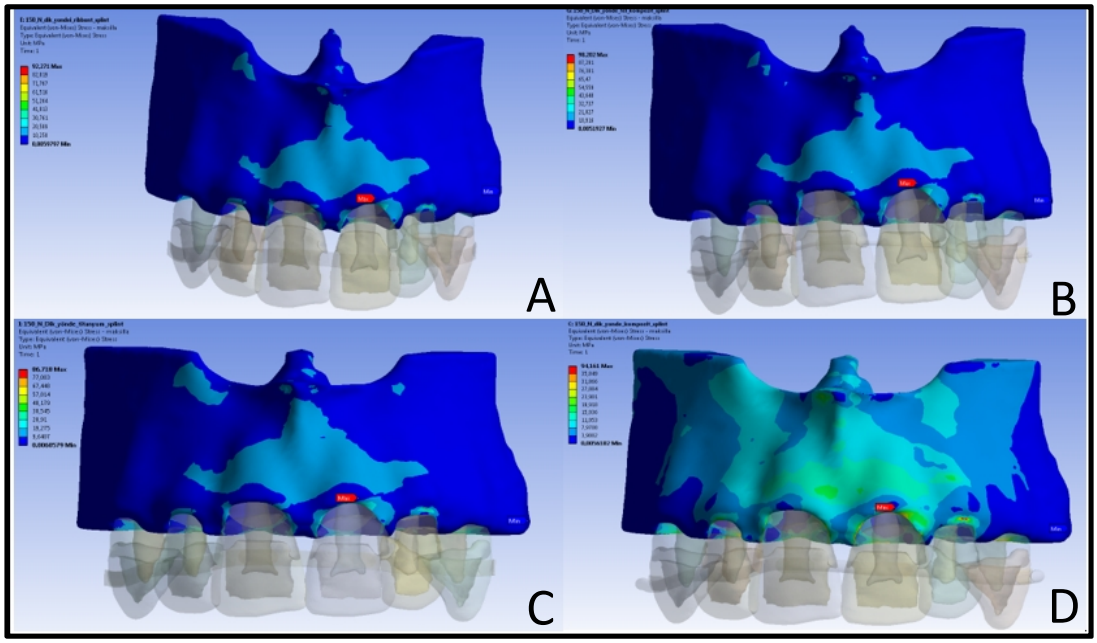


Grafik 4.11. Çalışma gruplarındaki splint materyallerinin maksillaya ilettikleri minimum von mises stres değerleri



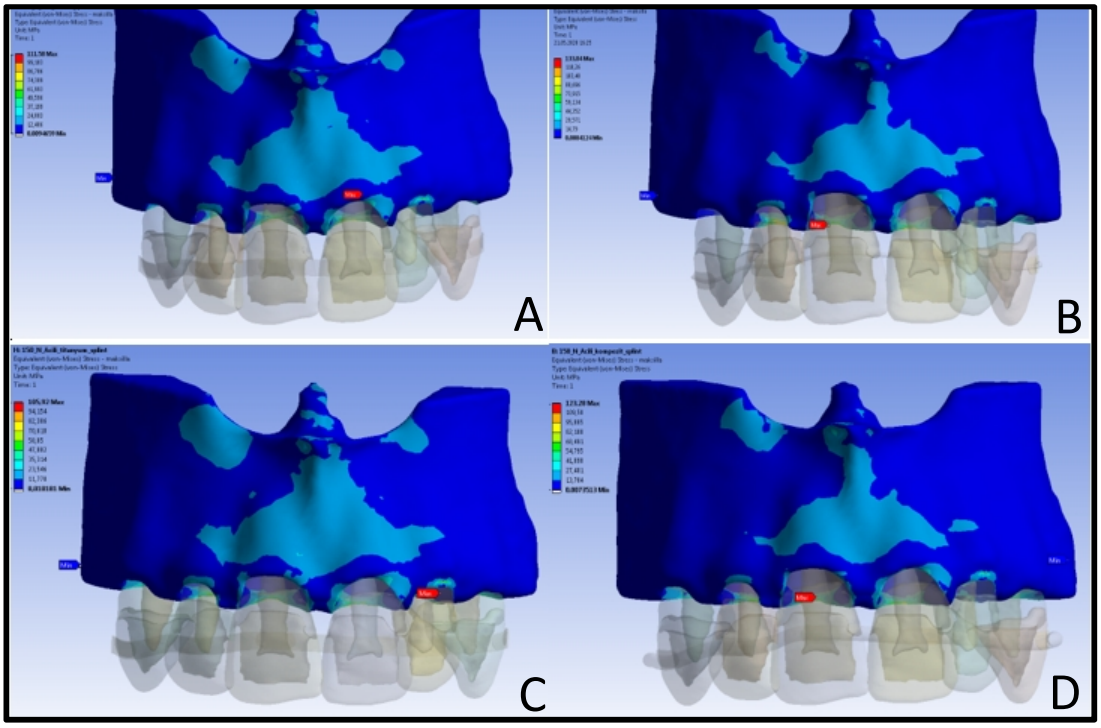
Grafik 4.12. Çalışma gruplarındaki splint materyallerinin maksillaya ilettikleri maksimum von mises stres değerleri

Model 1; fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), Model 2; kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), Model 3; titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve Model 4; kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.51'de gösterilmiştir.



Şekil 4.51. Çalışma modelleri üzerine vertikal kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri streslerin dağılımı (A: Model 1, B: Model 2, C: Model 3, D: Model 4).

Model 1; fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), Model 2; kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), Model 3; titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve Model 4; kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.52'de gösterilmiştir.

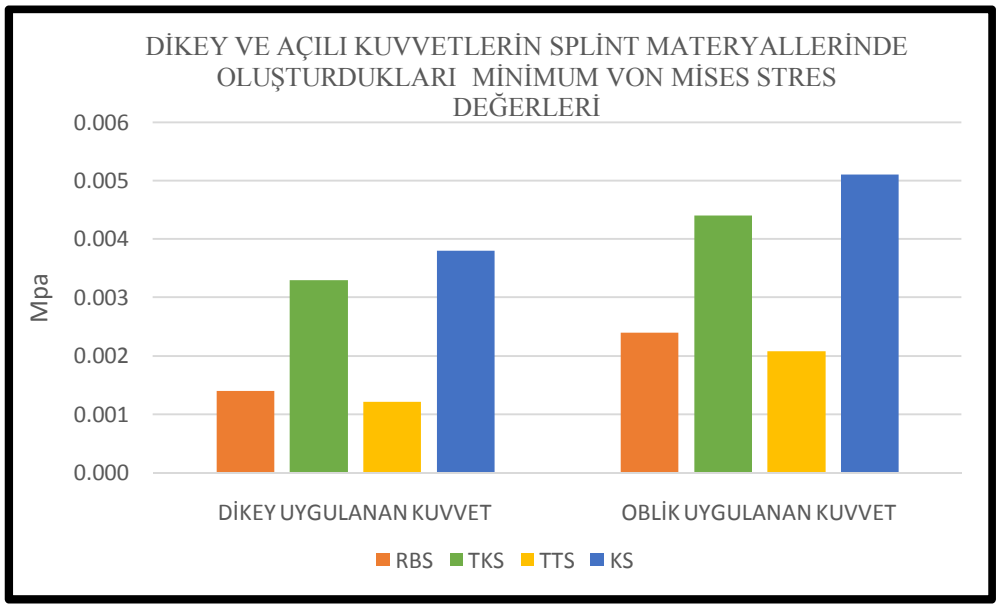


Şekil 4.52. Çalışma modelleri üzerine dişin uzun aksına 45^0 açıyla kuvvet uygulandığında maksillaya ilettikleri streslerin dağılımı (A: Model 1, B: Model 2, C: Model 3, D: Model 4).

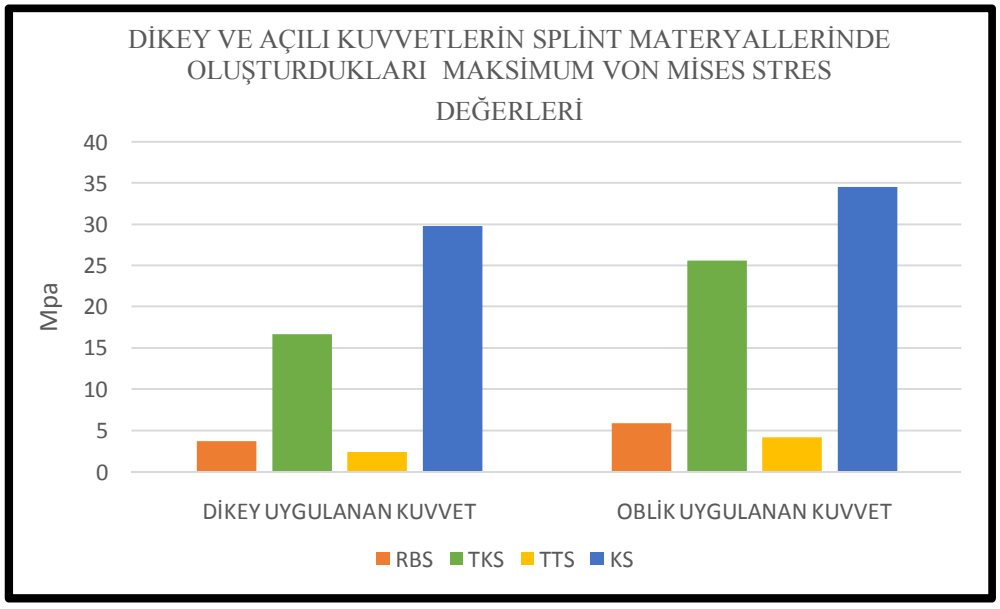
4.3. Uygulanan Kuvvetlerin Splint Materyallerinde Oluşturdukları Von Mises Stres Değerleri

4.3.1. Dikey Kuvvet Uygulanan Modellerdeki Splint Materyallerinde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan minimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.13'de, maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.14'de aktarılmıştır.

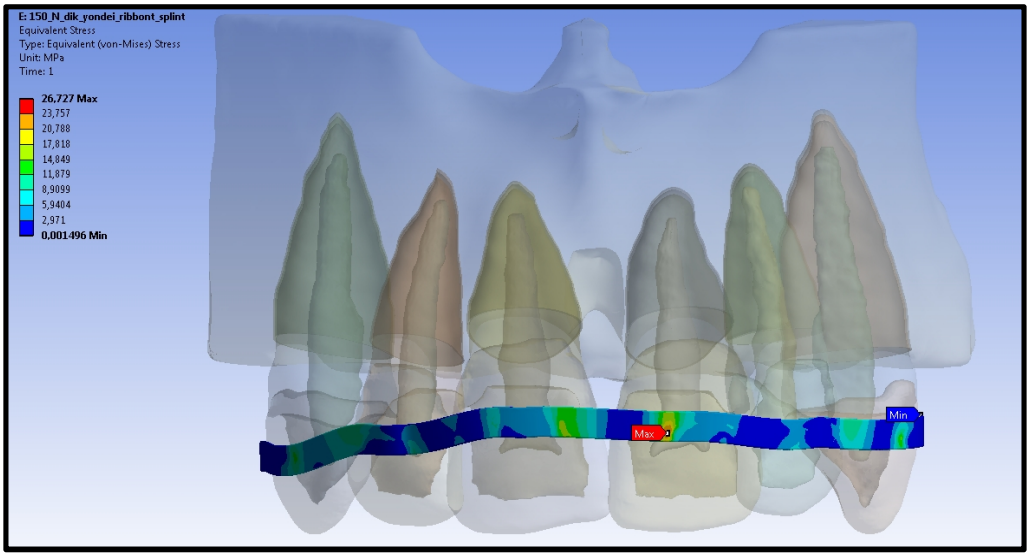


Grafik 4.13. Dikey ve açılı kuvvetlerin splint materyallerinde oluşturdukları minimum von mises stres değerleri.



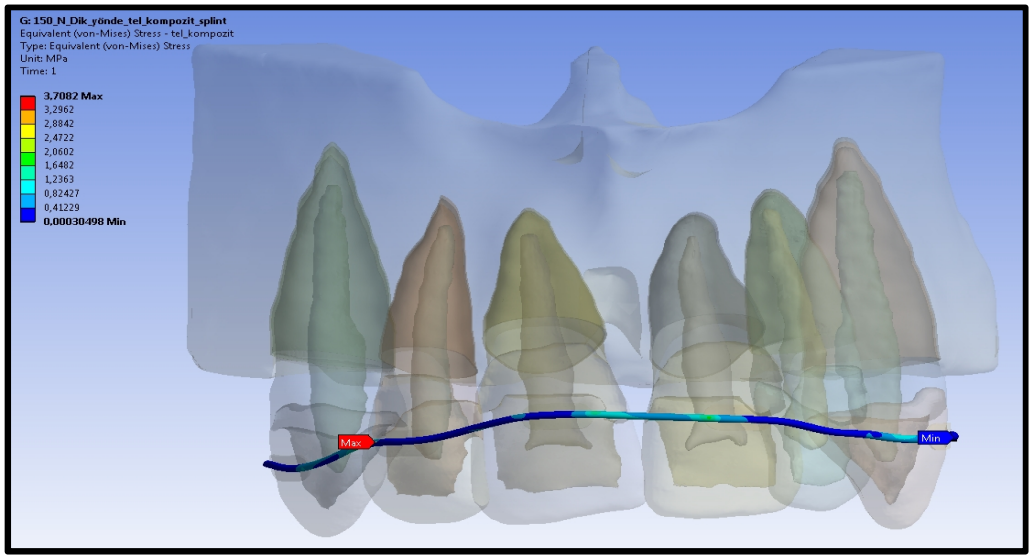
Grafik 4.14. Dikey ve açılı kuvvetlerin splint materyallerinde oluşturdukları maksimum von mises stres değerleri.

Model 1; fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.53'de gösterilmiştir.



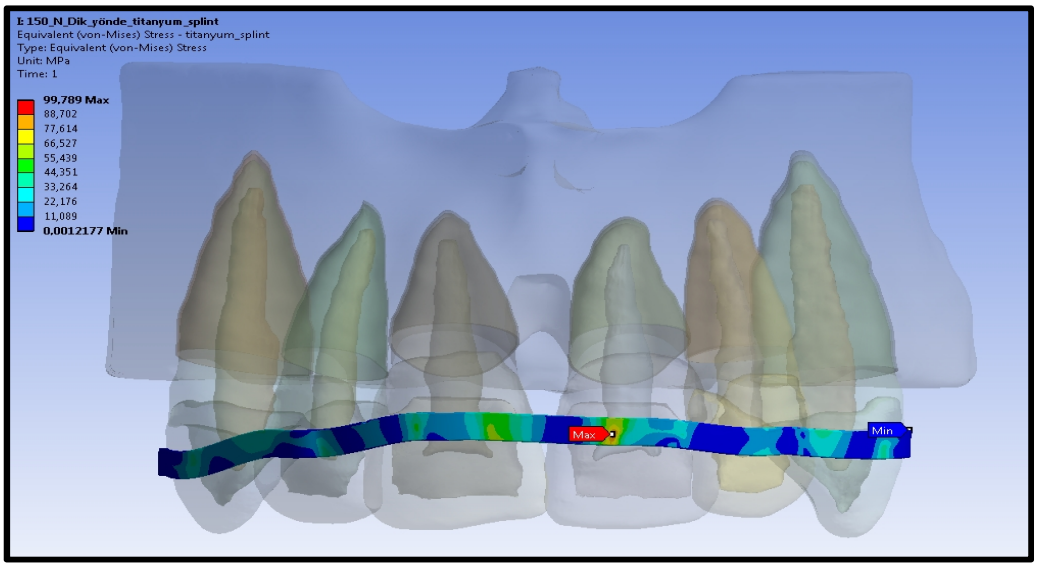
Şekil 4.53. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 2; kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.54'de gösterilmiştir.



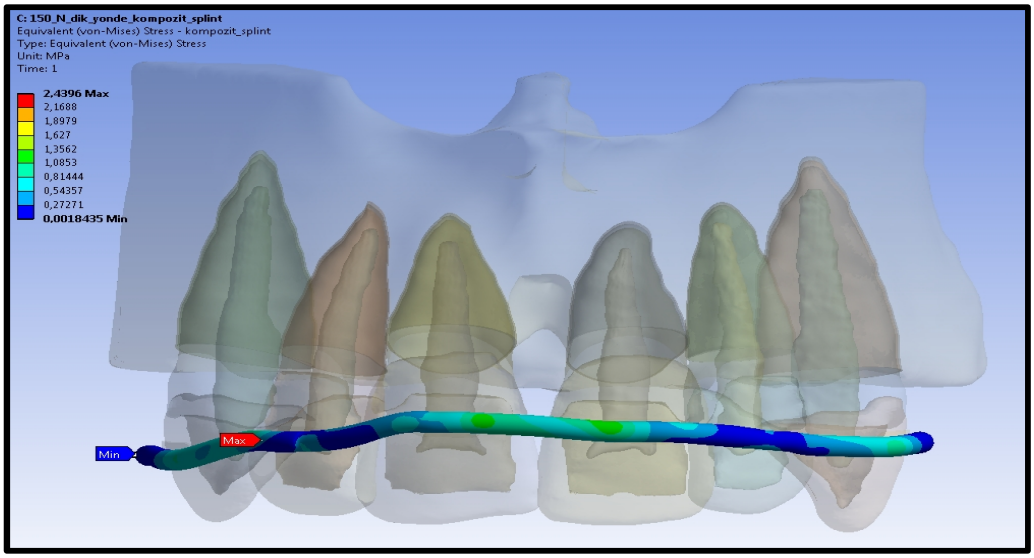
Şekil 4.54. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 3; titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.55'de gösterilmiştir.



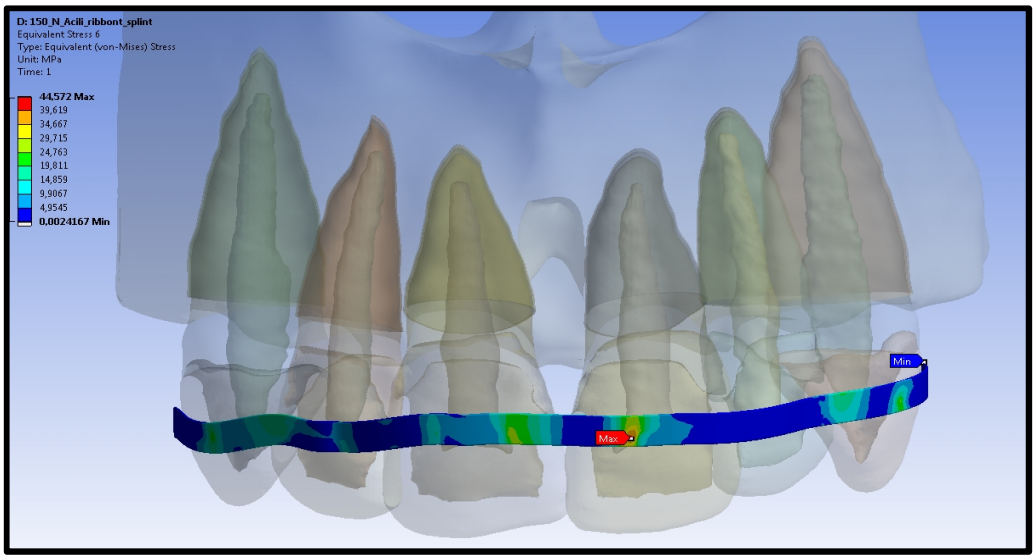
Şekil 4.55. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 4; kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.56'de gösterilmiştir.



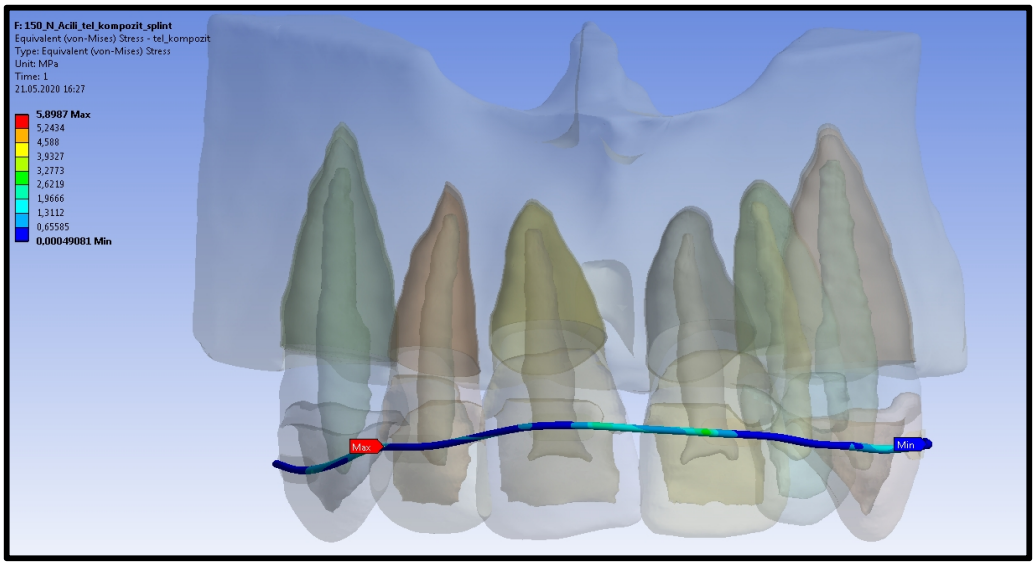
Şekil 4.56. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 1; fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.57'de gösterilmiştir.



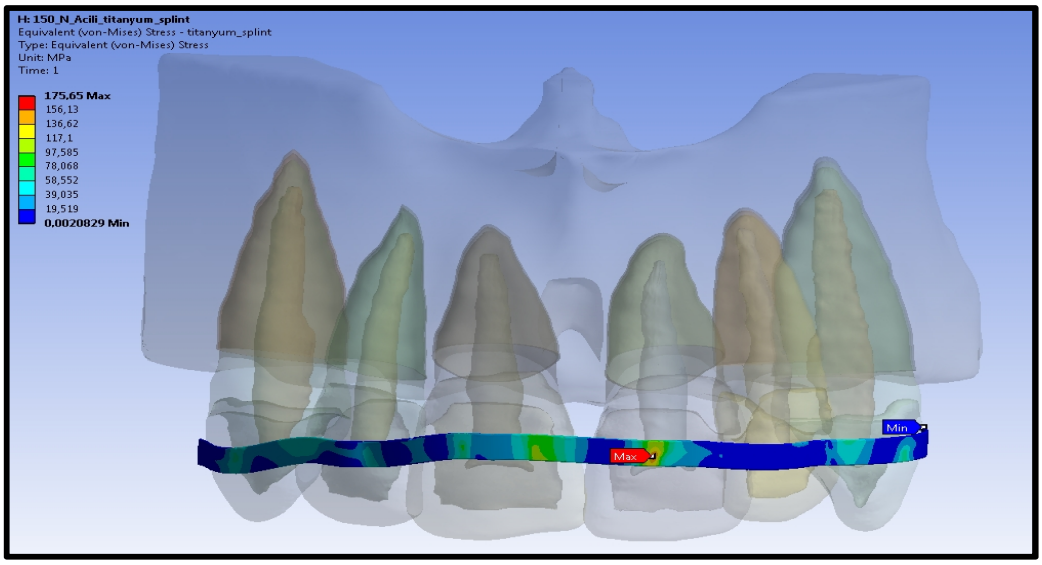
Şekil 4.57. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 2; kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.58'de gösterilmiştir.



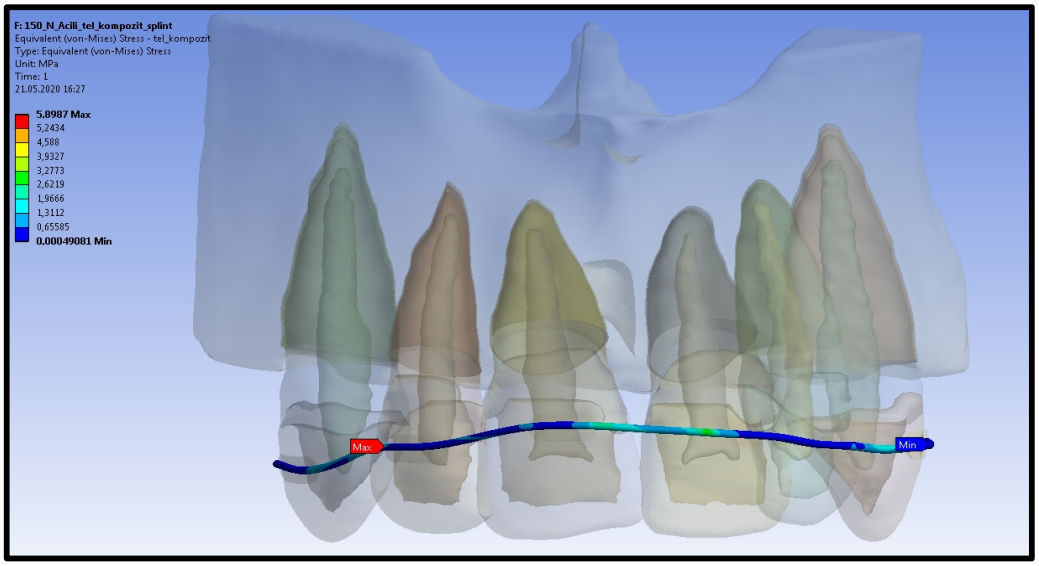
Şekil 4.58. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 3; titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.59'de gösterilmiştir.



Şekil 4.59. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

Model 4; kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı Şekil 4.60'de gösterilmiştir.

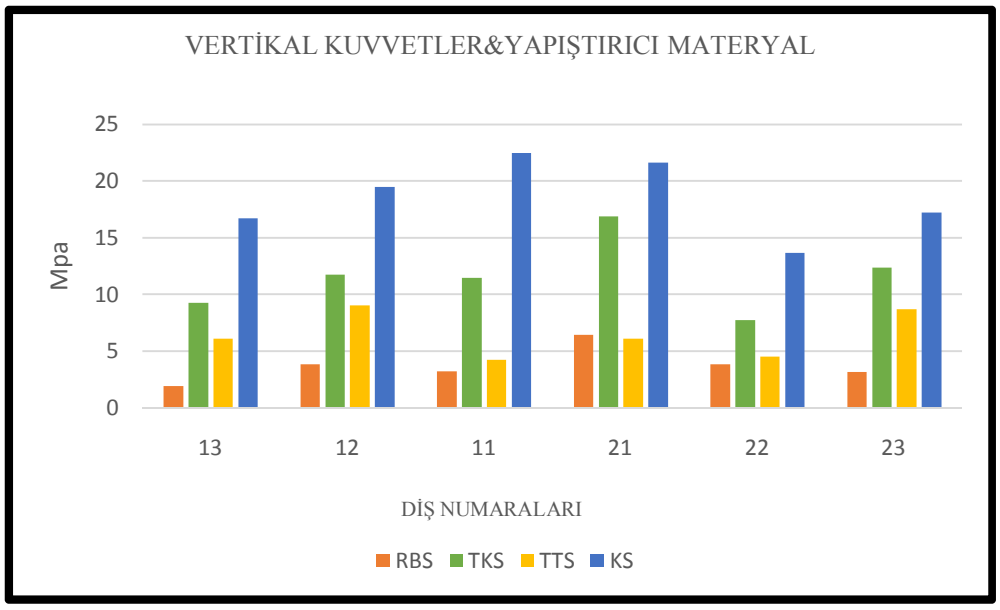


Şekil 4.60. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile oblik kuvvet uygulandığında splint materyalleri üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

4.4.Uygulanan Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

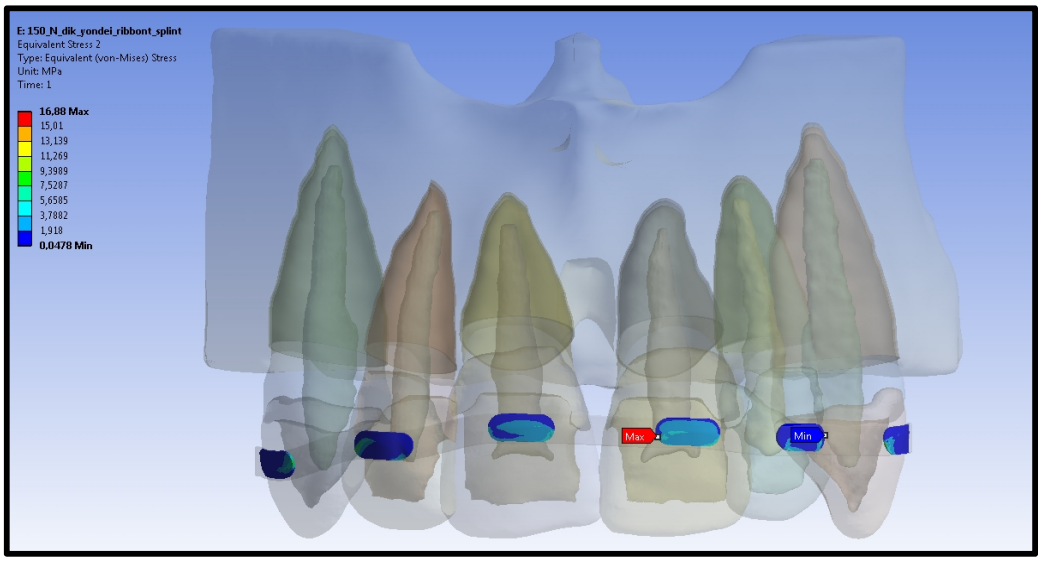
4.4.1. Dikey Kuvvet Uygulanan Modellerdeki Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.14'de aktarılmıştır.

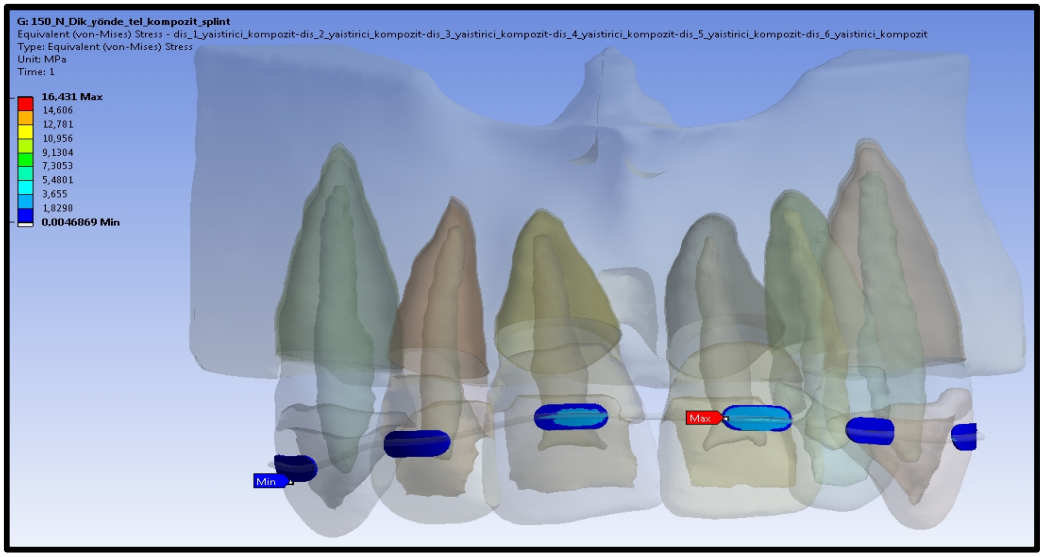


Grafik 4.15. Vertikal kuvvetler karşısında çalışma gruplarına göre yapıştırıcı materyallerde oluşan von mises stres değerleri.

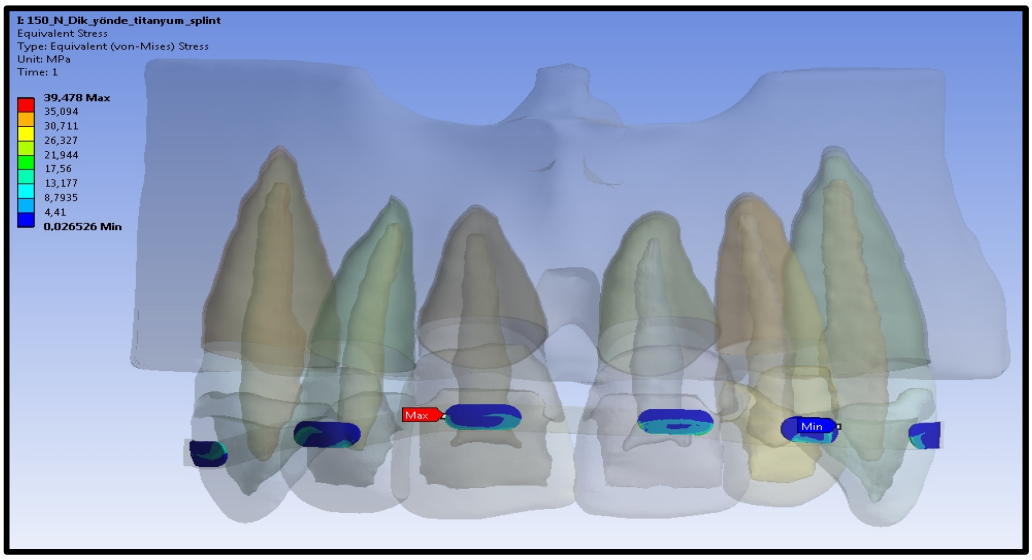
Modeller üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.61-64'te gösterilmiştir.



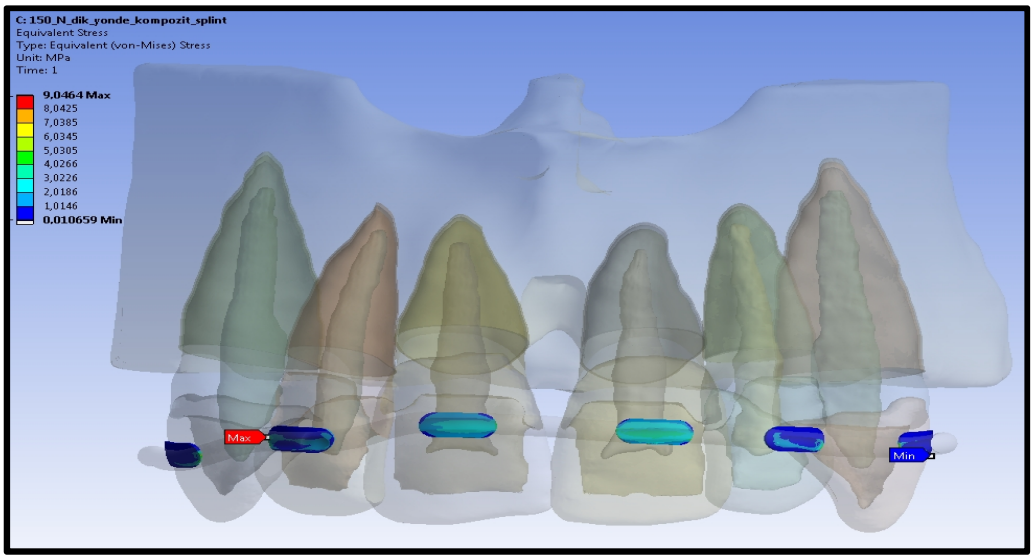
Şekil 4.61. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.



Şekil 4.62. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.



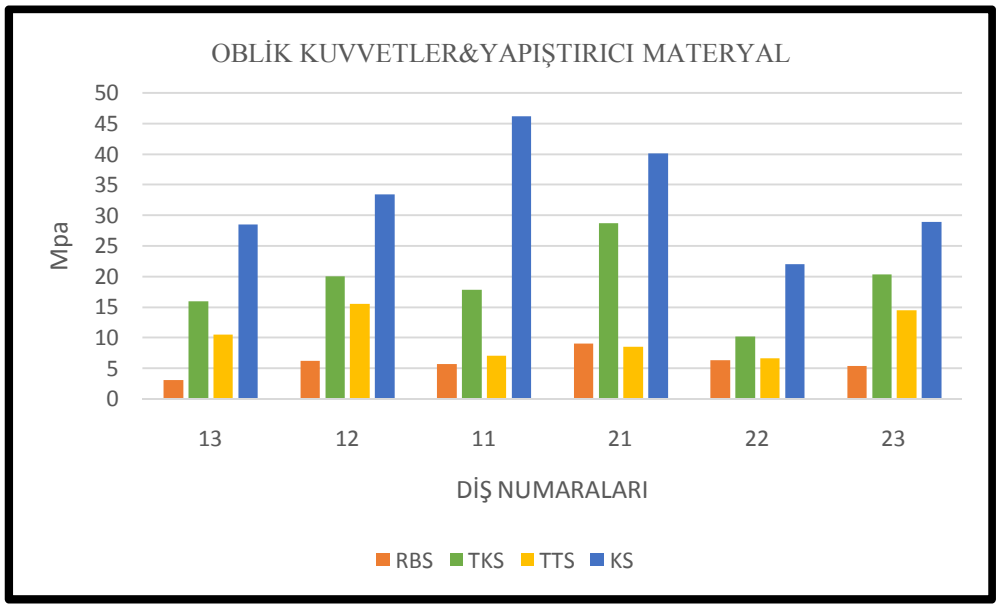
Şekil 4.63. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.



Şekil 4.64. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

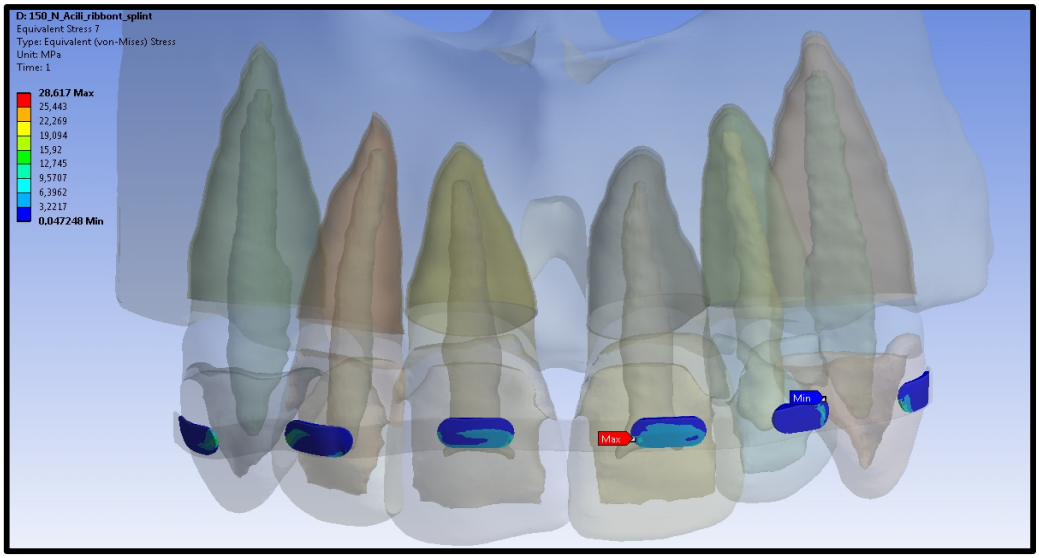
4.4.2. Oblik Kuvvet Uygulanan Modellerdeki Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı meteryaller üzerinde oluşan maksimum Von Mises stres değerleri Grafik 4.16'da aktarılmıştır.

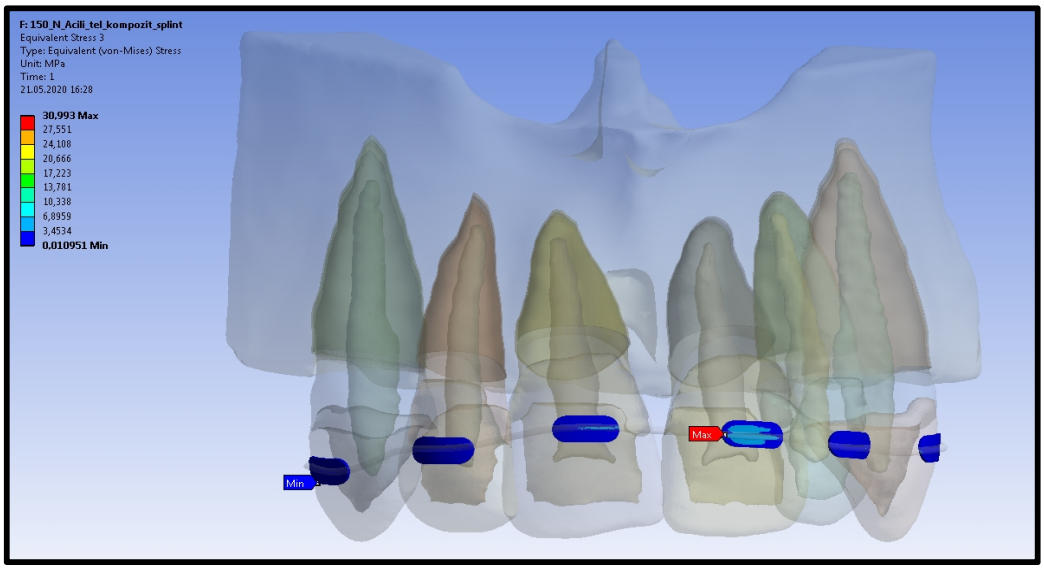


Grafik 4.16. Oblik Kuvvetler Karşısında Çalışma Gruplarına Göre Yapıştırıcı Materyallerde Oluşan Von Mises Stres Değerleri

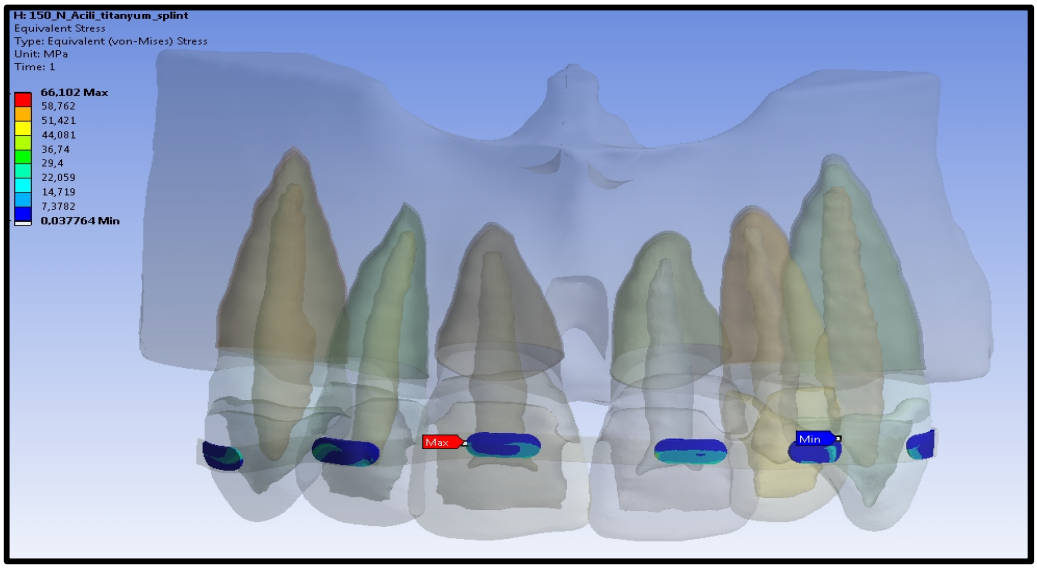
Modeller üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan streslerin dağılımı Şekil 4.65-68'te gösterilmiştir.



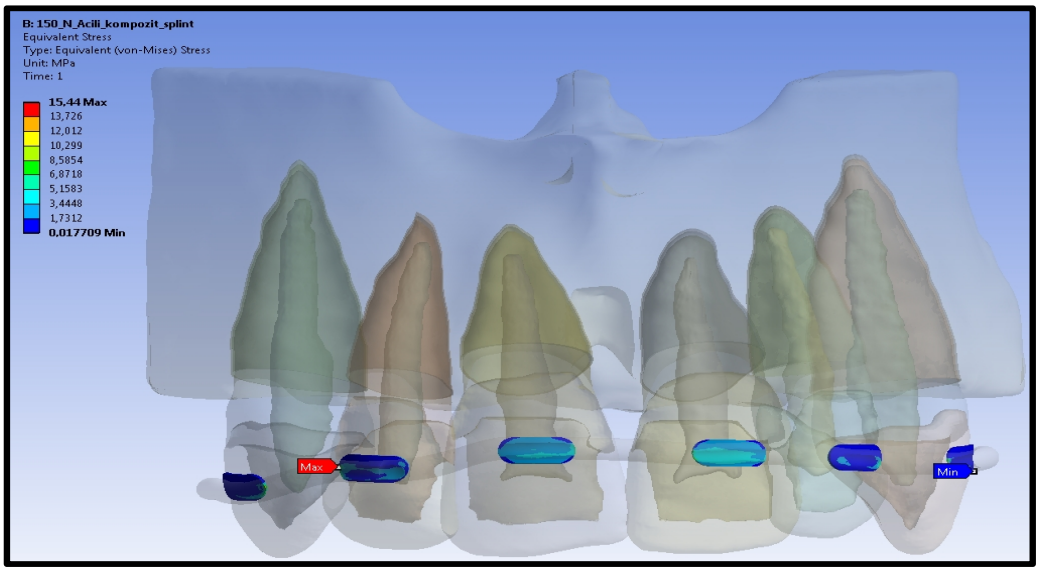
Şekil 4.65. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.



Şekil 4.66. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.



Şekil 4.67. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

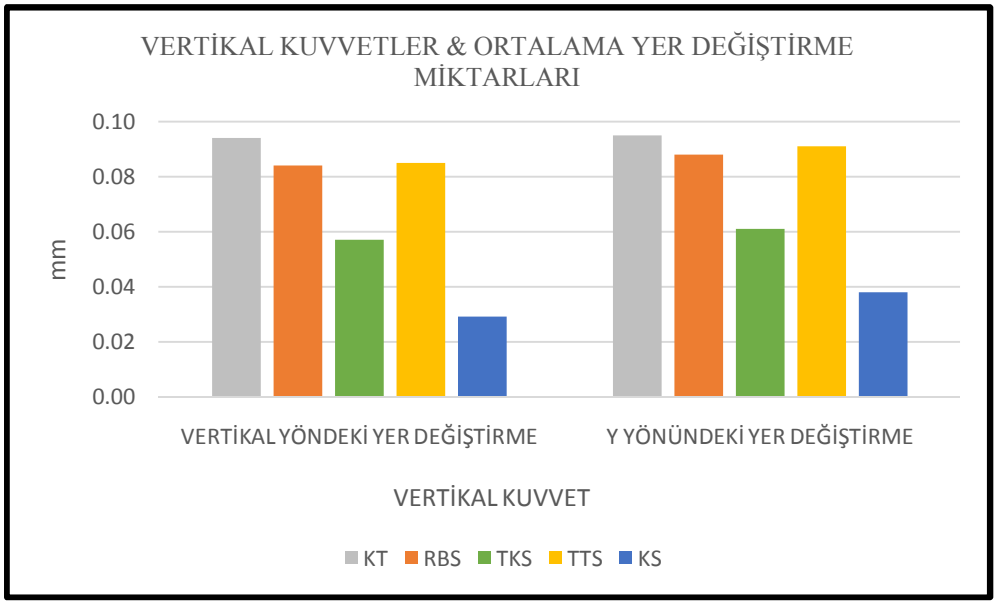


Şekil 4.68. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında yapıştırıcı materyaller üzerinde oluşan Von Mises streslerin dağılımı.

4.5. Uygulanan Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari

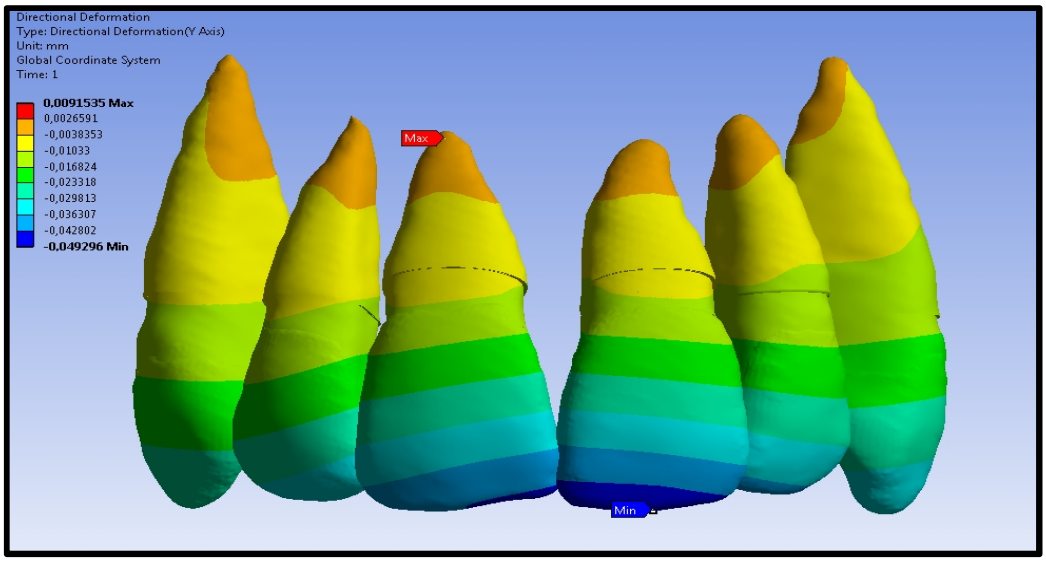
4.5.1. Dikey Uygulanan Kuvvetlerin Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal kuvvet uygulandığında dişler üzerinde oluşan ortalama yer değiştirme değerleri Grafik 4.17'de aktarılmıştır.

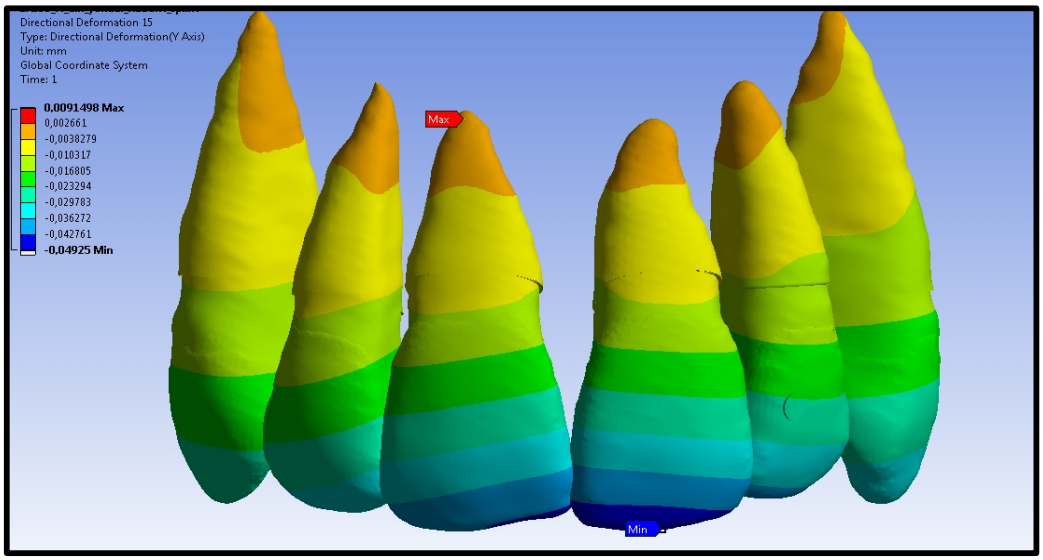


Grafik 4.17. Vertikal Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari

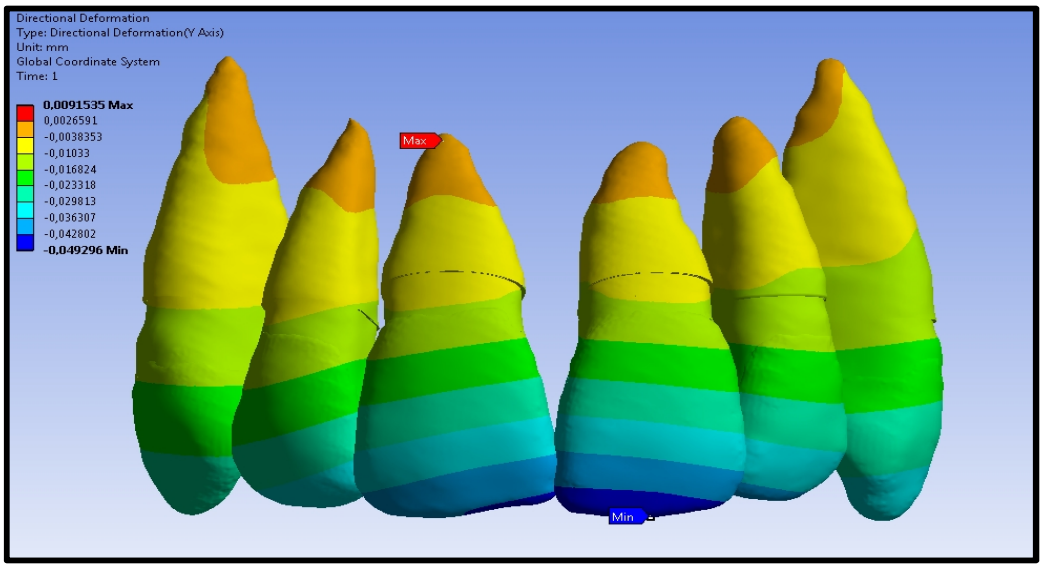
Modeller üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari Şekil 4.68-71'te gösterilmiştir.



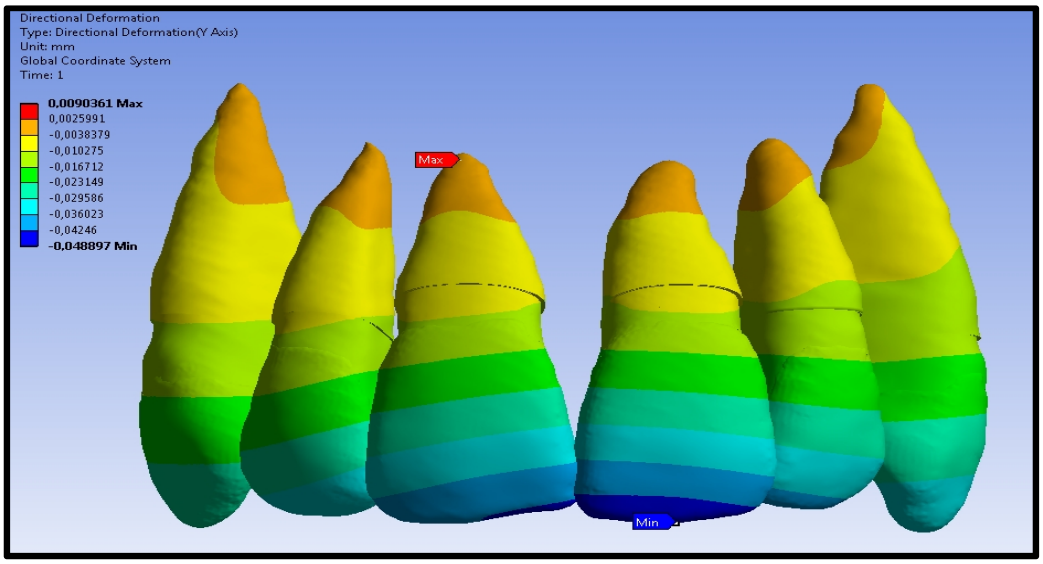
Şekil 4.69. Doğal diş modeli(KT) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.



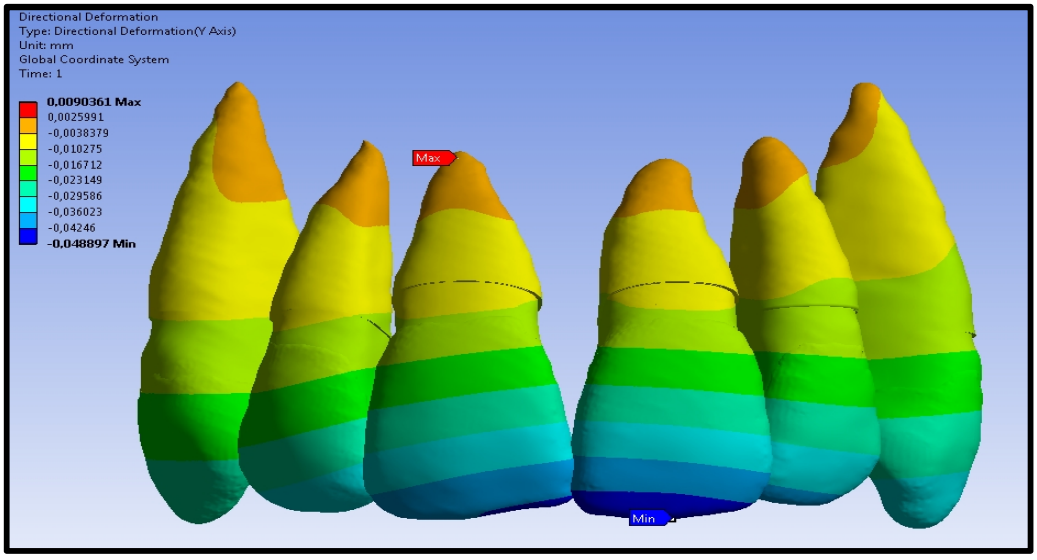
Şekil 4.70. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



Şekil 4.71. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.

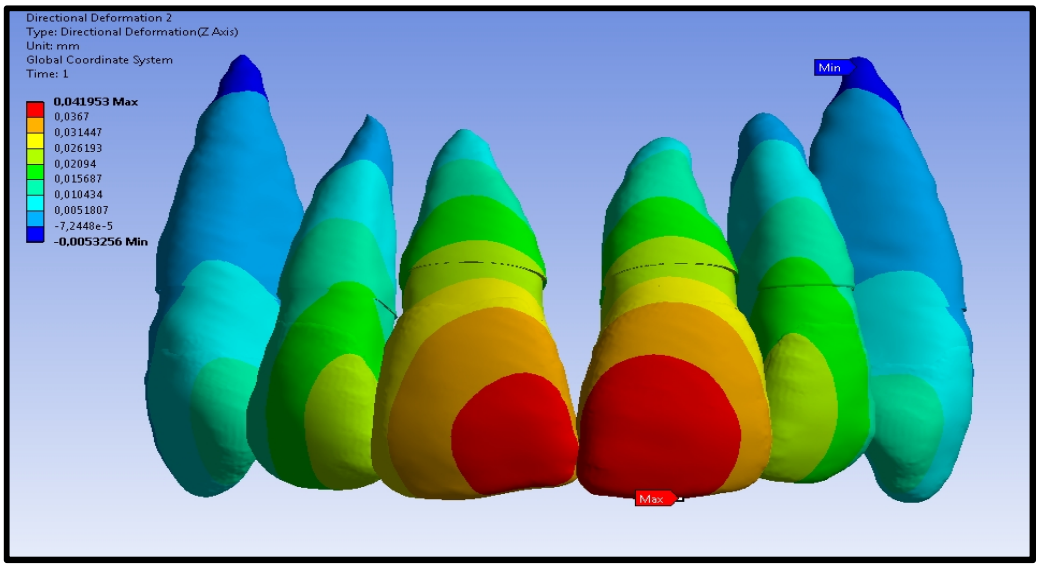


Şekil 4.72. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

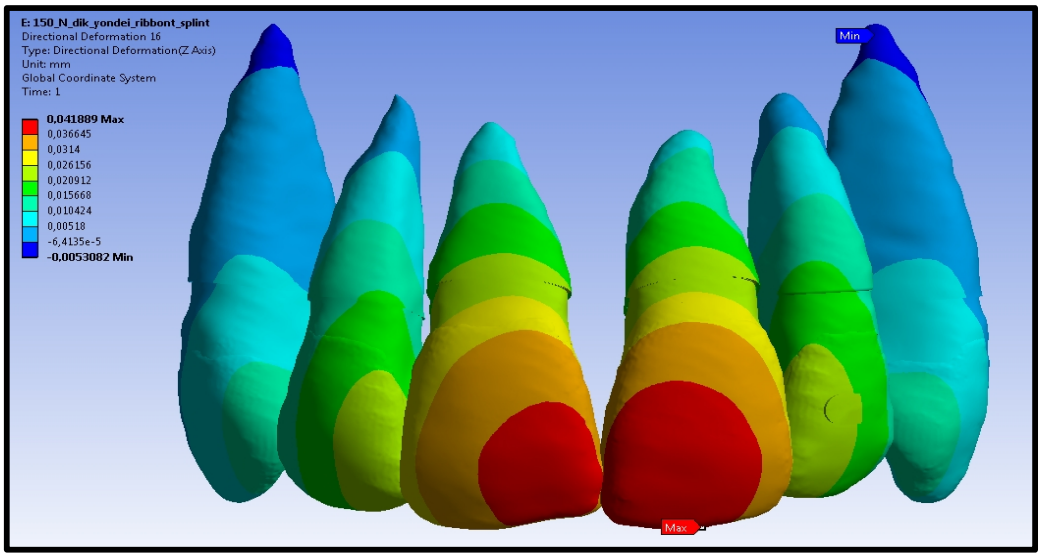


Şekil 4.73. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

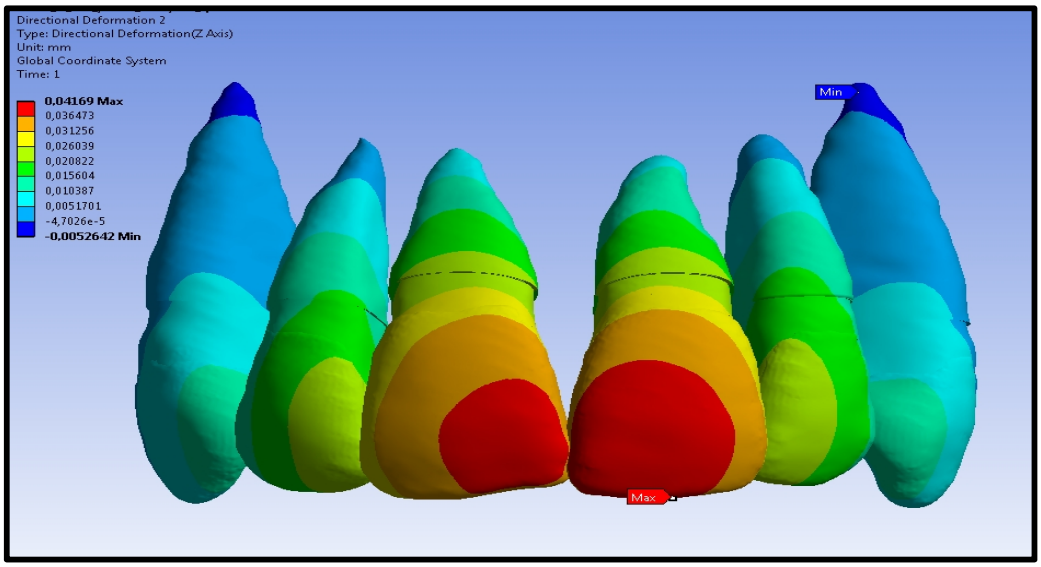
Modeller üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari Şekil 4.73-77'te gösterilmiştir.



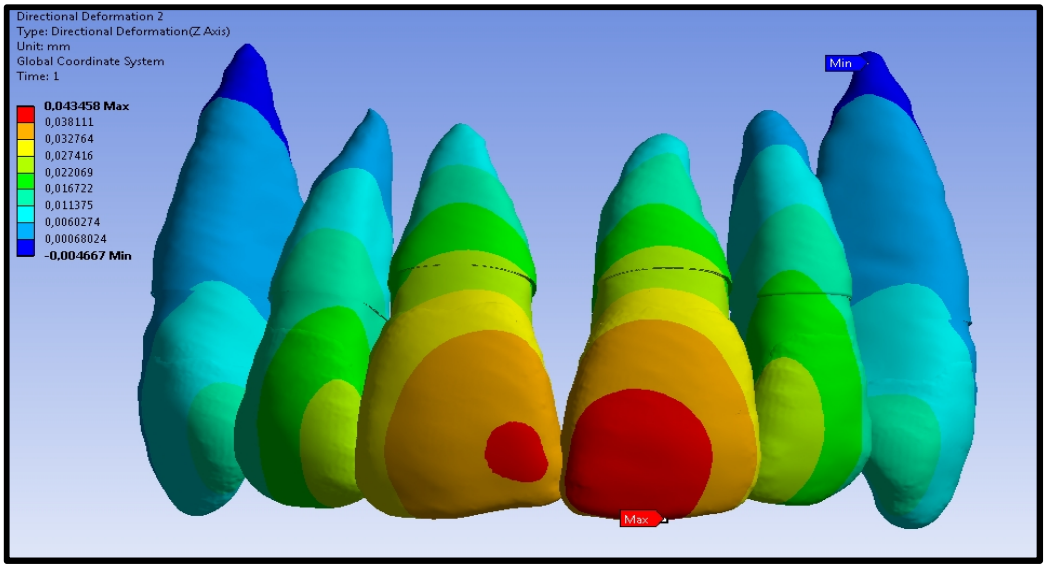
Şekil 4.74. Doğal diş modeli(KT) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.



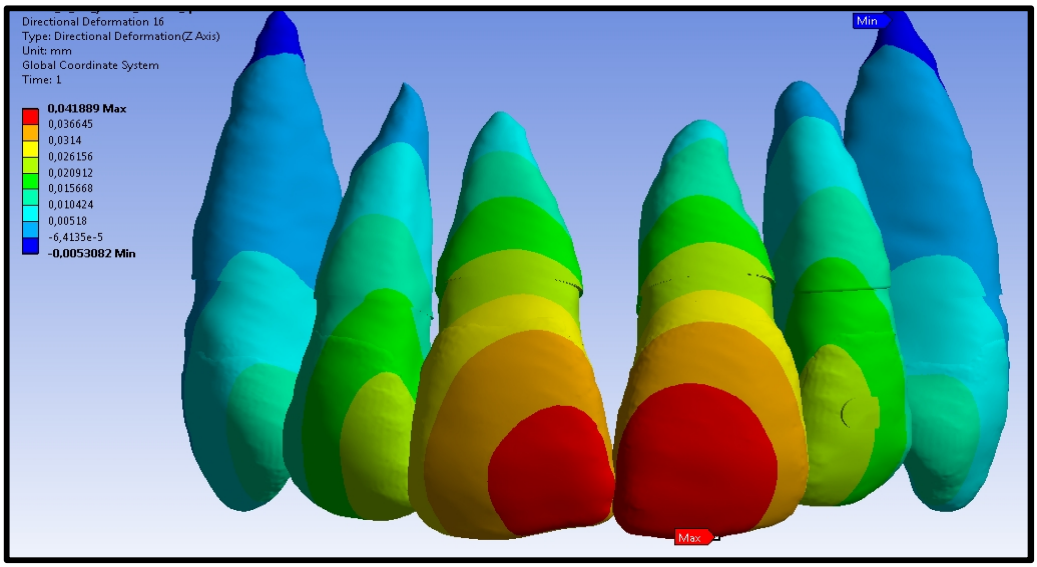
Şekil 4.75. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.



Şekil 4.76. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



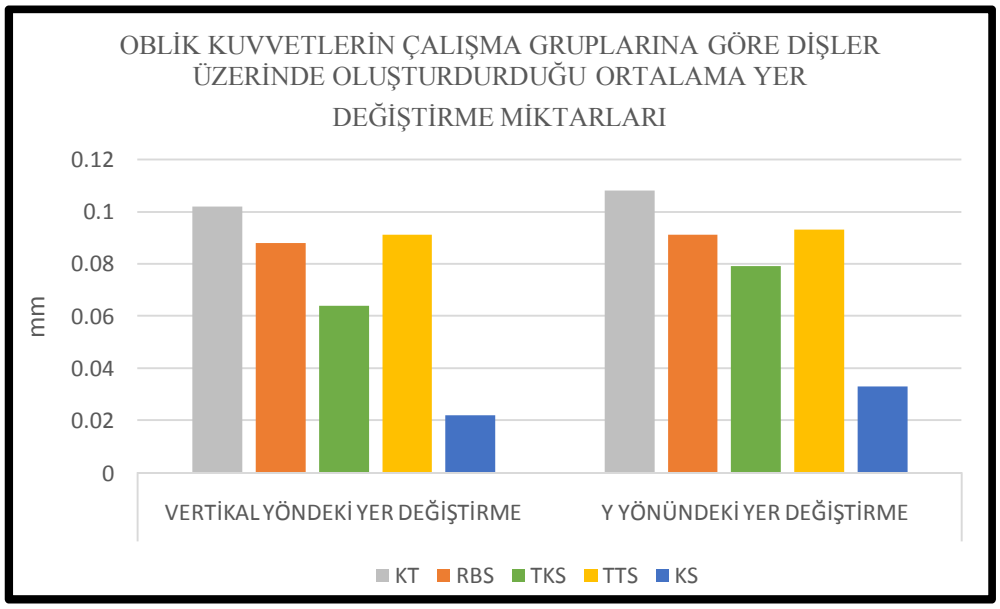
Şekil 4.77. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



Şekil 4.78. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

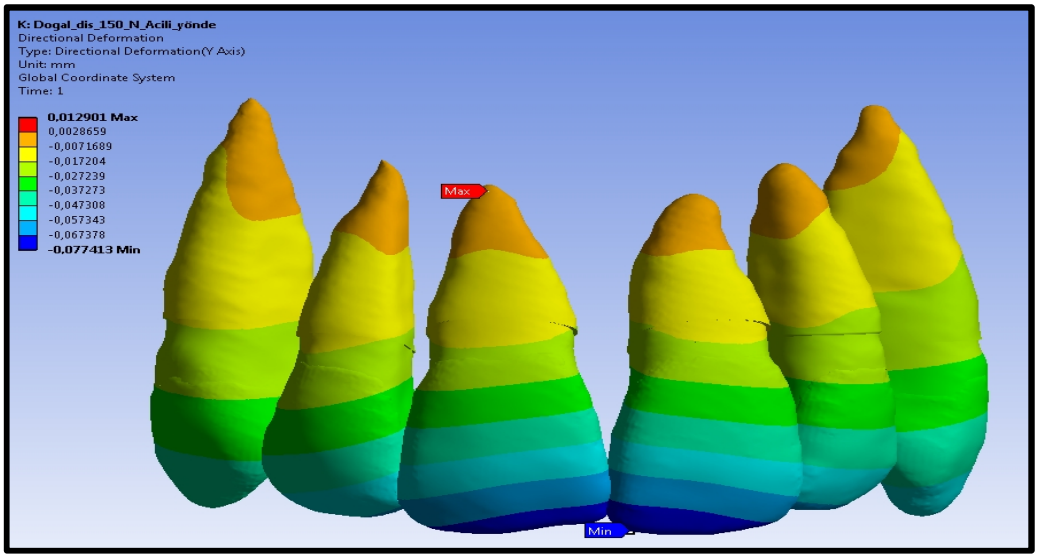
4.5.1. Oblik Uygulanan Kuvvetlerin Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari

Doğal diş modeli(KT), fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS), kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS), titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) ve kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine üzerine 45° lik açı ile kuvvet uygulandığında dişler üzerinde oluşan ortalama yer değiştirme değerleri Grafik 4.18'de aktarılmıştır.

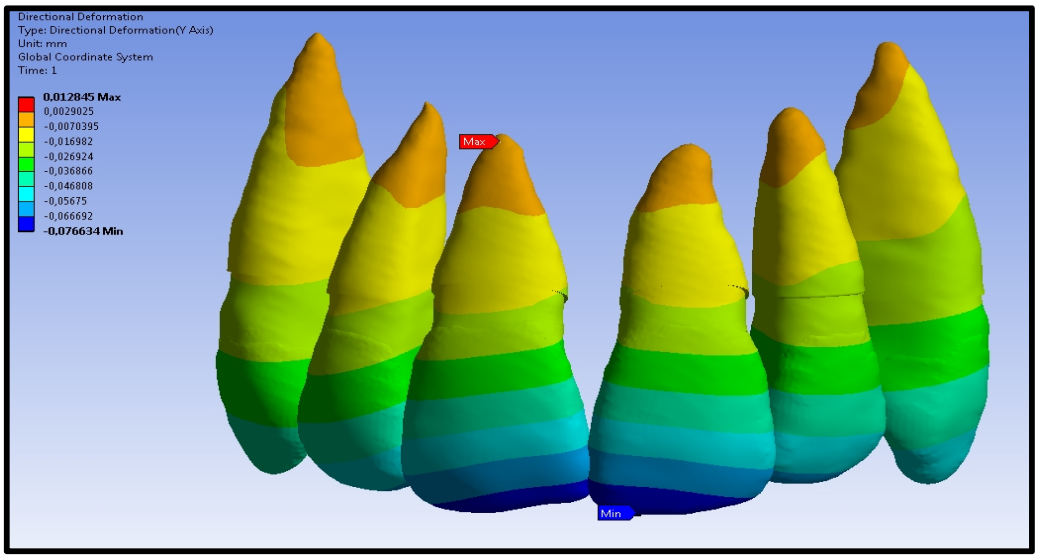


Grafik 4.18. Oblik Kuvvetlerin Çalişma Gruplarina Göre Dişler Üzerinde Oluşturdurduğu Ortalama Yer Değiştirme Miktarlari

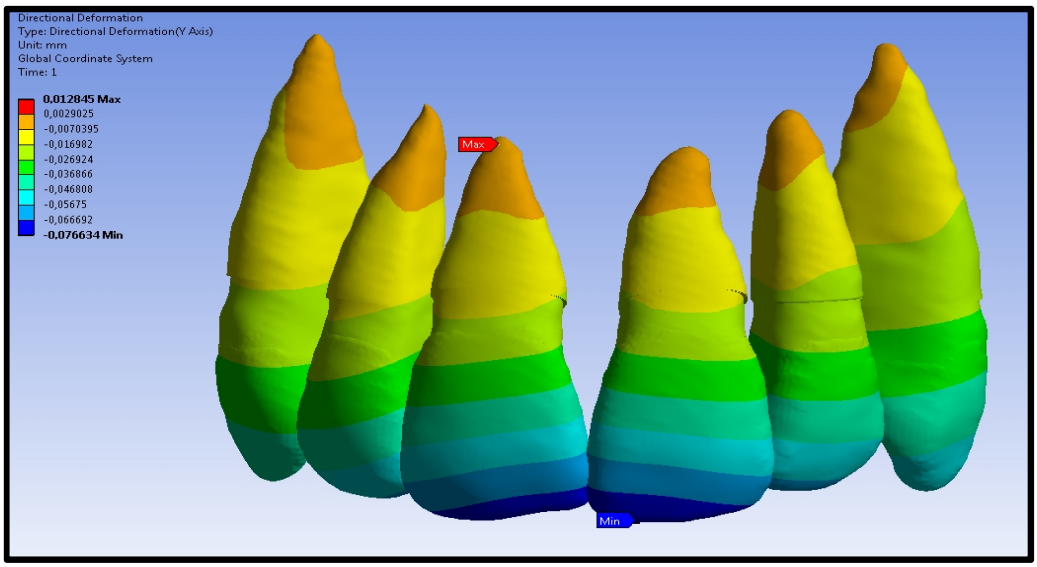
Modeller üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari Şekil 4.78-82'te gösterilmiştir.



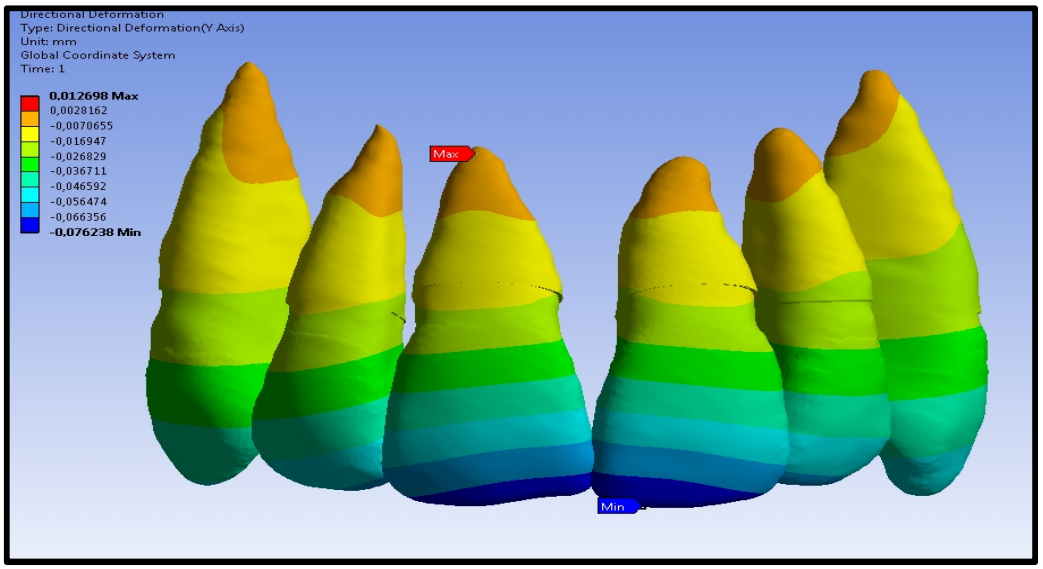
Şekil 4.79. Doğal diş modeli(KT) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.



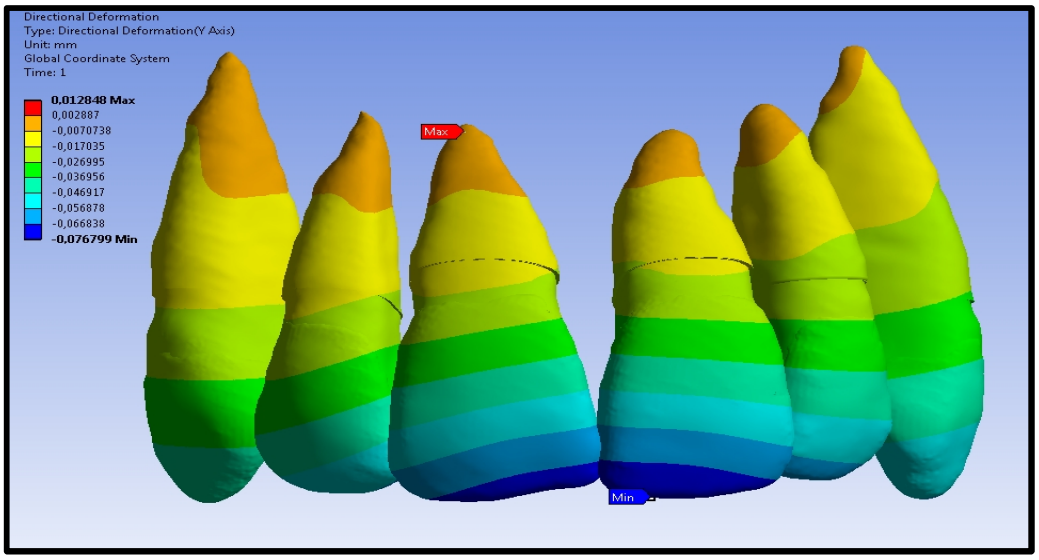
Şekil 4.80. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.



Şekil 4.81. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

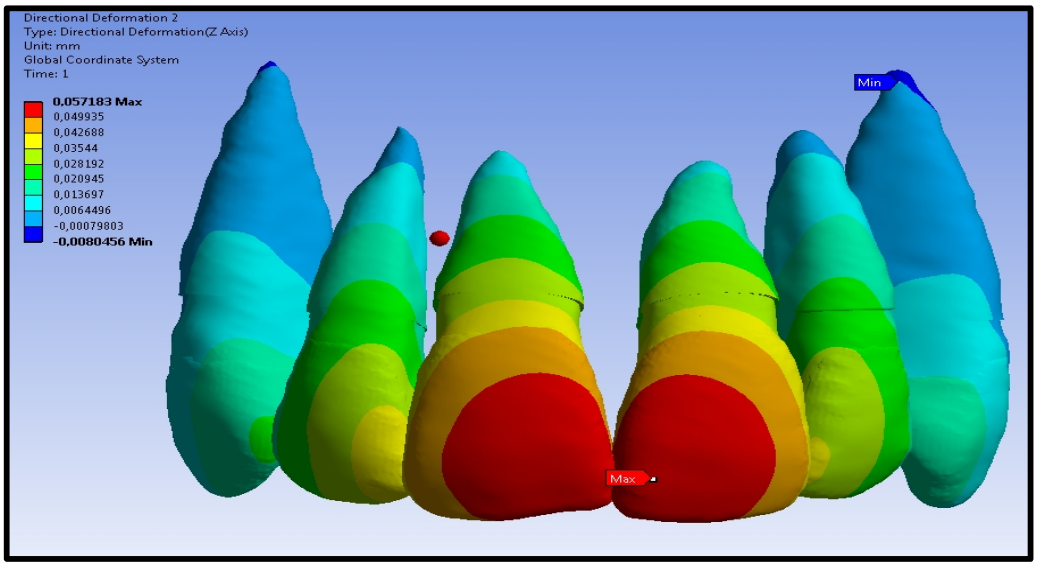


Şekil 4.82. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

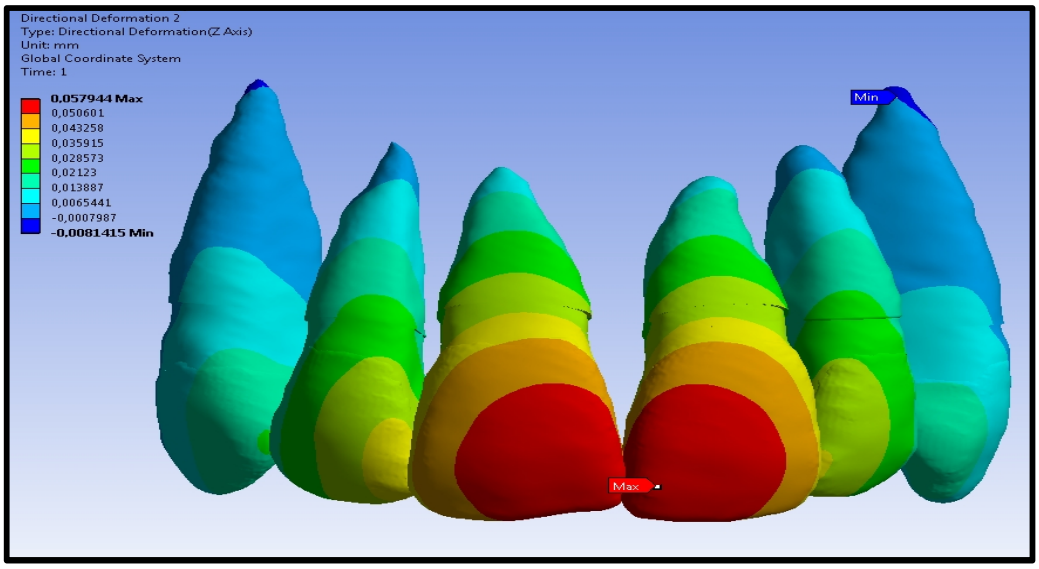


Şekil 4.83. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Y yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

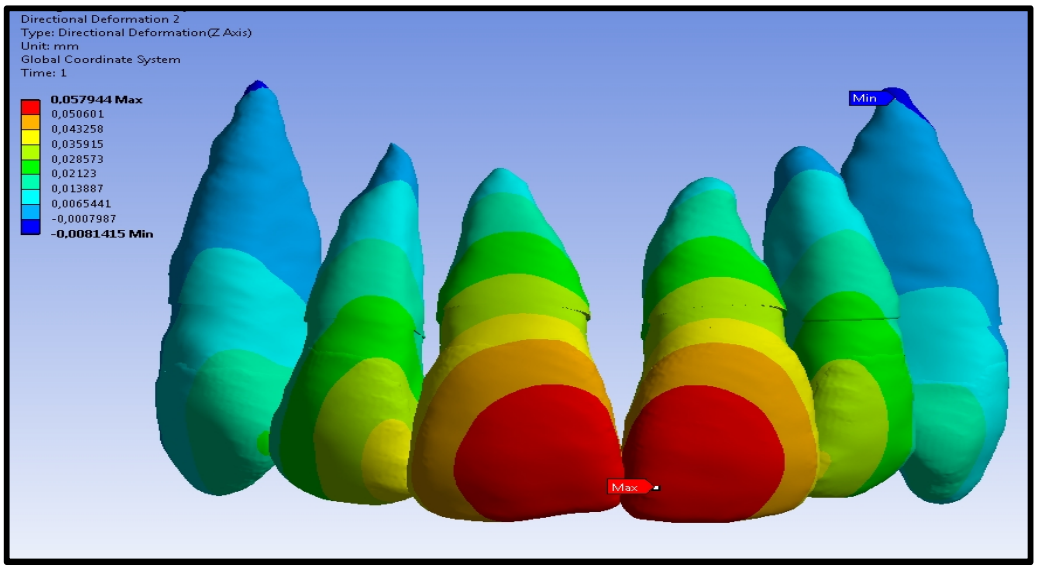
Modeller üzerine vertikal uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari Şekil 4.83-87'te gösterilmiştir.



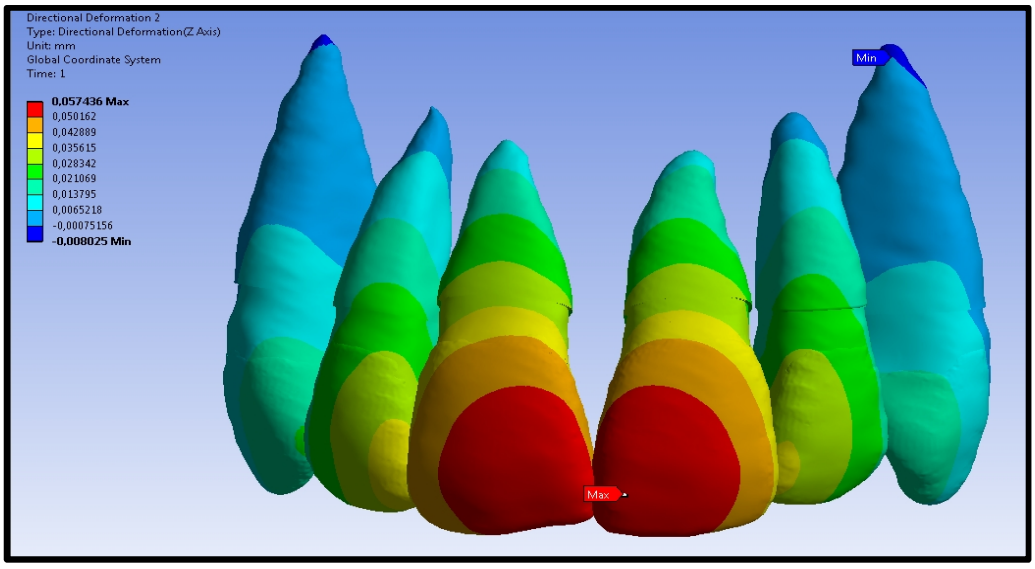
Şekil 4.84. Doğal diş modeli(KT) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



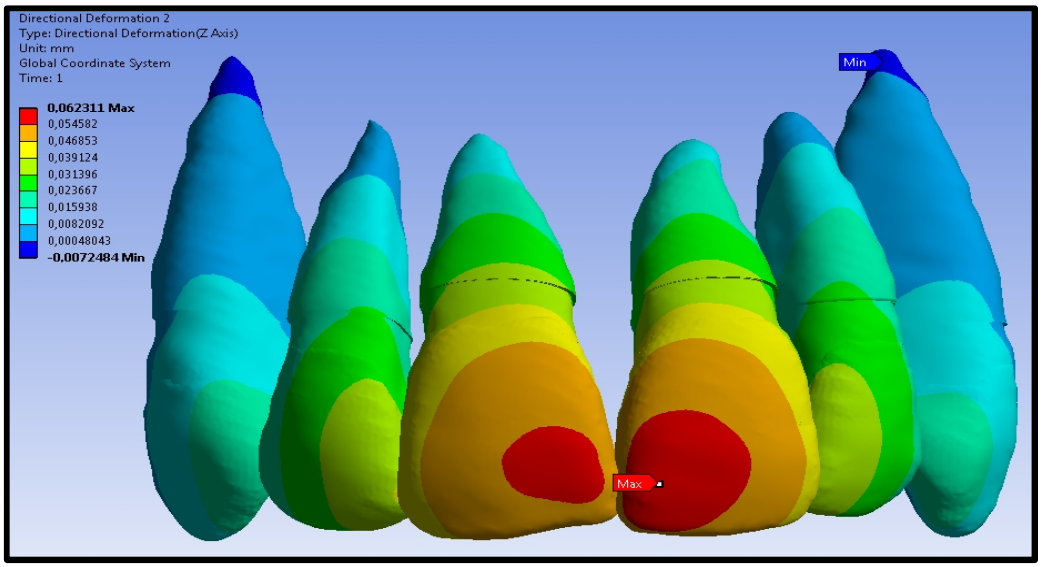
Şekil 4.85. Fiber-ribonds splint uygulanmış diş modeli(RBS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



Şekil 4.86. Kompozit-tel splint uygulanmış diş modeli(KTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



Şekil 4.87. Titanyum travma splinti uygulanmış diş modeli(TTS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarları.



Şekil 4.88. Kompozit splint uygulanmış diş modeli(KS) üzerine 45° lik açı ile uygulanan kuvvetlerin dişler üzerinde Z yönünde oluşturdurduğu ortalama yer değiştirme miktarlari.

5.TARTIŞMA

Travmatik dental yaralanmalar, büyüme ve gelişim dönemlerindeki genç bireyler ve çocuklar arasında yaygın olarak karşılaşılan, hem çocukları hem de ebeveynleri psikolojik açıdan olumsuz etkileyen durumlardır. Erken müdahalenin prognoz üzerindeki önemi, tedavilerinin sıklıkla kompleks ve maliyetli olması, uzun dönem takip gerektirmesi, bireylerin yaşam kalitesi üzerindeki etkileri ve sonuçlarının geri dönüşümsüz izler bırakabilmesinden dolayı ciddi bir toplumsal ağız-diş sağlığı problemi olarak değerlendirilmektedir (Faus-Damia ve ark. 2011; Bakland 2013).

Travmatik yaralanmaların tedavisinde splintler önemli bir yer tutmaktadır. Splintleme metodu, süresi ve rijitliği iyileşmeyi doğrudan etkilemektedir. Uzun süreli veya rijit splint uygulamasıyla dış kök rezorpsiyonları, ankiloz ve diş kayıpları gibi komplikasyonların görülme sıklığı artmaktadır. Bu komplikasyonların sebebi; rijit splintlerin tutuculuğu nedeniyle dişlerin fizyolojik hareketliliğine izin vermemesidir. Stabilizasyon için kullanılan splintleme metodu ne olursa olsun periodontal iyileşmeyi desteklemelidir. İdeal bir splint pasif ve esnek olmalı, fizyolojik diş mobilitesine izin vermeli ve splintleme süresi mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Kollajen ve protokollajen üretimine ve matürasyonuna izin veren, verilen yükün aşırı olmadığı ve hareket limitinin mimimum 30 μm(0,03mm), maksimum 150μm(0,15mm) olduğu splintlerin kullanılması gerekmektedir. Uygun mikrohareketler iyileşen ligamentte yeterli kan dolaşımı ve venöz dönüşümü sağlar; periodontal reorganizasyon ve reataçmanı hızlandırarak revaskülarizasyonu teşvik eder. Aksine rijit splintlemede, fibroblastları bir katabolik duruma dönüştürebilen stres yoksunluğu nedeniyle, iyileşmeyi önleyerek kollojen kütlesini azalttığı bildirilmiştir (Asvanund ve Morgano 2011).

1970'lere kadar, travmaya maruz kalan dişlere uygulanan splintleme yöntemlerinde, çene kırıklarında uygulanan ark bar ve ligatür tel gibi splint materyalleri kullanılmıştır. Bu dönemlerde daha uygun splint materyallerinin olmamasının yanısıra, iyileşme mekanizmasıda iyi bilinememekteydi. Buonocure tarafından adeziv tekniklerin uygulamaya konmasıyla splintleme metodlarında da adeziv teknik kullanılmaya başlanmıştır. Periodonsiyum ve pulpanın iyileşme

mekanizması üzerine splintin etkilerinin görülmesiyle fizyolojik diş hareketliliğine izin veren splint materyal ve metodları da geliştirilmiştir (Berthold ve ark. 2009).

Çalışmamızda travmatik yaralanmalarda dişleri stabilize ederek iyileşmesini sağlamak için günümüzde uygulanan modern ve geleneksel splint çeşitleri kullanılmıştır. Son yıllarda geliştirilen Titanyum travma splinti ve Ribbond fiber splint ile geleneksel olarak kullanılan kompozit splint ve tel kompozit splintinin çiğneme kuvvetleri altında diş ve çevre destek dokularda meydana getirdiği stres dağılımları sonlu elemanlar yöntemi ile karşılaştırarak incelenmiştir.

Kompozit splintin uygulanması kolaydır, stabilitesi yüksektir ve estetiktir. Ancak materyalin kırılgan olmasından dolayı interdental alanlarda kırılabilmektedir. Asitlenmiş mineye kuvvetli bağlanmasına bağlı olarak diş dokusuna zarar vermeden uzaklaştırmak zordur. İnterdental aralıkları tamamen kaplar, gingival irritasyon sebebiyle hasta konforu azalmıştır. Etkin fırçalama için yeterince kullanışlı değildir. Ayrıca yanak ve dudak mukozasında da irritasyonlara sebep olabilir (Mazzoleni ve ark. 2010).

Tel kompozit splint, kliniklerde kolayca bulunabilen ve sıkça tercih edilen splint türüdür. Labial yüzde interdental alanlara kompozit eklenmesiyle veya telin çapının değiştirilmesiyle kolayca rijit bir splinte modifiye edilebilir (Cengiz ve ark. 2006).

Ribbond fiber kolay adapte edilebilir, biyouyumlu ve translusentir. Dayanıklılığı ve sağlamlığını artırmak için özel çapraz örgü sistemiyle yüksek moleküler ağırlıklı polietilen liflerden üretilmiştir. Pahalı olması bir dezavantaj olsa da; uygulama kolaylığı, estetik olması ve biyouyumlu olması, kırılması durumunda tamirinin kolay olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir.

Titanyum travma splinti, hasta konforunu ve hekimin uygulama kolaylığını arttırmak için tasarlanmış bir tekniktir. Diş konturlarına rahatça adapte edilebilir. Romboit açıklıklar daha az miktarda kompozit kullanılmasını sağlayarak fiksasyonu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bu yapı sayesinde fizyolojik diş hareketlerine izin vermektedir (Mazzoleni ve ark. 2010).

Ağız içinde kullanılan materyallerin başarılarının ölçülebilmesi için maruz kaldıkları kuvvetler ile bu kuvvetler sonucunda materyal ve dokularda oluşan gerilmeler değerlendirilmelidir (Gujjarlapudi ve ark. 2013). Ancak çiğneme kuvvetlerinin biyomekanik etkilerinin in vivo çalışmalarla, canlı dokular üzerinde saptanabilmesi imkansızdır. Bu imkansızlıklar dışında genel olarak bu konu üzerine yapılacak in vitro ve in vivo çalışmalarda standardizasyonu sağlamak da oldukça güçtür (Ramoğlu ve Ozan 2014).

Günümüze kadar yapılan araştırmalarda travmatik yaralanmalarda kullanılan splintler, dişetine ve dudaklara yaptıkları irritasyon, diş hassasiyeti, konuşma, yemek yeme ve oral hijyen üzerine etkileri, dişin vertikal ve horizontal olarak hareketliliğine izin verip-veredikleri, rijitlikleri ve diş ile çevre dokularda meydana getirdikleri stres dağılımı açısından değerlendirilmiştir. Bu karşılaştırmaların yapılabilmesi için Periotest cihazı, Mühlemann periodontometresi, üniversal test cihazı, baskı kuvveti uygulayan cihazlar ve gerinim ölçme analizleri kullanılmıştır (Albers 2002).

Ayrıca gerilme değerlerinin ölçülmesinde; foto-elastik gerilme analizi, gerinim ölçer kullanımı, lazer ışını ile gerilme analizi, kırılgan vernikle kaplama ve sonlu elemanlar analizi gibi değişik invitro yöntemler birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Liu ve Quek 2003).

Çeşitli splintlerin rijitliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada test yöntemi olarak "Periotest cihazı" ve "Mühlemann periodontometresi" kullanılmıştır. Mühlemann periodontometresi ve periotest cihazı dişlerde labiolingual yönde oluşan yer değişimini ölçmektedirler. Periotest cihazı, uç kısmının dişler üzerine ilk darbesinden sonra dişlerin aynı uca tekrar temas etmesi arasında geçen sürenin ölçümü esasına dayanarak çalışmaktadır (Berthold ve ark. 2009).

Splintlerin fleksibilitelerini karşılaştırdığı bir diğer araştırmada, baskı kuvveti uygulayan çalışma için hazırlanmış özel yapım test cihazı kullanılmıştır. Artan basınçlarla belirli bir mesafeden baskı kuvveti uygulanarak diş hareketliliği değerlendirilmiştir (Oikarinen ve ark. 1992) .

Mazzoleni ve ark. (2010), farklı splint tiplerinin fleksibilitelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında gerinim ölçer test cihazını kullanmışlardır.

Gerinim ölçerler diş hareketlerinin ölçümünde güvenilir olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte invivo analizlerde dokuların içinde oluşan gerilmelerin belirlenebilmesi için gerinim ölçerlerin doku içine yerleştirilmeleri gerekmektedir. İnvaziv bir yöntem olması bu yöntemin en büyük dezavantajıdır. İnvitro ortamda kullanılan gerinim ölçerlerin kullanıldığı analizlerde, oluşturulan çevre dokuların fiziksel özelliklerinin gerçek dokuların fiziksel özelliklerini tam olarak yansıtamaması bu yöntemin bir diğer dezavantajıdır (Bakioğlu 2001).

Cengiz ve ark. (2006), farklı splint tiplerinin travmaya maruz kalan diş ve çevresinde meydana gelen gerilme dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında fotoelastik stres analizi yöntemini kullanmışlardır.

Foto-elastik gerilme analizi yönteminde, foto-elastik malzemeden bir model oluşturulmaktadır. Oluşturulan modelin karmaşık geometrileri temsil edecek kadar ayrıntılı yapılandırılamaması en büyük dezavantajıdır. Bu sebeple karmaşık geometriye sahip yapıların analizi gerçeğe yakın sonuçlar elde edilememesine neden olmaktadır (Fernandes ve ark. 2003).

Kırılgan vernikle kaplama yöntemi ile analizde, sadece potansiyel stres noktaları rakamsal değil de bölgesel olarak belirlenebilir. Deplasman ve yük ölçümü yapabilmek için pahalı ve hassas aygıtların kullanılacağı deney düzeneğinin kurulması gerekmektedir. Bu yöntem uygulamanın zorluğu açısından dezavantajlıdır (Soares ve ark. 2008).

Diğer analizlerin bu dezavantajlarına rağmen, sonlu elemanlar analizi, karmaşık geometriye sahip yapıların bilgisayarda oluşturulan ayrıntılı modellerini kullanarak gerilme ve yer değiştirmelerin hassas ve kantitatif olarak incelenmesini sağlayan matematiksel bir yöntemdir. Modeli oluşturan parçaların her birine fiziksel özellikleri kazandırılarak analizlerin gerçeğe uygun bir şekilde yapılmasına olanak sağlanmaktadır (Bakioğlu 2001).

Analiz sırasında 3 boyutlu modellerin kullanılması cisimlerin hacimlerini, düzensizliklerini ve cismin farklı katmanlarına ait değişiklikleri yansıtması açısından önemlidir. Diş hekimliğine dair sonlu elemanlar stres analizi çalışmaları yapılırken 3 boyutlu modellerin kullanılması gerçeğe yakın ve doğru sonuçların elde edilmesi için

gereklidir. Çünkü dental yapılar simetrik ve solid değildir. Bu nedenle 2 boyutlu sonlu elemanlar analizi yöntemi gerçeğe yakın verilerin elde edilmesi için yetersiz kalmaktadır (Yüzbaşıoğlu 2006).

2 ve 3 boyutlu sonlu elemanlar stres analizi yöntemlerinin güvenilirliklerinin kıyaslandığı bir çalışmada, 3 boyutlu analiz sonuçlarının 2 boyutlu analiz sonuçlarına göre stres dağılımlarını belirlemede daha başarılı sonuçlar yansıttığı sonucuna varılmıştır. Gözlenen bu farkın ise kompleks yapıların 3 boyutlu modeller ile daha gerçekçi şekilde çalışmaya yansıtılmış olması sonucunda oluştuğu bildirilmiştir (Roomed ve ark. 2006).

Bu literatür bilgilerine dayanarak çalışmamızda 3 boyutlu modeller kullanılarak sonlu elemanlar stres analizi yöntemi uygulanmış ve gerçeğe en yakın sonuçların elde edilmesi hedeflenmiştir.

Sonlu elemanlar analizi için oluşturulması gereken modellerin gerçeğe yakınlığının arttırılması için kullanılan bilgisayarlı tomografi görüntü kalitesi yüksek olmalıdır. Görüntünün net olması ve detayların artırılması için ise tomografi kesit aralığının az olması gerekmektedir (Çağlar 2003). Endodontik tedavi görmüş dişlerde farklı kısa post kor materyalleri ve restoratif materyallerin kullanımına bağlı dişte oluşan streslerin değerlendirildiği çalışmada kullanılan çekilmiş diş modelleri bilgisayarlı tomografide 0,5 mm kesit aralıkları ile taramalar sonucunda elde edilmiştir (Gurbuz ve ark. 2008). Süt azı dişlerinde restoratif amaçlı kullanılan amalgam, kompomer, rezin modifiye cam iyonomer siman, hibrit kompozit rezin, akıcı kompozit rezin ve giomer materyallerinin sonlu elemanlar stres analizi sonuçlarının değerlendirildiği çalışmada alınan tomografi görüntüsünde kesit aralığı 0,468 mm olarak belirlenmiştir (Şengül 2008). Mimics programı üzerinde tek taraflı dudak-damak yarığı bulunan hastaların dişlerinin meziodistal boyut, kuron/kök oranı, kuron ve kök gelişimlerinin hacimsel ve alansal olarak ölçümleri incelendiği çalışmada da hastalara ait tomografi görüntüleri 0,5 mm kesit aralığı ile elde edilmiştir (Gezgin ve Botsali 2015). Yukarıda aktarılan literatür çalışmalarına benzer olarak bu çalışmada da modellerin oluşturulması amacıyla kesit aralığı 0,5 mm olarak alınmış bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanılmıştır.

3 boyutlu sonlu elemanlar stres analizi için hazırlanan modellerde oluşturulan eleman ve düğüm sayısı arttıkça analiz sonuçlarının gerçeğe yakınlığı artmaktadır çünkü eleman ve düğüm sayısı arttıkça oluşturulan model taklit edilmeye çalışılan yapıya daha yakın bir geometriye sahip olur (Clelland ve ark. 1991; Meijer ve ark. 1993). Modeller eleman büyüklüğü 150-300 μm arası boyutlarda olacak şekilde elemanlara bölünmelidir. Eleman boyutunun 300 μm'den büyük olması durumunda çalışma sonucunda sapmaların olabileceği bildirilmiştir (Çağlar 2003). Ancak eleman ve düğüm sayısı arttıkça analizin çözümlenmesi için gereken sürenin artması sebebi ile çalışmalarda eleman ve düğüm sayısı belirli değerlere kadar artırılabilmiştir (Yüzbaşıoğlu 2006). Bu çalışmada kullanılan modellerdeki eleman sayısı 2727097-3075552, düğüm sayısı ise 4210356-4670118 arasında olup analizin bu yüksek detay sayesinde gerçeğe en yakın şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Sonlu elemanlar stres analizi çalışmalarında gerilim değerleri incelenirken normal gerilimin ve kayma gerilimin ayrı ayrı değerlendirilmesinin hatalı yorumlamalara sebep olabileceği bildirilmiş ve mevcut tüm gerilimlerin bileşenlerinin analiz sırasında göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. Normal gerilim ve kayma gerilimini bir bütün halinde içerip anlamlı sayısal sonuçlar alınmasına olanak sağlayan Von Mises stres değeri sonlu elemanlar stres analizinde değerlendirilmeye uygun veriler sunmaktadır. Bu değer kırılgan yapıda olan materyallerin gerilmeleri sonucu oluşan streslerin belirlemesi için uygun bir parametre olarak kabul edilmektedir (Yaman ve ark. 2004; Şengül 2008). Bu nedenle bu çalışmada da Von Mises stres değerleri karşılaştırma kriteri olarak kullanılmıştır.

Sonlu elemanlar stres analizi yöntemi kullanılarak kuvvetler karşısında oluşan streslerin incelendiği çalışmalarda cisimlerin dış yüzeylerinde oluşan streslerin kuvvetlerin uygulandığı noktalar ile bu noktalara komşu bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir ve bu beklenen bir durumdur. Ancak cismin derinleşen kısımlarında oluşan stresler materyale ait elastisite modülünden etkilenmekte ve buna bağlı olarak oluşan stres bu tabakalara farklı şekillerde dağılmaktadır (Asmussen ve Peutzfeldt 2008). Diş hekimliği alanında restoratif materyaller ve dişler üzerine uygulanan kuvvetlere bağlı oluşan streslerin incelendiği birçok çalışmada streslerin kuvvetlerin uygulandığı alanlarda yoğunlaştığı bildirilmiştir (Şengül 2008; Altun 2012; Prabhakar ve ark. 2015). Bu çalışmada da bu literatür bilgileri ile uyumlu olarak

doğal diş modelinde mine dokusunda ve çalışma modellerinde ise mine dokusunda ve yapıştırıcı materyal kısmında oluşan streslerin diğer bölgelere oranla daha yoğun olduğu ve bu bölgelerin kuvvetlerin uygulandığı noktalara çevre alanlar olduğu bulunmuştur.

Cengiz ve ark. (2006), farklı splint tiplerinin travmaya maruz kalan diş ve çevresinde meydana gelen gerilme dağılımlarını inceledikleri çalışmalarında fotoelastik stres analizi yöntemini kullanmışlar ve dişlere 100 N'luk dikey ve 100 N'luk 45º oblik kuvvet uygulamışlardır.

Çiğneme kuvvetinin taklit edildiği pek çok çalışmada dikey kuvvetler ve 45º'lik açı ile uygulanan oblik kuvvetler kullanılmıştır. 45º'lik açı ön bölgede fonksiyon sırasında oluşan ortalama açıyı ifade etmektedir. Yapılan çalışmalarda ön bölgede meydana gelen çiğneme kuvvetlerinin 100 N ile 200 N arasında değiştiği bildirilmiştir (Prabhakar ve ark. 2015). Bizim çalışmamızda dişlere 150 N'luk kuvvet, dikey olarak insizal kenarlardan ve 45º açı ile palatinalden uygulanmıştır.

Filippi ve ark. (2012), ribbond fiber splint, TTS, tel kompozit splint ve kompozit splintleri stres dağılımı bakımından fotoelastik stres analizi yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Uygulanan kuvvetler sonucunda mine ve dentin üzerinde oluşan streslerin dağılımı incelendiğinde, en yüksek stres değerlerinin kompozit splint grubunda, en düşük stres değerlerinin ise ribbond splint grubunda olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da modeller üzerine vertikal ve 45º açı ile palatinalden kuvvet uygulandığında mine ve dentin üzerinde oluşan streslerin dağılımı analiz yöntemi farklı olsa da benzer şekilde en yüksek kompozit splint splint grubundadır. En düşük ise TTS grubunda bulunmuştur.

Cisimlere dışardan kuvvet uygulandığı zaman, cisimlerde ilk önce şekil değişikliği meydana gelir. Dış zorlamalar arttıkça cisim dayanımını yitirerek kırılır. Düşük stresler altında oluşan şekil değişiklikleri elastiktir yani cisim üzerinde oluşan zorlama ortadan kalktığı zaman eski haline geri gelebilir. Gerilme elastik sınırı aştığı zaman cisim kalıcı olarak şekil değiştirir ve plastik şekil değiştirme oluşur (Özer 2011). Cisimlere çok eksenli yükleme yapıldığı durumlarda maddede plastik deformasyonun meydana gelip gelmediğini belirleyebilmek için, von Mises eşdeğer gerilimi rutin olarak kullanılmaktadır. Bir elementin von Mises eşdeğer gerilimi o

maddenin akma dayanımından daha yüksek seviyelerde ise bu elementte plastik deformasyonun gerçekleşmesi durumu mevcuttur (Tanaka ve ark 2003). Aynı zamanda materyallerin çekme dayanımı da materyalde fraktür oluşup oluşmadığını belirlemek açısından önemli bir kaynaktır (Toparli ve Sasaki 2003).

Bu tez çalışmasında ortaya çıkan stres miktarları, mine ve dentinin çekme dayanımları referans alınarak değerlendirildiğinde; minede oluşan en yüksek stres değerlerinin yoğunlaştıkları bölgelerdemine kırıklarına neden olmayacağı bulunmuştur. Dentinde herhangi bir kırık meydana gelebilmesi için 100 N'dan fazla kuvvet iletimi gerektiği çalışmamızın sonuçları doğrultusunda bu kırılmanın bizim uyguladığımız kuvvetler ile mümkün olmayacağı gözlemlenmiştir.

Yapılan bir çalışma pulpa dokusunun 2,94 MPa değerindeki streslere kadar herhangi bir hasar veya nekroz yanıtı vermediğini, sağlıklı yapısını koruduğunu bildirmektedir (Tanaka ve ark. 2003). Çalışmamızdaki tüm splint tiplerinin pulpaya ilettiği stres değerleri benzerlik göstermektedir ve uygulanan 150 N'luk kuvvet sonucunda değerlendirilen tüm modellerde pulpa dokusunda bu stres değerini aşan değerler tespit edilmemiştir. Böylece bu materyallerin bu kuvvetler altında kullanımı ile pulpal hasar gözlenmeyeceği sonucuna varılmıştır.

Cengiz ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada Ribbond fiber splint, TTS ve tel kompozit splintleri oluşturdukları stres dağılımı bakımından fotoelastik stres analizi yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında pleksiglas materyalinden hazırlanmış bir model ve üzerine yerleştirilen çekilmiş sol üst santral, lateral ve kanin insan dişleri kullanmışlardır. Splintlerin uygulanmasının ardından travmaya maruz kaldığı düşünülen lateral dişin çevresinde dikey ve 20° oblik kuvvetler altında oluşan stresleri incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularında; dikey yükleme altında en uygun sonuçlar ribbond fiber splint grubunda, en olumsuz sonuçlar ise tel kompozit splint grubunda gözlemlenirken; TTS'in stres azaltma üzerine etkisini olmadığı belirtilmiştir. Oblik kuvvetler altında elde edilen sonuçlarda en iyi sonuçlar TTS ve ribbond fiber splint grubunda gözlenmiştir. Çalışmada tel kompozit splint grubunda elde edilen olumsuz sonuçların telin oldukça yüksek elastiklik modülüne sahip olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar yüksek elastiklik modulünün materyalin rijitliğini artırdığını ve bu rijitlik sebebiyle dişlerin fizyolojik hareketine olanak sağlamadıklarını ve sonuçların bu sebeple olumsuz olduğunu ileri

sürmüşlerdir. Bunun yanında TTS ve ribbond fiber splintin kuvvetler altında elastik özellik gösterip, gelen kuvvetleri paylaşarak dağıttığını ve rijit olmamaları sebebiyle de stres dağılımları bakımından olumlu sonuçlar gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda hem dikey hem oblik kuvvetler altındaki stres analizlerinden elde edilen bulgularda tel kompozit splint ve kompozit splint uygulanan modellerde daha yüksek gerilme gözlenmesi bu splintlerin rijit olduğunu düşündürmüştür. Kompozit splint grubunda elde edilen olumsuz bulguların, kompozitin dişlerin interdental aralıklara tutunmasına bağlı olduğu da düşünülmektedir. Klinikte de bilindiği gibi bu tip splintlerde en yüksek kırılma oranı interdental aralıklarda görülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular incelendiğinde kompozit splint grubu hariç tüm gruplarda splintin yapıştırıldığı alanlarda gerilmelerin homojen olarak dağıldığı görülmüştür. Kompozit splint grubunda ise gerilmeler splint üzerinde dişlerin ara yüzlerine bakan kısımlarında yoğunlaşmaktadır. Bu yoğunlaşma, splintin dikey ve oblik kuvvetler karşısında kırılma nedenini açıklamaktadır. Tel kompozit splint grubundan elde edilen olumsuz sonuçları ortodontik çelik telin yüksek elastiklik modülüne sahip olmasının etkilediği düşünülmektedir.

Mazzoleni ve ark. (2010), üst çene reçine modelde TTS, ribbond fiber splint, tel kompozit splint, kompozit splint ve braket splintin fleksibilitelerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında Universal test cihazı ile dikey 50 N ve 45º oblik 30 N arası artan kuvvetler uygulayarak dişlerin pozisyonunu değiştirmek için gerekli enerjiyi ölçmüşlerdir. Enerji düzeyinin yüksek olması ile splint materyalinin rijitliği arasında pozitif korelasyon kurulmuştur. Kompozit splint, dikey yükler altında en yüksek enerjiyi gösterirken, kompozit ve tel kompozit splint 45º oblik kuvvetler altında en yüksek enerji değerlerini göstermiştir. Her iki yönde de uygulanan kuvvetler altında en düşük enerji değerlerini TTS ve Ribbond fiber splint grubunda gözlemlemişlerdir. Buna göre TTS ve Ribbond fiber splinti çalışmada kullanılan en fleksibl malzemeler olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da elde edilen sonuçlarda TTS en fleksibl özelliği göstermekte ve ribbond splint ise ona yakın değerler göstermektedir. Tel-kompozit splint bu iki splinte göre daha yüksek enerji değerini göstermektedir. Kompozit splint ise splint grupları içerisinde yüksek rijitliği

sahiptir. Bu bulgular ile Mazzoleni ve ark.'nın çalışmalarının sonuçları yöntemler farklı olsa da birbirine uyum göstermektedir.

Berthold ve ark. (2009), akrilik reçine model üzerinde Periotest cihazı ile çeşitli splint tiplerinin vertikal ve horizontal diş hareketliliği üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında 4 farklı markadan yapılmış kompozit splint, 0.45 mm çok sarmallı tel, 0.41×0.41 mm. dikdörtgen tel, 0.8×1.8 genişliğinde 3 sarmallı tel kompozit splint, titanyum halka splint, TTS, braket splint ve 2 farklı schuchardt splinti kullanmışlardır. Splintler akrilik reçine model üzerine yerleştirilmiş üst çenede köpek dişleri arasına akrilik dişler üzerine uygulanmış ve santral dişlerin travmaya maruz kaldığı düşünülmüştür. Travmaya maruz kaldığı düşünülen dişlerde vertikal yönde en yüksek splintleme etkisi kompozit splint gruplarında, en düşük splintleme etkisi ise 0.45 ve 0.41×0.41 tel kompozit splint grubunda gözlenmiştir. Horizontal yönde en yüksek splintleme etkisi yine kompozit splint gruplarında, en düşük splintleme etkisi ise TTS ve 0.45 mm çok sarmallı tel gruplarında gözlenmiştir. Kompozit splintlerin hem vertikal hem de horizontal diş hareketliliğini önlediği vurgulanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen kompozit splintler ve TTS gruplarına ait bulgular, çalışmamızda farklı metodoloji kullanılmış olsa da elde ettiğimiz bulgularla örtüşmektedir.

Oikarinen ve ark.(1992), nın fleksibl tel kompozit splint, rijit tel kompozit splint, fiber splint, akrilik splint, geçici akrilikten yapılan splint, kevlar splint ve geçici kompozit materyalinden yapılan splint çeşitlerinin rijitliklerini periotest cihazı ve Mühlemann periodontometresi kullanarak karşılaştırdıkları çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara göre; rijitlik açısından tel kompozit splint en olumsuz sonuçlar gösterirken fiber splint en iyi sonuçları vermiştir. Çalışmamızda rijitlik açısından en olumsuz özellik gösteren splintin kompozit splint olduğu, fizyolojik diş hareketlerine imkan tanıyan splint çeşitlerinin de TTS ve fiber splint olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular da çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgularla uyuşmaktadır.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada travmaya maruz kalan dişlerin sabitlenmesinde kullanılan 4 farklı splint materyalinin, farklı yönlerde uygulanan kuvvetler altında diş ve çevre dokular üzerinde oluşturduğu Von Mises stres dağılım değerleri in vitro koşullarda değerlendirilmiştir.

Sonlu elemanlar stres analizi yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Hem sağlıklı diş modelinde hem de çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında en yüksek Von Mises stres değerlerinin kuvvetlerin uygulandığı noktalarda oluştuğu tespit edilmiştir.
- Horizontal ve oblik yönlü kuvvetler açısından değerlendirildiğinde 45° açı ile palatinalden uygulanan kuvvetlerin daha yüksek Von Mises stres değerlerine sebep olduğu bulunmuştur.
- Çalışma modellerinde dentinde en yüksek Von Mises stres oluşturan grubun kompozit splint grubu olduğu tespit edilmiştir.
- Pulpa dokularında oluşan stresler incelendiğinde ise tüm analizlerde, modellerin tümü sağlam diş modelinde ölçülen stres değerleri ile benzer sonuçlar göstermiştir. Bu sonuçlar literatürde pulpal irritasyon riski açısından kritik olarak bildirilen değerlerden uzaktır.
- Hem sağlıklı diş modelinde hem de çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında PDL'e, alveoler kemiğe ve maksillaya iletilen kuvvetler benzer değerlerdedir.
- Çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında splint materyallerinde oluşan en yüksek Von Mises stres değerinin kompozit splint grubunda olduğu, kompozit splint grubu hariç tüm gruplarda splintin yapıştırıldığı alanlarda gerilmelerin homojen olarak dağıldığı görülmüştür. Kompozit splint grubunda ise gerilmeler splint üzerinde dişlerin ara yüzlerine bakan kısımlarında yoğunlaşmaktadır.
- Çalışma modellerinde horizontal ve oblik yönlü kuvvetler altında yapıştırıcı materyalde oluşan en yüksek Von Mises stres değeri kompozit splint grubunda bulunmuştur.

- Çalışmamızda rijitlik açısından en olumsuz özellik gösteren splintin kompozit splint olduğu, fizyolojik diş hareketlerine en çok imkan tanıyan splintin ise TTS olduğu tespit edilmiştir.
- Elde edilen sonuçlar başlangıç hipotezi olarak kabul edilen kompozit splint uygulanan modellerde oluşacak stres değerlerinin daha yüksek olduğunu ve iyileşme için gerekli olan fizyolojik mobiliteye izin vermediğini doğrulamıştır.
- Bu çalışmada, travmatik dental yaralanmalar sonucunda dişlere uygulanan 4 farklı splint tipinin diş dokuları ve çevre dokularda oluşturdukları gerinim değerleri bilgisayar programları ile elde edilen modeller üzerinde sonlu elemanlar stres analizi gerçekleştirilerek hesaplanmıştır. Elde edilen veriler karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilerek günümüzde hastaların dental travma tedavilerinde kullanılması amacıyla tercih edilen bu materyallerin klinik kullanıma uygunluğunun tespiti amaçlanmış, kullanımları sonucunda dental yapılarda oluşan stresler değerlendirilmiş ve materyallerin dental açıdan limitasyonlarının belirlenmesiyle literatüre katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Ancak bu materyallerin klinik başarısına dair kesin sonuçların elde edilebilmesi için bu çalışmaya ek olarak uzun dönem in vivo takipler içeren çalışmalar ve farklı in vitro stres analiz teknikleri ile sonlu elemanlar stres analizi sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

7.KAYNAKLAR

AAPD Council on Clinical Affairs. Guideline on management of acute dental trauma. Pediatr Dent. 2008; 30: 175-83.

Abu Samra FM. Dentoalveolar Injuries Classification-Management-Biological Consequences. J Dent Health Oral Disord Ther. 2014; 1(4): 25.

Adıgüzel Ö. Sonlu elemanlar analizi: Derleme bölüm I: Dişhekimliğinde Kullanım Alanları, Temel Kavramlar ve Eleman Tanımları. Dicle Dişhekimliği Dergisi. 2010; 11: 18-23.

Albair WB, Cobb CM, Killoy WJ. Connective tissue attachment to periodontally diseased roots after citric acid demineralization. J Periodontol. 1982; 53(8): 515-26.

Altay N, Güngör C. A retrospective study of dento-alveolar injures of children in Ankara, Turkey. Dental Traumatology. 2001; 17: 201.

Altun AC. Tez aşırı madde kaybı olan süt dişlerinde indirekt yöntemle yapılan kompomer ve kompozit onley restorasyonların in vivo, in vitro ve sonlu elemanlar stres analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 2012 (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zuhal KIRZIOĞLU).

Amiel D, Woo SL, Harwood FL, Akeson WH. The effect of immobilization on collagen turnover in connective tissue: a biochemical-biomechanical correlation. Acta Orthop Scand. 1982; 53: 325-32.

Andersson L, Andreasen JO, Day P, Heithersay G, Trope M, DiAngelis AJ, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. Dent Traumatol. 2012; 28(2): 88-96.

Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L. Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 4 ed. Oxford; Wiley: 2013; p: 444-88.

Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare´ I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period and antibiotics. Dent Traumatol. 2004; 20: 203–11.

Andreasen JO, Andreasen FM. Classification, etiology and epidemiology of traumatic dental injuries. Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 3rd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1993; p: 151-77.

Andreasen JO, Andreasen FM. Essentials of traumatic injuries to the teeth: a step-by-step treatment guide Copenhagem: Munksgaard; 2000.

Andreasen JO, Bakland LK, Andreasen FM. Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 3. A clinical study of the effect of treatment variables such as treatment delay, method of repositioning, type of splint, length of splinting and antibiotics on 140 teeth. Dent Traumatol. 2006; 22: 99–111.

Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. Endod Dent Traumatol. 1995; 11: 51-8.

Andreasen JO, Kristerson L. The effect of extraalveolar root filling with calcium hydroxide on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. J Endod. 1981; 7(8): 349-54.

Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. Dent Traumatol. 2006; 22(3): 154-6.

Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. Acta Odontol Scand. 1975; 33: 313–23.

Andersson L, Andreasen JO, Day P, Heithersay G, Trope M, Diangelis AJ, Siqurdsson A, Bourquiqnon C, Flores MT, Hicks ML, Lenzi AR, Malmgren B, Moule AJ, Tsukiboshi M. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. Dent Traumatol. 2012; 28(2): 88-96.

Arhun N, Ungor M. Re-attachment of a fractured tooth: a case report. Dent Traumatol. 2007; 23: 322-6.

Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. Journal of Prosthetic Dentistry. 2005; 94: 321-9.

Atabek D, Alaçam A, Aydintug I, Konakoglu G. A retrospective study of traumatic dental injuries. Dent Traumatol. 2014; 30(2): 154-61.

Avşar A. Süt Dişlenme Döneminde Görülen Travmatık Yaralanmaların Daimi Dişler Üzerine Etkisi. Ondokuz Mayıs Uıiiv Dis Hekim Fak Derg. 2005; 6 (I): 55-58.

Avşar A. 7-14 yaş grubu çocuklarda görülen travmatik yaralanmaların incelenmesi. CÜ Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2002; 5(2): 117-20.

Ayhan E. Ön Bölge Dental Travmalar ve Tedavilerinde Kullanılan Fiksasyon Yöntemlerinin Klinik Araştırması. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 1999.

Baiamonte T, Abbate M F, Pizzarello F, Lozada J, James R. The experimantel verification of the efficacy of finite element modelling to dental implant systems. J Oral Implantol. 1996; 22(2): 10410.

Bakioğlu M. Cisimlerin mukavemeti. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 2001: 85-124.

Bakland LK, Andreasen JO. Dental traumatology: essential diagnosis and treatment planning. Endodontic Topics. 2004; 7(1): 14-34.

Barnett F. The role of endodontics in the treatment of luxated permanent teeth. Dental Traumatology. 2002; 18: 47–56.

Bauss O, Schwestka-Polly R, Schilke R, Kiliaridis S. Effect of different splinting methods and fixation periods on root development of autotransplanted immature third molars. J Oral Maxillofac Surg. 2005; 63: 304-10.

Berthold C, Thaler A, Petschelt A. Rigidity of commonly used dental trauma splints. Dent Traumatol. 2009; 25: 248-55.

Bedestenci B. Metal ve metal olmayan prefabrik post sistemlerinin diş ve alveol kemiğinde oluşturduğu streslerin üç boyutlu sonlu elemanlar stres analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 2003 (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yavuz Burgaz).

Benazzi S, Grosse IR, Gruppioni G, Weber GW, Kullmer O. Comparison of occlusal loading conditions in a lower second premolar using three-dimensional finite element analysis. Clin Oral Invest. 2014; 18(2): 369-75.

Bilgin Özdemir S. Kök ucu açık dişlerde sonlu elemanlar analizi kullanılarak farklı yönlerden gelen travmaların oluşturduğu streslerin değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Konya, 2017 (Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Firdevs Kahvecioğlu).

Bryson EC, Levin L, Banchs F, Abbott PV, Trope M. Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste® on healing of replanted dog teeth after extended dry times. Dent Traumatol. 2002; 18(6): 316-21.

Çağlar A. Kısmi Dişsizlik Vakalarında Uygulanan İmplant Destekli Sabit Protezlerde Mesio-Distal Olarak Farklı Açılarda Yerleştirilen İmplantların Stres Dağılımına Etkilerinin Üç Boyutlu Sonlu Elemanlar Stres Analizi İle Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 2003 (Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cemal AYDIN).

Caglar E, Ferreira L, Kargul B. Dental trauma management knowledge among a group of teachers in two South European cities. Dent Traumatol. 2005; 21(5): 258-62.

Caliskan MK. Surgical extrusion of a completely intruded permanent incisor. J Endod. 1998; 24: 381–4.

Caliskan MK, Turkun M, Gomel M. Surgical extrusion of crown-root-fractured teeth: a clinical review. Int Endod J. 1999; 32: 146-51.

Cameron A, Widmer A, Gregory P, Abbott P. Trauma management. In: Cameron A, Widmer A. Handbook of Pediatric Dentistry. 2. Ed. Mosby, London. 1998; s: 95-113.

Cardoso M, de Carvalho Rocha MJ. Traumatized primary teeth in children assisted at the Federal University of Santa Catarina, Brazil. Dent Traumatol. 2002; 18: 129-33.

Cengiz SB, Atac AS, Cehreli ZC. Biomechanical effects of splint types on traumatized tooth: a photoelastic stress analysis. Dent Traumatol. 2006; 22: 133-8.

Chen H, Teixeira FB, Ritter AL, Levin L, Trope M. The effect of intracanal anti-inflammatory medicaments on external root resorption of replanted dog teeth after extended extra-oral dry time. Dent Traumatol. 2008; 24(1): 74-8.

Cohen S, Blanco L, Berman L. Vertical root fractures. Clinical and radiographic diagnosis. J Am Dent Assoc. 2003; 134: 434–41.

Cohen S, Burns RC: Patways of the pulp. 5th ed. Mosby-Year Book, Inc. 1991, pp.472.

Colak I, Markovic D, Petrovic B, Peric T, Milenkovic A. A retrospective study of intrusive injuries in primary dentition. Dent Traumatol. 2009; 25: 605-10.

Correa-Faria P, Paiva SM, Pordeus IA, RamosJorge ML. Influence of clinical and socioeconomic indicators on dental trauma in preschool children. Braz Oral Res. 2015; 29: 1-7.

Cronstein BN. Bovine thrombin and systemic autoimmunity. Am J Pathol. 2003; 162: 1389-90.

Cvek M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fractures. J Endod. 1978; 4: 232–7.

Çalışkan MK. Endodontide Tanı ve Tedaviler.1. Baskı. İstanbul; Nobel Tıp: 2006. s: 57-9.

Çetingül E. Çene ve Yüz Travmatolojisi. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları. 2002, Bornova, Türkiye, s: 64.

Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol. 2012; 28: 2-12.
Er K, Bagis B, Tasdemir T, Ceyhanli KT. Different treatment approaches in a multiple dental traumatic injury. J Res Dent. 2013; 1: 90-4.
Eyuboglu O, Yılmaz Y, Zehir C, Sahin H. A 6-year investigation into types of dental trauma treated in a paediatric dentistry clinic in Eastern Anatolia Region, Turkey. Dent Traumatol. 2009; 25(1): 110-4.
Eyüpoğlu TF, Önal B, Erdilek N, Gören B, Ergücü Z. Molar dişlerde inley restorasyonların mekanik performansının incelenmesi: 3-boyutlu sonlu elemanlar analizi. Gazi Üniv Diş Hek Fak Derg. 2008; 25(1): 27-33.
Fagade OO. Extra-alveolar storage media for tooth autotransplants and replants. Internet J Dent Sci. 2005; 2: 1–10.
Ferrari CH, Ferreria de Mederios JM. Dental trauma and level of information: mouthguard use in different contact sports. Dent Traumatol. 2002; 18: 144-7.
Filippi A, von Arx T, Lussi A. Comfort and discomfort of dental trauma splints – a comparison of a new device (TTS) with three commonly used splinting techniques. Dent Traumatol. 2002; 18: 275-80.
Flores MT, Andersson L. Guidelines for the management of traumatic dental injuries I. Fractures and luxations of permanent teeth. Dent Traumatol. 2007; 23: 66-71.
Flores MT, Andreasen JO, Backland LK. Guidelines for the evaluation and management of traumatic dental injuries. Dent Traumatol. 2001; 17: 145–8.
Flores MT, Malmgren B, Andersson L, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. III. Primary teeth. Dent Traumatol. 2007; 23: 196-202.
Flores MT. Traumatic injuries in the primary dentition. Dent Traumatol. 2002; 18: 287-98.
Gezgin O, Botsalı M'Karışık dişlenme dönemindeki tek taraflı dudak damak yarıklı hastaların diş gelişimlerinin medikal görüntü kontrol sistemleri ile incelenmesi.'Tez çalışması. 2015;45-48
Glendor U, Halling A, Andersson L, Eilert-Petersson E. Incidence of traumatic tooth injuries in children and adolescents in the county of Vastmanland, Sweden. Swed Dent J. 1996; 20: 15-28.
Glendor U, Marcenes W, Andreasen JO. Classification, epidemiology and etiology. In: Andreasen F, Andreasen JO, Andersson L, eds, Textbook And Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. Oxford: Blackwell. 2007, p: 217-54.
Glendor U. Aetiology and risk factors related to traumaticdental injuries–a review of the literature. Dent Traumatol. 2009; 25: 19–31.
Goenka P, Marwah N, Dutta S. Biological approach for managment of anterior tooth trauma: Triple case report. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2010; 28(3): 223-9.
Gomes MCB, Westpalen VPD, Westpalen FH, Neto UXS, Fariniuk LF, Carneiro E. Study of storage media for avulsed teeth. Braz J Dent Traumatol. 2009; 1: 69.
Gopikrishna V, Parvinder SB, Venkateshbabu N, Toby T, Kandaswamy D. Comparison of coconut water, propolis, HBSS, and milk on PDL cell survival. J Endodont. 2008; 34: 587–9.
Gopikrishna V, Thomas, T, Kandaswamy D. A quantitative analysis of coconut water: a new storage media for avulsed teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 105: 61-5.
Gujjarlapudi MC, Nunna NV, Manne SD, Sarikonda VR, Madineni PK, Meruva RN R. Predicting Periimplant Stresses Around Titanium and Zirconium Dental Implants-A Finite Element Analysis. J Indian Prosthodont Soc. 2013; 13: 196-204.
Güler MS, Sen S, Bayındır YS, Güler Ç. İnsan dişi kaplamalarında kullanılan farklı özelliklerdeki yapıştırıcı simanların gerilme etkilerinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2012; 22: 31-9.
Hargreaves KM, Giesler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young tooth: what does the future hold? Pediatr Dent .2008; 30: 253-60.
Hermann NV, Lauridsen E, Ahrensburg SS, Gerds TA, Andreasen JO. Periodontal healing complications following concussion and subluxation injuries in the permanent dentition. A longitudinal cohort study. Dent Traumatol. 2012, 28: 386-93.
Hinckfuss SE, Messer LB. An evidence-based assessment of the clinical guidelines for replanted avulsed teeth. Part II: prescription of systemic antibiotics. DentTraumatol. 2009; 25: 158–64.
Hinckfuss SE, Messer LB. An evidence-based assessment of the clinical guidelines for replanted avulsed teeth. Part I: Timing of pulp extirpation. Dent Traumatol. 2009; 25(1): 32-42.
Holan G, Peretz B, Efrat J, Shapira Y. Traumatic injuries to the teeth in young individuals with cerebral palsy. Dent Traumatol. 2005; 21(2): 65-9.

Hovland EJ. Horizontal root fractures: treatment repair. Dental Clinics of North America. 1992; 18: 509-25.
http://endodonticsoralimplantology.blogspot.com.tr/2014/01/ellis-and-davey-classification.html 2014.
http://www.dentaltraumaguide.org/ 2014.
http://www.imageinterpretation.co.uk/face.php 2008.
http://www.medartis.com/uploads/TTS-0203.pdf 2011.
http://www.ribbond.es/estabilizacion-por-trauma.php 2014.
http://www.iadt-dentaltrauma.org/1-9%20% 20iadt%20guidelines%20combined%20-%20lr%20-%2011-5- 2013.pdf/ 2015.
İlgün A, Korkmaz HH, Malkoç S, Başçiftçi FA. İnsan mandibulasında sonlu elemanlar metodu kullanılarak gerilme analizi yapılması. SÜ Müh-Mim Fak Derg. 2004; 19(1): 29-38.
Jorgensen V. Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. Br J Sports Med. 1984: 18: 59-63.
Kahler B, Heithersay GS. An evidence-based appraisal of splinting luxated, avulsed and root-fractured teeth. Dent Traumatol. 2008; 241: 2–10.
Kahler B, Hu JY, Marriot-Smith CS, Heithersay GS. Splinting of teeth following trauma: a review and a new splinting recommendation. Australian Dental Journal. 2016; 61: 59–73.
Kargül B, Çağlar E, Tanboğa I. Dental trauma in Turkish children, Istanbul. Dent Traumatol. 2003; 19(2): 72-5.
Khademi AA, Saei S, Mohajeri MR, et al. A new storage medium for an avulsed tooth. J Contemp Dent Pract. 2008; 9: 25–32.
Kim SG, Ryu SI. Enamel matrix derivative for replanted teeth in animal models: a systematic review and meta-analysis. Restor Dent Endod. 2013; 38(4): 194-203.
Kirzioglu Z, Ozay ES, Karayilmaz H. Traumatic injuries of the permanent incisors in children in southern Turkey: a retrospective study. Dent Traumatol. 2005; 21(1): 20-5.
Kirzioğlu Z, Karayilmaz H. Repositioning of a completely intruded permanent incisor with surgical extrusion: a 4-year follow-up case. Pediatr Dent. 2009; 31: 253-6.
Koçak A, Aktaş EÖ. Diş hekimliği ve diş hekimliği öğrencileri için adli tıp, ed Koçak A. İzmir. 2011; s: 3-13.
Koyuturk AE, Malkoc S. Orthodontic extrusion of subgingivally fractured incisor before restoration. A case report: 3-years follow-up. Dent Traumatol. 2005; 21: 174–8.
Kramer PF, Onetto J, Flores MT, Borges TS, Feldens CA. Traumatic Dental Injuries in the primary dentition: a 15-year bibliometric analysis of Dental Traumatology. Dent Traumatol. 2016; 4.
Kramer PF, Zembruski C, Ferreira SH, Feldens CA. Traumatic dental injuries in Brazilian preschool children. Dent Traumatol. 2003; 19: 299-303.
Kuşcu ÖÖ, Sandallı N, Çağlar E. Çocuklarda Diş Travmaları. Yeditepe Diş Hekimliği Dergisi. 2011; 3(2): 6-14.
Küçük M, Çömlekoğlu ME, Zor M. The Effect of Crown Geometry on Stress Distribution of a Single Implant Restoration: A Finite Element Analysis. Turkiye Klinikleri J Dental Sci. 2010; 16(2):13641.
Lam R. Epidemiology and outcomes of traumatic dental injuries:a review of the literature. Australian Dental Journal. 2016; 61(1): 4–20.
Lauridsen EF, Hermann NV, Gerds TA, Ahrensburg SS, Andreasen JO. Crown Fractures Part 3 – Healing complications of the pulp in permanent incisors with crown fractures and subluxation injury. Dent Traumatol. 2011; p:27.
Lengheden A, Blomlof L, Lindskog S. Effect of immediate calcium hydroxide treatment and permanent root-filling on periodontal healing in contaminated replanted teeth. Scand J Dent Res. 1991; 99(2): 139-46.
Lucarelli E, Beccheroni A, Donati D, *et al*. Platelet-derived growth factors enhance proliferation of human stromal stem cells. Biomaterials. 2003; 24: 3095-100.
Majorana A, Bardellini E, Conti G. Root resorption in dental trauma: 45 cases followed for 5 years. Dent Traumatol. 2003; 19: 262–5.
Malmgren B, Andreasen JO, Flores MT, Robertson A, DiAngelis AJ, Andersson L, Cavalleri G, Cohenca N, Day P, Hicks ML, Malmgren O, Moule AJ, Onetto J, Tsukiboshi M. International Association of Dental Traumatology Guidelines for The Management of Traumatic Dental Injuries: 3. Injuries in the primary dentition. Dent Traumatol. 2012; 28(3): 174-82.
Malmgren B, Malmgren O, Andreasen JO. Alveolar bone devolopment after decoronation of ankylosed teeth. J Endod. 2006; 14: 35-40.
Malmgren B. Ridge preservation/decoronation. Pediatr Dent. 2013; 35: 164-9.

Marcenes W, Zabot NE, Traebert J. Socio-economic correlates of traumatic injuries to the permanent incisors in school children aged 12 years in Blumenau, Brazil. Dent Traumatol. 2001; 17: 222–6.
Martin G, Ricucci D, Gibbs JL, Lin LM. Histological Findings of Revascularized/Revitalized Immature Permanent Molar with Apical Periodontitis Using Platelet-rich Plasma. J Endod. 2013; 39(1): 138-44.
Martin MP, Pileggi R. A quantitative analysis of Propolis: a promising new storage media following avulsion. Dent Traumatol. 2004; 20: 85-9.
Mazzoleni S, Meschia G, Cortesi R, et al. In vitro comparison of the flexibility of different splint systems used in dental traumatology. Dental Traumatol. 2010; 26: 30-6.
Metzger Z, Solomonov M, Mass E. Calcium hydroxide retention in wide root canals with flaring apices. Dental Traumatology. 2001; 17: 86.
Moreira-Neto JJ, Gondim JO, Raddi MS, Pansani CA. Viability of human fibroblasts in coconut water as a storage medium. Int Endod J. 2009; 42: 827– 30.
Mori GG, Nunes DC, Castilho LR, de Moraes IG, Poi WR. Propolis as storage media for avulsed teeth: microscopic and morphometric analysis in rats. Dent Traumatol. 2010; 26: 80–5.
Mutlu İ, Özkan A, Kişioğlu Y, 2009. Sonlu Elemanlar Tabanlı Analiz İçin Biyomekanik Model Oluşturma Teknikleri. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (Iats'09), 13-15 Mayıs, Karabük, Türkiye.
Nasjleti CE, Castelli WA, Caffesse RG. The effects of different splinting times on replantation of teeth in monkeys. Oral Surg Oral Pathol Oral Med. 1982; 53: 557–66.
Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: a recent approach. Med Oral Patol Oral Cir Buccal. 2011; 16(7): e997-1004.
Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: a literature review and report of a case. J Endod. 2012; 38: 1428-34.
Oz GY, Ataoğlu H, Kir N, Karaman Aİ. An alternative method for splinting of traumatized teeth: case reports. Dent Traumatol. 2006; 22: 345-9.
Ozan F, Tepe B, Akın Polat Z, Er K. Evaluation of in vitro effect of morus rubra (red mulberry) on survival of periodontal ligament cells. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 105: e66-9.
Özel E, Altundal H. Dentoalveolar ve perioral yumuşak doku yaralanmaları. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2006; 4: 7-13.
Özen M. Alt ekstremite protezlerinde farklı yükleme etkilerinin araştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir, 2012 (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Onur SAYMAN).
Patni P, Jain D, Goel G. A holistic approach to managment of fractured teeth fragments: a case report. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010; 109: 70-4.
Petrovic B, Markovic D, Peric T, Blagojevic D. Factors related to treatment and outcomes of avulsed teeth. Dent Traumatol. 2010; 26(1): 52-9.
Petti S, Cairella G, Tarsitani G. Childhood obesity: a risk factor for traumatic injuries to anterior teeth. Endod Dent Traumatol. 1997;13: 285–8.
Prabhakar AR, Chakraborty A, Nadig B, Yavagal C. Finite element stress analysis of restored primary teeth: A comparative evaluation between stainless steel crowns and preformed zirconia crowns. Int J Oral Health Sci. 2017; 7: 10-5.
Prabhakar AR, Yavagal CM, Chakraborty A, Sugandhan S. Finite element stress analysis of stainless steel crowns. 2015; 33: 183-91.
Ravn JJ. Follow-up study of permanent incisors with enamel cracks as a result of an acute trauma. Scand J Dent Res. 1981; 89: 213-7.
Rivera EM, Walton RE. Longitudinal tooth cracks and fractures: an update and review. Endodontic Topics. Special Issue: Cracks and Fractures in Endodontically Treated Teeth. 2015; 33: 14–42.
Robertson A, Andreasen FM, Andreasen JO, Norén JG. Long-term prognosis of crown permanent incisors. The effect of stage of root development and associated luxation injury. Int J Paediatr Dent. 2000; 10(3): 191-9.
Romeed SA, Fok SL, Wilson NHF. A comparison of 2D and 3D finite element analysis of a restored tooth. J Oral Rehabilitation. 2006; 33: 209-15.
Rosenberg B, Murray PE, Namerow K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. Dent Traumatol. 2007; 23(1): 26-9.
Sangwan S, Mathur S, Dutta S. Retrieval and reattachment of an elusive tooth fragment. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2011; 29: 171-5.

Sapir S, Kalter A, Sapir MR. Decoronation of an ankylosed permanent incisor: alveolar ridge preservation and rehabilitation by an implant supported porcelain crown. Dent Traumatol. 2009; 25: 346-9.
Saroglu I, Sönmez H. The prevalence of traumatic injuries treated in the pedodontic clinic of Ankara University, Turkey, during 18 months. Dent Traumatol. 2002; 18(6): 299-303.
Schoppet M, Chavakis T, Al-Fakhri N, Kanse SM, Preissner KT. Molecular interactions and functional interference between vitronectin and transforming growth factor-beta. Lab Invest. 2002; 82: 37-46.
Schwarz S, Lohbauer U, Doz P, Petschelt A, Pelka M. Vertical root fractures in crowned teeth: A report of 32 cases. Quintessence Int. 2012; 4: 37–43.
Silva LAB, Nelson-Filho P, Silva RAB, Flores DSH, Heilborn C, Johnson JD, Cohenca N. Revascularization and periapical repair after endodontic treatment using apical negative pressure irrigation versus conventional irrigation plus antibiotic intracanal dressing in dogs' teeth with apical periodontitis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010; 779-87.
Sivakumar N, Muthu MS. Traumatic injuries of teeth and supporting structures. In: Pediatric Dentistry Principles and Practice. Eds: Sivakumar N, Muthu MS. Elsevier, 2012, Delhi, p: 305.
Skaare AB, Jacobsen I. Etiological factors related to dental injuries in Norwegians aged 7-18 years. Dent Traumatol. 2003; 19: 304-8.
Skaare AB, Jacobsen I. Primary tooth injuries in Norwegians children (1-8 years). Dent Traumatol. 2005; 21: 315-19.
Sonugelen M, Artunç C. Ağız protezleri ve biyomekanik. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları No: 17, 2002: 1-11.
Şahin MK. Dört farklı cam fiber postun in vitro bükülme dirençlerinin ve sonlu eleman metodu ile stres dağılımlarının analizi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Ankara, 2008 (Tez Danışmanı: Prof. Dr. Neşe AKAL).
Şengül F. Süt dişi sınıf II kavitelerinde farklı restoratif materyallerin başarısının in vivo ve sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Erzurum, 2008 (Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Taşkın GÜRBÜZ).
Trope M, Blanco L, Chivian N, Sigurdsson A. The role of endodontics after dental traumatic injuries. In: Cohen S, Burns RC, Hargreaves KM, Berman LH, eds. Pathways of the pulp. St. Louis: Elsevier Mosby; 2006, p: 610-49.
Trope M. Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. Dent Clin North Am. 2010; 54: 313–24.
Turkistani J, Hanno A. Recent trends in the management of dentoalveolar traumatic injuries to primary and young permanent teeth. Dent Traumatol. 2011; 27(1): 46-54.
Tuzuner T, Yahyaoglu G, Tosun E, Taskesen F, Kusgoz A. Alveoler process fracture in mandibular immature permanent incisors region. JPak Med Assoc. 2016; 66(10): 1334-6.
Tzigkounakis V, Merglová V, Hecová H, Netolický J. Retrospective clinical study of 90 avulsed permanent teeth in 58 children. Dent Traumatol. 2008; 24: 598-602.
Villat C, Machtou P, Naulin-Ifi C. Multidisciplinary approach to the immediate esthetic repair and long-term treatment of an oblique crown-root fracture. Dent Traumatol. 2004; 20(1): 56-60.
Von srx T, Filippi A, Buser D. Splinting of traumstized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). Dent Traumatol. 2001; 17: 180-4.
Wilson CFG. Management of trauma to primary and developing teeth. Dent Clin North Am. 1995; 39(1): 133-67.
Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives – permanent teeth. Pediatr Dent. 2008; 30: 220–4.
Yasuda T, Kinoshita M, Abe M, Shibayama Y. Unfavorable effect of knee immobilization on Achilles tendon healing in rabbits. Acta Orthop Scand. 2000; 71: 69-73.
Yoldaş SE, Bodur H, Küçükkurt S. Horizontal kök kırıklı bir dişin dekoronasyon ile tedavisi: olgu bildirimi. Acta Odontol Turc. 2016; 33(2): 91-4.
Zarone F, Apicella D, Sorrentino R, Ferro V, Aversa R, Apicella A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restored by means of alumina porcelain veneers: A 3D-finite element analysis. Dental Materials. 2005; 21(12): 1178-88.
Zhu J, Snow DD, Cassada DA, Manson SI, Spalding RF. Analysis of oxytetracycline, tetracycline, and chlortetracycline in water using solid-phase extraction and liquid chromatography–tandem mass spectrometry. J Chromatogr A. 2001; 928: 177–86.

8.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Yasemin Derya	**Soyadı**	Fidancıoğlu
Doğum Yeri	Kahramanmaraş	**Doğum Tarihi**	25.07.1987
Medeni Durum	Evli	**Tel**	05534829726
E-Mail	yaseminfidancioglu@Gmail.Com	**Uyruğu**	Tc
Yazışma Adresi	Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi C Blok Karatay/Konya		

Eğitim Bilgileri

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Selçuk Ünivesitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2011
Yüksek Lisans	Selçuk Ünivesitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2011
Doktora	Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı	2020

İş Deneyimi

Görevi	**Kurum / Görev**	**Süre**
Öğretim görevlisi	Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Yüksek Okulu	2015-
Diş hekimi	Konya ağız ve diş sağlığı hastanesi	2011-2015

9. EKLER

9.1. EK-A: İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu Onayı

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2018/09 13.12.2018

Sayın Dr.Öğr.Üyesi Emre KORKUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 13.12.2018 *tarihinde yapılan 2018/09 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Travmatize Dişlere Uygulanan Farklı Splint Türlerinin Dokularda Oluşturdukları Streslerin Sonlu Elemanlar Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.*

Saygılarımla...

Prof. Dr. Sevgi ÖZCAN

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar

Etik Kurul Bşk.