

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**ÇEŞİTLİ POST VE ADEZİV REZİN SİMAN UYGULANAN ÜST ÖN
KESER DİŞTEKİ GERİLME DAĞILIMININ ÜÇ BOYUTLU SONLU
ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Mehmet Serkan AKTUNA

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sis DARENDELİLER YAMAN

ANKARA
KASIM 2013

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş
olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul
edilmiştir.

Tez Savunma tarihi: 18/11/2013

Prof. Dr. Tanju Akdoğan
İmza
Ünvanı Adı Soyadı
..... Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Ünvanı Adı Soyadı
GAZİ..... Üniversitesi

Prof. Dr. S. S. YAMAN
İmza

İmza
Ünvanı Adı Soyadı
GAZİ..... Üniversitesi

Prof. Dr. Mine B. İltisli
İmza

İmza
Ünvanı Adı Soyadı
GAZİ..... Üniversitesi

Prof. Dr. Emin TÜRKOZ
İmza

İmza
Ünvanı Adı Soyadı
..... Üniversitesi

Prof. Dr. Yavuz Yaman
00TÜ

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
İçindekiler	ii
Şekiller	v
Tablolar	xvi
Semboller, Kısaltmalar	xvii

1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Post Seçiminde Dikkat Edilecek Faktörler	6
2.2. Post Kor Restorasyonların Endikasyonları	7
2.3. Post Kor Restorasyonların Kontrendikasyonları	8
2.4. Post Kor Restorasyonlarda Başarısızlık	8
2.5. Postların Sınıflandırılması	10
2.5.1. Döküm metal postlar	11
2.5.2. Prefabrik Postlar	11
2.5.2.1. Metal Prefabrik Postlar	11
2.5.2.2. Metal İçermeyen Prefabrik Postlar	12
2.5.2.2.1. Seramik postlar	13
2.5.2.2.2. Fiber Postlar	13
2.5.2.2.2.1. Karbon Fiber Postlar	13
2.5.2.2.2.2. Cam Fiber Postlar	14
2.5.2.2.2.3. Kuartz Fiber Postlar	15
2.5.2.2.2.4. Polietilen Fiber Postlar	15
2.6. Postların Simantasyonunda Kullanılan Materyaller	15
2.7. Kor Materyalleri	18
2.8. Post Korlu Dişlerin Restorasyonu	19
2.9. Kuvvet Analiz Yöntemleri	20

3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak modelleme	26
4. BULGULAR	49
4.1. Harabiyetsiz Dişte Light-Post™ Uygulamaları	49
4.1.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	49
4.1.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	56
4.1.3. Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları	60
4.2. Harabiyetsiz Dişte Aestheti-Plus Post™ Uygulamaları	65
4.2.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	65
4.2.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	69
4.2.3. Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları	73
4.3. Harabiyetsiz Dişte RelyX™ Fiber Post Uygulamaları	78
4.3.1. RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	78
4.3.2. RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	82
4.3.3. RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları	86
4.4. Harabiyetsiz Dişte D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ Uygulamaları	91
4.4.1. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	91
4.4.2. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	94
4.4.3. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları	98
4.5. Harabiyetsiz Dişte Snowpost Uygulamaları	102
4.5.1. Snowpost ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	102
4.5.2. Snowpost ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	106
4.5.3. Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları	110
4.6. Orta Derecede Harabiyetli Dişte Light-Post™ Uygulamaları	115
4.6.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	115
4.6.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	119

4.7. Yüksek Derecede Harabiyetli Dişte Light-Post™	
Uygulamaları	123
4.7.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları	123
4.7.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	127
4.8. Orta Derecede Harabiyetli Dişte Aestheti-Plus Post™	
Uygulamaları	131
4.8.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement	
Uygulamaları	131
4.8.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları	135
4.9. Yüksek Derecede Harabiyetli Dişte Aestheti-Plus Post™	
Uygulamaları	139
4.9.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement	
Uygulamaları	139
4.9.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Cement	
Uygulamaları	143
5. TARTIŞMA	148
6. ÖZET	163
7. SUMMARY	165
8. KAYNAKLAR	167
9. TEŞEKKÜR	183
10. ÖZGEÇMİŞ	184

Şekiller

Şekil 1: Dişin iç elemanlarını gösteren katı modeli

Şekil 2: Dişin kemiğe gömülü olduğunu varsayan sınır koşulları

Şekil 3: Light-Post™ katı modeli

Şekil 4: Aestheti-Plus Post™ katı modeli

Şekil 5: RelyX™ Fiber Post katı modeli

Şekil 6: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ katı modeli

Şekil 7: Snowpost katı modeli

Şekil 8: Sağlam kök dentin ve post arasındaki adeziv simanın katı modeli

Şekil 9: Orta derecede harabiyetli kök dentinine sahip dişin elemanlarını gösteren iç modeli

Şekil 10: Yüksek derecede harabiyetli kök dentinine sahip dişin elemanlarını gösteren iç modeli

Şekil 11: Kök dentin, ferrule form, adeziv siman ve post katı modeli

Şekil 12: Kompozit kor katı modeli

Şekil 13: Kron katı modeli

Şekil 14: Light-Post™ uygulaması yapılan harabiyetsiz dişin sonlu elemanlar modeli

Şekil 15: Light-Post™ uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki düğüm noktaları

Şekil 16: Guta-perka sonlu elemanlar modeli

Şekil 17: Dentin sonlu elemanlar modeli

Şekil 18: Adeziv siman sonlu elemanlar modeli

Şekil 19: Light-Post™ sonlu elemanlar modeli

Şekil 20: Aestheti-Plus Post™ sonlu elemanlar modeli

Şekil 21: RelyX™ Fiber Post sonlu elemanlar modeli

Şekil 22: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ sonlu elemanlar modeli

Şekil 23: Snowpost sonlu elemanlar modeli

Şekil 24: Kompozit kor sonlu elemanlar modeli

Şekil 25: Kron sonlu elemanlar modeli

Şekil 26: Dişin kesici kenarına uygulanan yük

Şekil 27: Dişin kesici kenarına uygulanan yükün büyütülmüş görüntüsü

Şekil 28: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 29: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar

Şekil 30: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar

Şekil 31: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, insizal kenardan görünüm

Şekil 32: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 33: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 34: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 35: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 36: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 37: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 38: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 39: Light-Post™ ve RelyX Unicem 2A uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 40: Light-Post™ ve RelyX Unicem 2A uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 41: Light-Post™ ve RelyX Unicem 2A uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 42: Light-Post™ ve RelyX Unicem 2A uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 43: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 44: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 45: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 46: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 47: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 48: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 49: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 50: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 51: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX Unicem 2A adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 52: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX Unicem 2A adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 53: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX Unicem 2A adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 54: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX Unicem 2A adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 55: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 56: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 57: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 58: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 59: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 60: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 61: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 62: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 63: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 64: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 65: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 66: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 67: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 68: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 69: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 70: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 71: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 72: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 73: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 74: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 75: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 76: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 77: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 78: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 79: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 80: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 81: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 82: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 83: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 84: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 85: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 86: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 87: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü

Şekil 88: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 89: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 90: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 91: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 92: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 93: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 94: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 95: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 96: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 97: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 98: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 99: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 100: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 101: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 102: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 103: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 104: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 105: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 106: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 107: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 108: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 109: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 110: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 111: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 112: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 113: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 114: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 115: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü

Şekil 116: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 117: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 118: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Şekil 119: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.

Şekil 120: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü

Şekil 121: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

Şekil 122: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

Tablolar

Tablo 1: Çalışmada kullanılan postlara ait özellikler

Tablo 2: Dişte kullanılan elemanlar ve fiziksel özellikleri

Tablo 3: Light-Post™ uygulaması için kullanılan sonlu eleman sayıları

Semboller, Kısaltmalar

mm: Milimetre

SiO₂: Silisyumdioksit (silika)

CaO: Kalsiyumoksit (sönmemiş kireç)

Al₂O₃: Alüminyumoksit

B₂O₃: Dibortrioksit

MPa: Megapascal

N: Newton

°C: Derece Celsius

SEY: Sonlu Elemanlar Yöntemi

1.GİRİŞ

Endodontik tedavi görmüş ve aşırı koronal diş yapısı kaybı olan dişlerin onarılmasında final restorasyondan önce yaygın olarak post kor restorasyonlar uygulanmaktadır.

Post kor uygulamasının esas fonksiyonu, final restorasyonun retansiyonunu geliştirmek ve kalan diş yapısı boyunca fonksiyonel yükleri dağıtmak, biyomekanik olarak endodontik tedavi görmüş dişlerde uygun bir gerilme dağılımı elde etmektir¹⁻³. Endodontik tedavi görmüş dişin mekanik davranışını post ve dentin arasındaki yüzey karakteristiği ve post materyalinin sertliği etkilemektedir. Bu nedenle uygun olmayan post kullanımı, dentinden daha sert olan post materyalinde olduğu gibi kalan diş yapısının fraktürünü de arttırabilmektedir⁴.

Son yıllarda kök kanalları doldurulmuş dişlerin restorasyonunda güncel adezivler ile bağlanan fiberle güçlendirilen kompozit (FRC) post uygulamaları tercih edilmektedir. Bu restorasyonların klinik etkinliği FRC postların biomimetrik davranışı ile tanımlanır, daha az rijit olan fiber postların kök fraktürleri nadirdir, elastik özelliklerinin dentine benzerliği nedeniyle dişteki gerilme dağılımı üniformdur. Bu nedenle kök fraktürüne karşı koruyucu etkisi vardır⁵.

Fiberle güçlendirilen kompozit postların kök kanal dentinine bağlanması amacıyla çeşitli rezin siman ve adeziv sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler post ve restorasyonun devamlılığını sağlamaktadır⁶. Fiber postların kök kanallarına ve kompozit kor yapıya retansiyonunda post tipi kadar seçilen bağlayıcı ajanında etkisi olduğu belirtilmektedir⁷.

Koronal ve kök dentin, siman, fiber post ve kompozit kor yapı gibi farklı yapılar arasındaki bağlanmayı sağlayan adeziv rezin sistemlerin kök fraktür riskini azaltmaktan sorumlu olduğu düşünülmektedir⁷⁻¹⁰.

Post kor uygulamalarda üstün mekanik özellikleri nedeniyle kullanılan döküm post kor sistemler kullanılmıştır ancak dentin ile farklı mekanik özelliğe sahip olması nedeniyle aşırı gerilme oluşturmakta ve vertikal fraktüre neden olmaktadır. Bu nedenle fiber post ve uygun kor yapı tercih edilmektedir. Günümüzde kor yapı materyali olarak kompozit rezinler kullanılmaktadır. Elastik modülünün dentine benzer olması nedeniyle kompozit rezin kor kullanımı kök içinde gerilme konsantrasyonunu azaltmakta ve kök fraktürünü önlemektedir.

Post kor sistemlerinin mekanik davranışlarının değerlendirilmesinde farklı in vivo ve in vitro yöntemler kullanılmıştır¹¹⁻¹⁵. Ancak bu çalışmalar zordur, zaman alıcıdır, klinik olarak var olan değişiklikler çoğunlukla kontrol edilemez, sonuç olarak yetersizdir ve bu durum tartışmalı sonuçlar doğurmaktadır³. Bu yetersizlikler nedeniyle günümüzde sonlu elemanlar yöntemi en etkili sonuçların elde edileceği yöntem olarak belirlenmiştir. Mühendislik alanında çözüm metodu olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, analitik yöntem, sayısal yöntem ve deneysel yöntemdir. Sonlu elemanlar yöntemi, yapıların analizinde kullanılan sayısal bir yöntemdir. Yapıların gerilmeleri ve gerinimleri yapının bölündüğü küçük elemanların özellikleri ve yapı bütünlüğünü sağlayan faktörler göz önüne alınarak değerlendirilir. Bu süreçte yapıyı etkileyen yükler, yapıyı oluşturan malzemelerin fiziksel özellikleri ve yapının sınır koşulları da göz önünde tutulur. Yöntemin daha etkin çalışabilmesi için modellenen ve incelenen malzemelerin özelliklerinin daha detaylı bilinmesi gerekmektedir. SEY hızlı ve hassas sonuçlar verir. Bu yöntem diş hekimliğindeki alanlarda güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır¹⁶⁻¹⁹.

Bu çalışmanın amacı, kök kanal tedavisi uygulanmış st n kesici dişteki gerilme dağılımını üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelemektir. Bu amaçla çalışmada endodontik tedavi görmüş kök kanal duvarları sağlam olan harabiyetsiz kök ve orta ve ileri derecede harabiyete uğramış incelmiş dentin kalınlığına sahip köklere uygulanan farklı geometri ve materyale sahip postlar ile farklı adeziv rezin simanların etkileri değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Aşırı madde kaybına uğramış, koronal diş yapılarının yüksek miktarda kaybolduğu, endodontik olarak tedavi edilmiş bir dişte, kalan diş yapısının korunarak, estetik ve fonksiyonel açıdan devamlılığın sağlanmasında post kor restorasyonlar en uygun tedavi şeklidir²⁰.

Post kor uygulanması amaçlanan dişler genellikle travma, çürük varlığı, aşırı hazırlanan giriş kavitesi sonucunda canlılığını kaybeden dişlerdir ve vital dişlere göre daha düşük dayanıklılık ve daha yüksek kırılma eğilimi göstermektedir^{21, 22}. Bunun nedeni olarak da kanal tedavisi uygulanan dişlerde su kaybı ve çapraz kollajen bağların kopması neticesinde yapılarındaki değişikliklerden ya da sklerotik dentinden kaynaklı olabileceği belirtilmiştir^{23, 24}.

Buna karşın bu görüşü reddeden çalışmalarda bulunmaktadır²⁵. Yapılan bir çalışmada endodontik tedavi içeren ve tedavi içermeyen dişlerden örnekler alarak mekanik ve fiziksel durumlarını karşılaştırmışlardır, gerek dehidrasyonun gerekse endodontik tedavinin dentinin mekanik ve fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olmadığı sonucunu bulmuşlardır⁸. Yapılan diğer çalışmalarda da dişin zayıflama nedeni olarak preparasyon işlemlerinin sorumlu olduğu belirtilmiştir^{26, 27}.

Bu görüşler göz önüne alındığında ağır çiğneme kuvvetlerine maruz kalan endodontik olarak tedavi edilen dişlerde yapısal bütünlüğün artırılması gerekliliği düşünülmektedir⁸.

Bu tip dişlerin uzun dönemli başarısı restorasyonda kullanılan materyallerden çok, sağlam biyomekanik prensiplerin uygulanmasına bağlıdır. Endodontik olarak tedavi edilmiş ve post kor ile restore edilmiş dişlerde fraktür oluşabilmektedir. Bu tip dişlerde dişin fraktür direnci açısından gerilme dağılımı ve miktarı anahtar noktalar olduğu belirtilmektedir²⁸.

Post kor sistemlerin ortak amacı, dişin, köklerinden ve geride kalan diğer yapılarından tutuculuk sağlayarak, dış etkenlerden korunması ve son onarım ile çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli tutuculuk sağlayarak kronun desteklenmesidir²⁹. Bunu sağlamak için post kor sistemleri temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Post, kök kanalının 2/3' üne kadar uzanan destek ve retansiyonu sağlayan bölümdür. Kor, retansiyon için preparasyona optimum uzunlukta yapılan ilavedir. Koping, kökü çevresel olarak saran 2 mm' lik kısımdır, siman örtücülüğünü devam ettirmekte ve gerilmeyi dentinde dağıtmaktadır³⁰.

2.1. Post Seçiminde Dikkat Edilecek Faktörler:

- Kökün uzunluğu
- Kalan dentin miktarı
- Dişin anatomisi
- Postun çapı ve uzunluğu
- Kanal yapısı ve post adaptasyonu
- Koronal yapılar
- Oluşan gerilmeler
- Torsiyonel kuvvetler
- Simantasyonda oluşan hidrostatik basınç
- Post dizaynı
- Post materyali
- Bağlanma yeteneği
- Kor retansiyonu
- Tekrarlanabilir olması
- Estetik^{29, 31-33}.

Yapılacak olan post kor restorasyonlarında geride kalan diş dokusunun büyük önemi vardır³⁴. Bunun yanında kalan dentin miktarının 1 mm' den veya kök çapının 1/3' ünden daha ince olduğu durumlarda post kor uygulamaları uygun olmadığı belirtilmektedir³⁵. Post uygulamalarında dar çaplı postlarda kuvvet altında post kırılırken, geniş çaplı postlarda kuvvet altında dişin kırıldığı belirtilmiştir³⁶. Yapılan çalışmalarda post uzunluğuna bakıldığında, postun uzunluğunun, kökün toplam uzunluğunun 2/3 kadar olması, en azından klinik kron boyuna eşit olması gerektiği bildirilmiştir^{37, 38}. Post preparasyonlarında apikaldeki dolgunun 3-6 mm arasında olması önerilmektedir^{34, 37, 39}.

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda farklı materyaller ve çeşitli dizayna sahip bulunan post sistemleri kullanılmaktadır. Uygulanacak olan post sistemleri seçilirken her dişin ihtiyacına uygun olan post sistemleri seçilmelidir⁴⁰. İdeal post ve kor sistemlerinin seçiminde dentine yakın olacak şekilde elastikiyet modülü, sıkışma dayanıklılığı, termal genleşme katsayıları göz önüne alınmalıdır. Bununla beraber, postlar yüksek retansiyon, biyouyumluluk, estetik özellik ve yeniden kullanabilme özelliği göstermelidir⁴¹. Fiberle güçlendirilen kompozit post sistemlerinin elastisitelerinin dentine yakın olmasından dolayı kök fraktürlerini azalttığı belirtilerek kullanıma girmiştir⁴². Estetik gereksinimler kuartz ve cam fiberlerin gelişmesiyle sağlanmıştır⁹. Postlarda esneklik dayanıklılığı, bütünlük, boyut, yoğunluk, fiberlerin dağılımı ve matriks-fiberler arasındaki yapışma post seçimini etkileyen faktörlerdendir⁴³.

2.2. Post Kor Restorasyonların Endikasyonları^{30, 44}

- 1) Dişteki gelişimsel ve koronal bozukluklar, travma, hatalı restorasyon, çürük sonucu madde kaybı izlenen dişlerde,
- 2) Pinli restorasyonlar, tutucu bölgeler, adeziv tekniklerle dişlerin onarılamadığı durumlarda,
- 3) Aşırı madde kaybına neden olan giriş kavitesi veya restorasyon varlığında,
- 4) Periodontal harabiyet gösteren dişlerde endodontik olarak desteklerin kullanılması gerektiğinde,
- 5) Malpoze dişlerde, dişin bozulan okluzal ve aksiyal eğiminin düzeltilmesinde,
- 6) Over denture protezlerde bar ve stud ataçmanların köklerle retansiyonun desteklenmesi gereken durumlarda post kor uygulamaları endikedir.

2.3. Post Kor Restorasyonların Kontrendikasyonları

- 1) Kırılmaya eğilimli ve ince köke sahip dişlerde,
- 2) Daha önceden endodontik tedavi görmüş olan ama başarı sağlanamayan ısrarcı periapikal patolojilerin varlığında,
- 3) Yetersiz kök kanal dolgusu varlığında,
- 4) Kök kanal dolgusu sonucu perforasyon varlığında,
- 5) Kalsifiye, tıkalı kök kanalları varlığında,
- 6) Kök yapıda çatlak veya kırık bulunması durumunda,
- 7) Oral hijyeni kötü, motive edilemeyen hastalarda post kor uygulaması kontrendikedir.

2.4. Post Kor Restorasyonlarda Başarısızlık

Post kor restorasyonlarındaki başarısızlıklar şu şekilde sıralanabilir:

- Postun retansiyonunun kaybolması
- Post deformasyonu, postun kırılması
- Kök perforasyonu
- Kök kırığı
- Kron protezinde tutuculuk kaybı
- Estetik sorunlar
- Korozyon
- Çürük oluşumu
- Yeniden enfeksiyon oluşumu ve takibinde apikal lezyon gelişmesi
- Alerji ⁴⁵.

Post boşluğu hazırlanırken karşılaşılan bir diğer problem kök perforasyondur. Üst kesici dişlerde giriş kavitesi preparasyonu, kanalların el ile genişletilmesi ve post boşluğunun hazırlanması sırasındaki perforasyon oranları karşılaştırıldığında, post boşluğu hazırlanırken perforasyon oluşma ihtimali belirgin olarak daha yüksektir. Bunun yanında, silindirik post boşluğu oluşturulması sırasındaki perforasyon ihtimali konik formda post boşluğu oluşturulurken perfore etme ihtimalinden daha yüksektir⁴⁶.

Perdiago ve arkadaşları yaptıkları çalışmada açılan post yuvasının çapının, postun tutuculuğuna etkisi bulunmadığını ve koronadaki bağlantının apikalden daha güçlü olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda kanaldaki guta-perkanın düzgün temizlenmemesi durumunda postun tutuculuğunun olumsuz yönde etkileneceği söylemişlerdir⁴⁷.

Yapılan bir çalışmada post uzunluğunun postun kırılganlığı üzerine etkili olduğu kısa postlarda oluşan fraktürler tamir edilebilir düzeyde iken, uzun postlarda karşılaşılan fraktürler daha ileri seviyede ve tamir edilemeyecek şekilde olduğu gözlemlenmiştir²⁰.

Naumann ve arkadaşlarının yaptıkları 10 yıllık takipli fiber post ve kompozit kronla restore edilen kanal tedavisi görmüş dişlerin başarısızlıklarını inceledikleri çalışmalarında ön dişlerde arka dişlere göre daha fazla başarısızlık izlendiği sonucu bulunmuştur⁴⁸.

2.5. Postların Sınıflandırılması

Postlar yapım tekniklerine göre ikiye ayrılmaktadır^{41, 49}

I) Döküm postlar

II) Prefabrik postlar:

A) Metal prefabrik postlar

B) Metal olmayan prefabrik postlar:

1) Seramik postlar

a) Cam seramik

b) Alüminyum Oksit ile güçlendirilmiş seramik

c) Feldspat

d) Zirkonyum oksit ile güçlendirilmiş seramik

2) Fiberle güçlendirilmiş:

a) Karbon fiber postlar

b) Cam fiber postlar

c) Kuartz fiber postlar

d) Polietilen fiber postlar

2.5.1. Döküm metal postlar

Aşırı düzeyde koniklik gösteren geniş veya düzensiz kanallı dişlerde, alt kesici dişlerde kor yapının stabilizasyonunun tam olarak sağlanamayacağı durumlarda, rotasyonel kuvvetlere karşı minimal dokuların kaldığı durumlarda, farklı kök açılarına bağlı olarak postların eğimlendirilmesi gereken durumlarda döküm post yapılması önerilmektedir^{8, 50}. Bunun yanında geleneksel döküm post kor restorasyonlarında post tutuculuğunun kaybı, kök fraktürü oluşturmaları, korözyon riski, preparasyon sırasında fazla madde kaybı oluşturmaları ve birden fazla seans gerektirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır^{41, 51}.

2.5.2. Prefabrik Postlar

2.5.2.1. Metal Prefabrik Postlar

Günümüzde, prefabrik post kor sistemleri uygulama kolaylığı nedeniyle avantajlıdır²⁹. Prefabrik postlar genellikle paslanmaz çelik, nikel kromiyum, titanyum alaşımlarından yapılır. Bu postlar titanyum alaşımları dışında çok sert ve güçlüdürler. Titanyum alaşımlarının birçoğu guta-perka ve kanal patlarına benzer radyo opaklıktadır ve bazı durumlarda radyografide tespitleri zordur. Düşük kırılma direnci gösterirler, bu nedenle ince kanallarda yeterli direnci gösteremezler. Ayrıca kanaldan uzaklaştırılması problemlidir. Kullanımlarının yarardan çok zarar getirmesinden dolayı, titanyum postların kullanımı önerilmemektedir⁸.

Metal prefabrik postlar yüzey ve şekil özelliklerine göre sınıflandırıldığında:

1. Konik, düz yüzeyli postlar
2. Konik, yüzeyi dişli postlar
3. Konik, vidalı postlar
4. Paralel, düz yüzeyli postlar
5. Paralel, yüzeyi dişli postlar
6. Paralel, vidalı postlar
7. Paralel, uç bölümü konik olan postlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Yivli (aktif) postlar gerilme oluşturarak vertikal kök fraktürlerine neden olmaktadır⁵².

Düz yüzeyli (pasif) taperlı postlar doğal diş kanal şeklini taklit ettikleri için en iyi gereksinimleri karşılayan postlardır. Ancak, taper şekilli olmasından dolayı retansiyonu diğer postlara göre daha azdır^{53, 54}

Pasif paralel postların retansiyonu taperlı postlara göre daha fazladır ancak postların şekli köklerin şekliyle uyumlu olmadıkları için kök dentininden daha fazla doku kaldırılması gerekir.

2.5.2.2. Metal İçermeyen Prefabrik Postlar

Metal postların en büyük dezavantajı restore edilen diş için estetik olmamalarıdır⁵⁰. Bu nedenle zirkonyum ve diğer seramik materyaller kullanılmaya başlanmıştır⁸.

2.5.2.2.1. Seramik postlar

Tüm seramik sistemlerin en büyük avantajı estetik olmaları ve biyolojik olarak da uyumlu olmalarıdır⁵⁵. Seramik postlara farklı materyallerin ilavesiyle cam, alüminyum, zirkonyum ve feldspatik seramik post tipleri geliştirilmiştir. Bunlar Cam seramik postlar, Alüminyum oksit seramik postlar, Zirkonyum seramik postlar ve Feldspatik seramik postlardır.

Metal postlardaki estetik problemleri aşmak için geliştirilen seramik postların bazı dezavantajları vardır. Seramik postlar metal postlara göre daha zayıftırlar bu nedenle kalın post kullanımı gerekir. Bu durumda aşırı miktarda kök dentin dokusu uzaklaştırılır. Kompozit kor materyaliyle tutuculuğa bağlı problemler izlenir. Endodontik olarak yenileme gereken durumlarda zirkonyum ve seramik postların uzaklaştırılması çok zordur^{8, 50}.

2.5.2.2.2. Fiber Postlar

2.5.2.2.2.1. Karbon Fiber Postlar

Karbon fiber postlar, ilk olarak üretilmiş olan fiberle güçlendirilen rezin postlardır ve 1990' lı yıllarda Duret ve arkadaşları karbon fiberlerinin geliştirmesi prensibine dayanan metalik olmayan fabrikasyon postları tanımlamışlardır. Karbon fiberler oldukça rijit, dayanıklı, kimyasal olarak inert, yüksek yorulma direncine sahip materyallerdir. Aynı zamanda yüksek çekme dayanıklılığı ve yüksek elastisite modülüne sahiptir. Ağırlık olarak düşük, 3000 °C' ye kadar ısıya dirençlidir ve ısısal genleşmesi düşüktür⁵⁶. Karbon fiber postlar epoksi rezin içinde yer alan 6-10 mikron çaplı karbon fiberlerden oluşur ve bu fiberler postun ortalama % 60-65' ini oluşturur^{33, 50, 57}. Bu özelliklerinden dolayı farklı kuvvetler altında farklı

elastikiyet gösterirler⁵⁸. Karbon fiber postların metal postlara göre elastikiyet modüllerinin dentine daha yakın olması nedeniyle daha az gerilme oluşturur. Bundan dolayı da daha az kök kırığına neden olur. Restorasyonun başarısızlığı halinde çıkarılmaları kolaydır. Korozyon direnci ve biyouyumluluğu yüksektir. Buna karşın radyolojik görüntülemelerde radyolüsens olması, ışık geçişine izin vermemesi, sıvı temasında mekanik özelliklerinin zayıflaması ve siyah renk olması en büyük dezavantajıdır^{50, 52, 57, 59}.

2.5.2.2.2.2. Cam Fiber Postlar

Karbon fiber ve diğer post sistemlerinin dezavantajları, cam fiber postların diğer postların yerini almasına neden olmuştur⁵⁹. Cam fiber postlar, rezin matriks içine gömülmüş cam fiberlerden oluşmaktadır. Estetik özellikleri en fazla olan post materyalleridir ve fiziksel özellikleri, dentin ve kompozit rezine yakındır^{10, 60-63}. Elastik modülü dentine benzerdir. Dentine benzer bükülmeye sahiplerdir. Bu benzerlik postun diş ile uyumlu bir şekilde bükülmesine izin verir. Bunun sonucu olarak post bir şok emici gibi davranır^{47, 63}.

Cam fiberlerin E,C,S ve M tipleri vardır. Elektriksel cam fiberler diş hekimliğinde en sık kullanılan cam fiberlerdir. Yapılarında % 55 SiO₂, %22 CaO, %15 Al₂O₃, %6 B₂O₃ ve az oranlarda metal oksitler bulunur. Dişin sert dokularına, kompozite ve rezin simana bağlanırlar. Biyouyumlu bir materyaldir, korozyon ve kırılma riski rijit yapıdaki post materyallerine göre daha düşüktür⁶⁴. Sitotoksik etkisi olmayan ve elektriksel iletkenliği yüksek bir fiber sistemidir⁶⁵. Ayrıca uygulama sırasında istenilen uzunluğa kolayca kısaltılabilir. Gerektiğinde frez yardımıyla kanaldan uzaklaştırılabilmeleri metalik postlara göre daha rahattır. Ancak bu postların direnci karbon ve kuartz fiberlere göre daha düşüktür. Nemli ortamda stabil olmamaları ise

önemli bir dezavantajlarıdır⁴³. Cam fiber sistemleri yüksek mekanik özelliklere sahip olmaları, ucuz olmaları, kolay bulunmaları ve estetik olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılırlar⁶⁶.

2.5.2.2.2.3. Kuartz Fiber Postlar

Kuartz fiber postlar optimal estetik arayış sonucunda geliştirilmiştir. İlk olarak bu postlarla şeffaf özellik elde edildiğinden, bu postların gelişimden sonra sadece ışıqla polimerize olan rezin simanların kullanımı da seçenek olarak sunulmuştur⁶⁷. Kuartz fiber postlar beyaz, translüsens ve opak formda bulunurlar^{59, 68}.

2.5.2.2.2.4. Polietilen Fiber Postlar

Polietilen fiber ile güçlendirilen postlar Ribbond ismiyle endodontik tedavili dişlerin restorasyonlarında kullanılmaktadır. Bu postlar, yüksek molekül ağırlıklı polietilen örgü fiber şeritlerden oluşturulmuştur⁶⁹. Kompozit rezin ve akrillerle birlikte kullanılan ve örgü şerit olarak da adlandırılan bu materyal biyouyumlu, ışığı geçiren, estetik ve kolay uygulanabilen bir yapıdadır⁴⁹.

2.6. Postların Simantasyonunda Kullanılan Materyaller

Geçmişten günümüze postların simantasyonunda kullanılan simanlar, çinkofosfat siman, çinko oksit ojenol siman, polikarboksilat siman, cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve rezin simanlar olarak bilinmektedir^{8, 50, 52}.

Çinko fosfat siman uzun yıllar dental siman olarak başarıyla kullanılmıştır⁵⁰. Ancak oral sıvılarda çözünmesi, içeriğinde asit bulundurması ve bağlantı zayıflığı bu simanın başlıca dezavantajıdır²².

Çinko oksit ojenol simanın diğer siman gruplarına göre daha fazla teknik hassasiyet gerektirmesi, benzer özellikteki simanlara göre daha pahalı olması sebebiyle post simantasyonunda çok fazla tercih edilmemektedir⁵⁰.

Polikarboksilat simanların başlıca kullanım alanları döküm ve porselen protezlerin simantasyonudur. Polikarboksilat simanın fiziksel olarak kompresif gerilmelere dayanıklılığı azdır bu yüzden post simantasyonunda ilk tercih değildirler.

Cam iyonomer simanlar diş hekimliği alanında yaygın olarak kullanılmaktadır⁷⁰. Ancak cam iyonomer simanlar su bazlı materyaller olduklarından sulu ortamda çözünme ve kuru ortamda dehidrate olma eğilimindedirler⁵². Siman yeterli sertliğe birkaç günde ulaşır, siman tabakasında oluşan mikro çatlaklar fonksiyon sırasında yayılmaktadır^{52, 71}. Bu özelliklerinden dolayı cam iyonomer simanlar günümüzde post simantasyonunda tercih edilmemektedir.

Rezin modifiye cam iyonomer simanda mekanik özellikler geliştirilmiştir. Bu materyalde daha iyi fraktür ve nem direnci vardır. Çalışma süresi uzatılmıştır⁷¹. Cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanın push-out tutuculuğunun karşılaştırıldığı bir çalışmada cam fiber postların farklı simanlarla tutuculuğu değerlendirilmiştir. Suda bekletilen örneklerden cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer siman örneklerinde, su emiliminin ardından retansiyon artışı olduğu izlenmiştir. Fiber postlarda su emilimi sonucu genişleme izlenmesiyle sürtünme

kuvvetinin artmasına bağı tutuculuk artmıştır⁷². Altı farklı kor materyalinin suyla etkileşiminde hacimsel boyutlarındaki değişimlerini araştırdıkları çalışmalarında 2 adet ışıkla ve kimyasal sertleşen rezin kompozit, iki adet kimyasal olarak sertleşen rezin kompozit, bir adet metalle güçlendirilmiş cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer siman karşılaştırılmıştır. Yaptıkları çalışmaların sonucunda cam iyonomer materyallerin rezin kompozitlere göre daha fazla hacimsel değişiklik gösterdiklerini belirtmişlerdir⁷³.

Rezin simanlar organik rezin matriks ve inorganik doldurucu içeren, kompozit materyallerdir⁷⁴. Rezin simanlar polimerizasyon tiplerine göre 3 gruptur. Kimyasal olarak polimerize olan simanlar, metal restorasyonların simantasyonunda ve opak kor oluşturulmasında kullanılmaktadır. Işıkla polimerize olan simanlarda polimerizasyon ışıkla sağlanır. Hem ışıkla hem kimyasal olarak polimerize olan simanlar da ise polimerizasyon ışıkla başlayıp kimyasal olarak devam eder⁷⁴. Fiber postların simantasyonlarında rezin simanlar yaygın olarak kullanılmaktadır⁷⁵.

Fiber postların simantasyonunda asitle pürüzlendirmeli rezin simanlar güvenilir sonuçlar vermesine rağmen, kendinden pürüzlendirmeli rezin simanların basitliği daha çok tercih edildiği belirtilmektedir⁵.

Kendinden pürüzlendirmeli adeziv rezin simanlar ayrıca bir bond ya da asitleme işlemi olmaksızın diş yapısına bağlanabilecek şekilde tasarlanmış polimer dolduruculu simanlardır⁷⁶. Bu materyallerde uygulamanın basitliği en büyük yararı olarak görülmektedir. Bu simanlar seramik, kompozit, metal, inley, onlay, köprü, kron ve postlarda kullanılabilir⁷⁷. Yapılan bir çalışmada kendinden pürüzlendirmeli adeziv rezin siman gruplarının bazılarının konvansiyonel rezin siman sistemlerine

göre daha iyi bağlanma değerleri gösterirken, bazı grupların daha düşük değerler gösterdiği belirtilmiştir⁷⁸. Li ve arkadaşları yaptıkları çalışmada rezin simanların, enerji emiliminin ve dayanıklılığın, adeziv olarak uygulanan materyaller için en uygun seçim olduğunu belirtmişlerdir⁷⁹.

2.7. Kor Materyalleri

Korlar diş yapılarındaki hasarların tamirinde kron preparasyonundan önce ve zayıf diş yapılarının sabitletmesinde kullanılır. Kor uygulamalarında kron için en güvenilir tutuculuğun sağlanması amaçlanır⁷⁴.

Kor yapıları kompozit rezin, döküm metal veya seramik, cam iyonomer materyallerini içerebilir⁷⁴. Kor, dişe kanalın koronal yöndeki uzantıları veya endodontik postlar aracılığıyla bağlanır. Kalan diş dokusu azaldıkça, post ve kor arasındaki retansiyonun önemi artmaktadır⁴⁴.

Cam iyonomer simanların mine ve dentine bağlanması, çürük önleyici etkili florid salınımı yapmaları, kor materyali olarak seçilmelerini sağlamıştır⁷⁴. Ancak cam iyonomer korların kırılma dirençlerinin düşük olması, kor materyali olarak dezavantajlarıdır⁴⁴.

Rezin modifiye cam iyonomer siman, cam iyonomer simandan daha üstün dayanıklılık gösterirken, kompozit rezinlere göre daha düşük dayanıklılıktadır. Kor materyali olarak higroskopik özellikleri nedeniyle köklerin ve seramik restorasyonların kırılmalarına neden olmaktadır⁴⁴.

Kompozit rezin korlar birçok post sistemine ve diş yapısına bağlanması, kolay manipüle edilmesi, hızlı sertleşmesi, translüsens veya yüksek opak formda olması gibi avantajları vardır. Kompozit korun dentine

bağlanma dayanıklılığı rezin materyalinin tam olarak sertleşmesine bağlıdır. Bundan dolayı dentin bağlayıcı ajanlar kimyasal olarak kompozit kor materyalleriyle uyumlu olmalıdır. Ancak hiçbir adeziv sistem tam olarak restorasyon kenarlarından mikro sızıntıyı engelleyememiştir. Kronun kenar veya rezin korla bütünlüğünün bozulması oral sıvıların geçişine neden olur. Bundan dolayı kırık dişlerdeki bütün kor materyallerinde olduğu gibi, sağlam marjinlerde optimal kompozit rezin kor fonksiyonu sağlanabilmesi için 2 mm' den daha fazla sağlam diş yapısı bulunmalıdır⁴⁴. Kompozit kor materyalleri metal, fiber ve zirkonyum postlarla birlikte kullanılabilir. Kompozit kor yapılarında post, kor ve kronun kaybı izlenebilir ama kompozit korlarda izlenen başarısızlıklar amalgam ve altın kor yapılarına göre tamir edilebilir özellik göstermektedir⁴⁴. Schmager ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada cam iyonomer simanlarla birlikte farklı polimerizasyon tiplerinde, farklı gruplarda kompozit rezin simanların mekanik özellikleri değerlendirilmiştir ve cam iyonomer kor sistemleri kompozit korlara göre daha düşük aşınma direnci ve sertlik göstermiştir⁷³.

2.8. Post Korlu Dişlerin Restorasyonu

Endodontik tedavili post kor uygulanmış dişlerin tekrarlanan fiziksel, kimyasal ve termal gerilmelere dayanıklılığını arttırarak hermetik olarak kapatmak ve sistemi korumak amacıyla final restorasyon yapılır⁸. Final restorasyon yapılmadan önce geride kalan koronal diş yapısının miktarı önemlidir. Bu faktör post materyali ve dizaynı, siman ve kor materyalinden daha önemlidir⁵⁰. Endodontik olarak tedavi edilen maksiller anterior dişlerin kalıcı restorasyon seçiminde kalan sert dokularının miktarının yanı sıra fonksiyonel ve estetik yönü dikkate alınmalıdır⁸⁰. Final restorasyon olarak farklı materyal özelliklerine sahip kron yapılar uygulanmaktadır. Bu yapıların her biri farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir^{81, 82}.

2.9. Kuvvet Analiz Yöntemleri

Ağız içinde oluşan kuvvetlerin çok iyi tanınip analiz edilmesi, yönlendirilmesi, fizyolojik dayanılabilirlik sınırları dahilinde tutulabilmesi ve yapılan restorasyonların, oral rehabilitasyon ilkelerini gerçekleştirebilecek en uygun şartlarda olması bir gerekliliktir⁸³.

Diş hekimliğinde kullanılan kuvvet analiz yöntemleri şunlardır:

1. Fotoelastik analiz yöntemi
2. Gerilim ölçer (strain gauge) kullanarak kuvvet analizi
3. Kırılgan vernik (brittle lacquer) tekniği ile kuvvet analizi
4. Holografik interferometri ile kuvvet analizi
5. Termografik kuvvet analiz yöntemi
6. Radyoteleometri ile kuvvet analizi
7. Sonlu elemanlar stres analiz yöntemidir ⁸³.

Sonlu Elemanlar Yöntemi, temel olarak bir yapının çok sayıda küçük elemana bölünmesine ve bu elemanların karakteristikleri göz önünde tutularak, tüm yapının karakteristiğinin ortaya çıkarılmasına dayanan bir sayısal analiz yöntemidir.

Sonlu elemanlar yöntemi ilk olarak havacılık ve uzay mühendisliği alanında karşılaşılan zorluklar nedeniyle geliştirilmiş ve zamanla tüm mühendislik alanlarında kullanılmıştır. Günümüzde ise tıp, diş hekimliği ve biyomekanik gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenen yapıların çeşitli çalışma koşulları altındaki davranışlarını belirlenmekte, özellikle dinamik zorlamalarda önemli olan doğal frekans, titreşim biçimi gibi yapı özellikleri kolayca tespit edilebilmektedir.

Sonlu elemanlar yöntemi iki ya da üç boyutlu olarak modellenmektedir. İki boyutlu yöntemde kullanılan modelde elemanlar sadece alana sahipmiş gibi değerlendirilmekte, elemanların derinliği göz önüne alınmamaktadır. Üç boyutlu yöntemde ise modeli oluşturan elemanlar bir hacme sahip olarak değerlendirilmektedir. Elemanlar genelde prizmalardan oluşur. Prizmaların köşelerinde oluşan gerilmeler, birim uzamalar ve açısal değişiklikler teori yardımıyla belirlenir. Bunlardan faydalanılarak eleman içindeki değişimler hesaplanır, yapının genel özellikleri de eleman özelliklerinden yararlanılarak elde edilir.

Bu çalışmada sonuçlar Von Mises kriteri kullanılarak hesaplanmıştır. Von Mises kriteri herhangi bir yapıda yükleme sonucu oluşan normal gerilmeler ve kayma gerilmelerinin etkilerini değerlendirip, ortaya çıkan eşdeğer gerilmeyi belirler ve aşağıdaki formülle tanımlanır.

$$\sigma_{vm} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$$

Sonlu elemanlar yöntemi kısaca;

1. İncelenen yapı (bir, iki ya da üç boyutlu) belirli sayıda sonlu elemanlara ayrılır.
2. Bu elemanların birbirleriyle düğüm noktalarında bağlandığı kabul edilir.
3. Her bir sonlu eleman içinde alan değişkenliklerini, düğüm noktaları cinsinden tanımlayan fonksiyonlar yazılır.
4. Her bir sonlu elemanın sınırları veya düğüm noktaları üzerindeki yükler de göz önüne alınarak elemanların 'katılık' matriksleri bulunur.
5. Her sonlu eleman için ayrı yazılan 'katılık' matriksleri bütün sistemi ifade edecek şekilde birleştirilir ve tek bir 'katılık' matriksi elde edilir.
6. Sınır koşulları da göz önüne alınarak çözüm ve değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri bulunur.
7. Değişkenlerin değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerinden malzeme veya sistemle ilgili diğer denklemde kullanılarak aranan diğer bilgiler elde edilir⁸⁴

Sonlu elemanlar yöntemi diş hekimliğinde yapılan çalışmalara yeni bir boyut getirerek, deneysel çözümü elde edilemeyen sistemlerin sorunlarına sayısal çözümler getirmiştir. Diş hekimliğinde sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır⁸⁵⁻⁸⁸.

Eskitaşçıoğlu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada polietilen fiber postların ve geleneksel döküm post korların fraktür dayanıklılıklarını sonlu elemanlar yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada oluşturdukları 3 boyutlu modelde döküm post kor sistemlerinde gerilmenin toplandığını ve gerilmenin destek dokulara ve dişe iletiminin az olduğunu ve bu durumun diş ve destek dokular için avantaj olduğunu belirtmişlerdir.

Polietilen fiber post sistemlerinin içinde gerilme dağılımının az olduğunu ve bu gerilmelerin destek dokulara ve dişe iletildiğini ve bu durumun restorasyon için avantaj oluştururken, destek dokularda dezavantaj oluşturduğunu belirtmişlerdir⁶⁰.

Toksavul ve arkadaşları⁸⁹ yaptıkları çalışmada üst santral dişlerde iki farklı kor materyaliyle farklı yapıda iki adet zirkon-seramik, cam fiber ve titanyum olmak üzere 4 farklı post sisteminin dentinde oluşturduğu gerilme dağılımlarını 3 boyutlu sonlu elemanlar yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Zirkon-seramik postların yüksek elastikiyet modülüne sahip olmasından dolayı titanyum ve cam fiber postlara göre bükülme kuvvetlerine daha fazla direnç gösterdikleri, bunun sonucunda dentine aktarılan gerilmelerin zirkonyum postlarda daha az olduğu belirtilmiştir. Çalışmalarında cam fiber ve titanyum postlarda endodontik olarak tedavi edilen dişlere benzer gerilme dağılımları oluşmasına rağmen, zirkon seramik postların üst santral dişlerde daha az gerilme oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Gang Fu ve arkadaşları²⁸ yaptıkları çalışmada post materyalinin ve uygulanan yükün gerilme dağılımını etkilediğini ve yüksek elastikiyet modülüne sahip postların kendi içinde daha çok gerilme oluşturarak ve dentine daha az gerilmeyi transfer ettiğini, düşük elastikiyet modülüne sahip postların dentine daha çok gerilme transferi yaptığını belirtmişlerdir.

Yang ve ark yaptıkları çalışmada üst ön kesici dişlerde farklı post dizaynlarının gerilme dağılımlarını iki boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile incelemişlerdir. Metal döküm postlarla yaptıkları çalışmalarında yükleme yönünün post dizaynına göre maksimum gerilme oluşumu ve postun yer değiştirmesinde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir⁹⁰.

Chuang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada paslanmaz çelik, karbon fiber ve cam fiber postlarda farklı uzunluklardaki gerilme dağılımlarını ve etkilerini deneysel olarak ve sonlu elemanlar analiziyle değerlendirmişlerdir. Bütün post uzunluklarında fiber postların kök fraktür direncinin çelik postlara karşılaştırılabilir seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Maksimum gerilme değerlerinin lokasyonunda post materyalinin, post uzunluğuna göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir⁹¹.

Pegoretti ve arkadaşları¹⁰ farklı fiber postların mekanik özelliklerinin analiz edilmesi amacıyla planladıkları çalışmalarında deneysel metotlar ve sonlu elemanlar analiziyle incelemeler yapmışlardır. Cam fiber post sistemleri sertliklerinin, dentine çok yakın değerlerde olduğu için kök içinde en az gerilme oluşumu gösterdiklerini ayrıca servikal marjindeki gerilme yoğunluğu dışında, cam fiber postların gerilme etkilerinin doğal dişlere oldukça yakın olduğunu belirtmişlerdir¹⁰.

Silva ve arkadaşları çalışmalarında üst ön kesici dişlerdeki post sistemlerinin dizaynlarının endodontik olarak tedavi edilen dişlerde koroner ve radiküler kısımlarında ki gerilme dağılımlarını değerlendirmişlerdir. Fiber ve titanyum post sistemi kullandıkları çalışmalarında koroner kısımda titanyum postların fiber postlara göre daha yüksek gerilme oluşturduğunu bunun yanında kökün orta kısmında titanyum postların cam fiber postlarla karşılaştırıldıklarında daha düşük gerilmeler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Titanyum postlar arasında gerilme dağılımlarında bir farklılık izlenmediğini, cam fiber postlar titanyum postlara göre daha homojen gerilme dağılımları gösterdiklerini ve gerilme dağılımında post materyalinin, postların dış şekillerinden daha önemli olduğunu belirtmişlerdir⁹².

Garbin ve arkadaşları⁹³ yaptıkları çalışmada dikey ve yatay olarak kuvvet uygulanan, koronal kısmı horizontal olarak kırılmış üst kesici dişlerde, kompozit rezin, titanyum post, zirkon seramik post, cam fiber post ve karbon fiber postların ve dental dokuların gerilme dağılımlarını incelemişlerdir. Çalışmalarının sonunda farklı post sistemlerinin, diş ve restorasyon arasındaki gerilme dağılımlarını değiştireceğini belirtmişlerdir.

Afroz ve arkadaşları çalışmalarında cam fiber post ve kompozit kor, paslanmaz çelik post ve kompozit kor ve döküm metal post korların gerilme dağılımlarını fotoelastik yöntemle incelemişlerdir. Kompozit korla restore edilen dişlerde döküm metal korlara göre daha yüksek servikal gerilmelerin izlendiği ve paslanmaz çelik post ve kompozit kor en yüksek gerilme değerlerini gösterdiği belirtilmiştir. Elastikiyet modülü dentine en yakın değerde olan cam fiber postlarda gerilme dağılımları homojen izlenmiştir⁹⁴.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada kök kanal tedavili üst keser dişte sağlam ve ince duvarlı köklere uygulanan farklı post geometrisi, post materyali ve farklı adeziv rezin simanların kullanımı sonucunda oluşan gerilme dağılımı üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelendi ve değerlendirildi.

3.1. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak modelleme

Çalışmada bir üst ön keser diş ANSYS R14 Sonlu Elemanlar Paket programı (ANSYS Inc, Pennsylvania, ABD) kullanılarak modellendi. Diş modeli Wheeler' ın belirttiği diş ölçüleri temel alınarak oluşturuldu⁹⁵. Çalışmada endodontik tedavi gördüğü varsayılan dişe ait kron, kor, kök dentin, post boşluğu ve guta-perka kısımları modellendi. Daha sonra post boşluğunda Light-Post™, Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™, Snow Post olmak üzere 5 farklı post modeli oluşturuldu. Sınır koşulu olarak, bu tür biyomekanik çalışmalarda genelde kabul gören, dişin kemiğe tam olarak gömüldüğü ve dişin kemiğe göre göreceli hareket yapmadığı varsayımları uygulandı. Şekil 1 diş katı modelinin içini de belirtecek şekilde kesilmiş durumunu göstermektedir. Şekil 2' de sınır koşulları gösterilmekte, Şekiller 3-7' de modellenen postlar gösterilmektedir.

Her bir post modeli ile birlikte aynı geometrik özelliklere fakat farklı malzeme özelliklerine sahip Panavia™ F 2.0, Clearfil™ SA Cement ve RelyX™ Unicem 2 olmak üzere üç farklı adeziv rezin siman kullanıldı. Şekil 8 adeziv rezin simanın katı modelini göstermektedir.

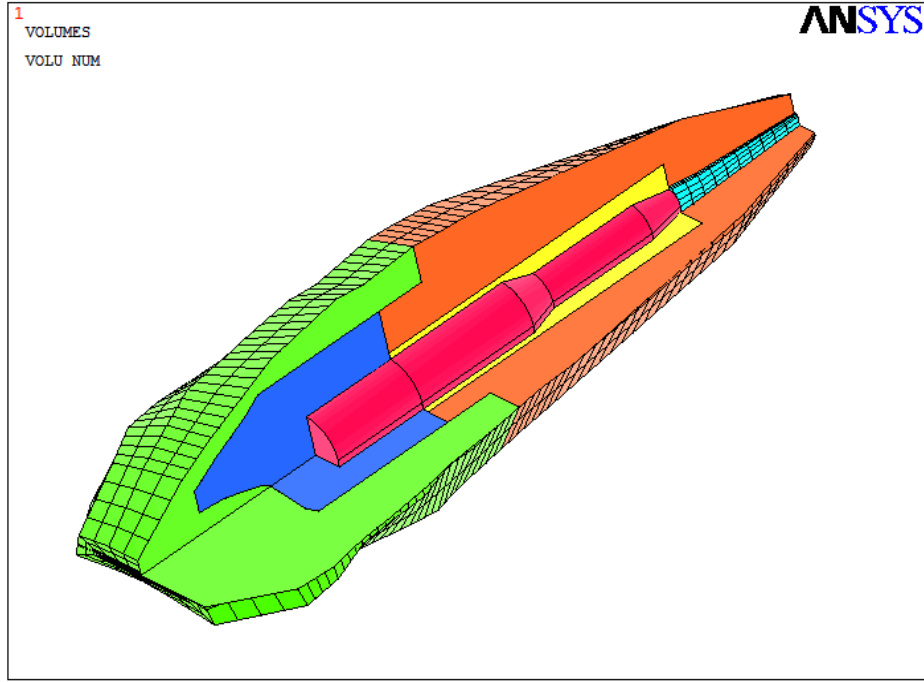
Çalışmada 2 farklı post modelinde (Light-Post™ ve Aestheti-Plus Post™) dişin orta ve yüksek düzeyde harabiyete uğramış olduğu düşünülerek, farklı kalınlıkta dentin modeli ve onlara uyumlu siman modelleri de oluşturuldu. Şekiller 9-10, sırasıyla orta ve yüksek harabiyetli dişlerin katı modellerini, dişlerin içini de belirtecek şekilde kesilmiş olarak göstermektedir.

Dişin tüm üç boyutlu katı modelleri belirlendikten sonra, incelemeler için gerekli sonlu elemanlar modelleri oluşturuldu ve tüm sonlu eleman modelleri her düğüm noktasında x, y, z yönlerinde deplasmana sahip 8 düğüm noktalı ve üç boyutlu bir sonlu eleman olan ANSYS SOLID 185 elemanı ile örüldü.

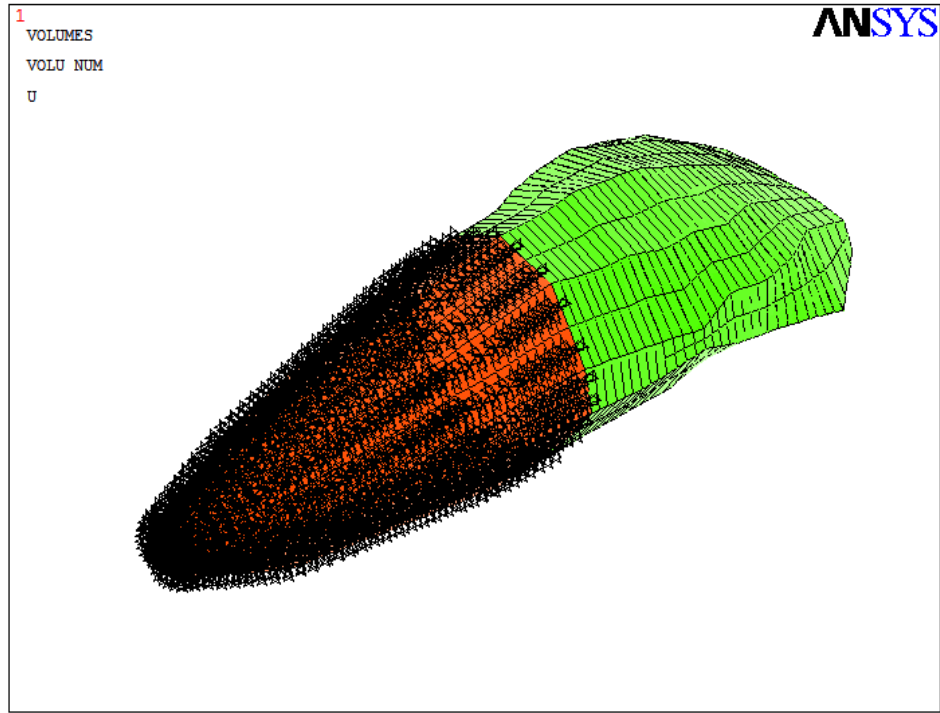
Modelde kök kanalının apikal 4 mm' lik kısmının guta-perka ile doldurulduğu kabul edildi. Çalışmadaki tüm post sistemlerine ait boyutlar ve üretici bilgileri Tablo 1' de verildi. Kron kısmında servikal bölgede 1,5 mm yükseklikte ve 1 mm genişlikte basamak içeren ferrul formu oluşturuldu. Kök dentini, ferrul formu, adeziv rezin siman ve postu birlikte gösteren model Şekil 11' de verildi.

Modelde kor yapı olarak kompozit rezin kullanıldı (Filtek™ Z250 Universal Restorative, 3M ESPE, ABD) ve kor modeli Şekil 12' de gösterildi.

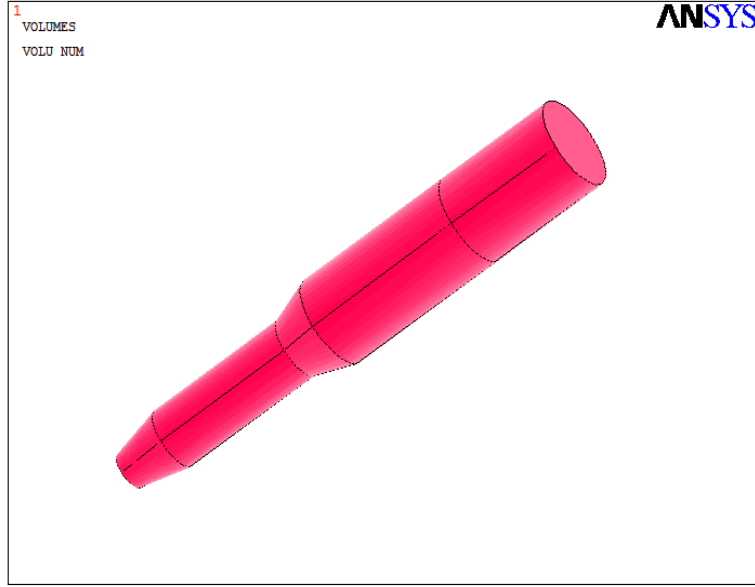
Dişin kron kısmı seramik kron (IPS Empress® , Ivoclar Vivadent, ABD) ile restore edildi ve model Şekil 13' te verildi.



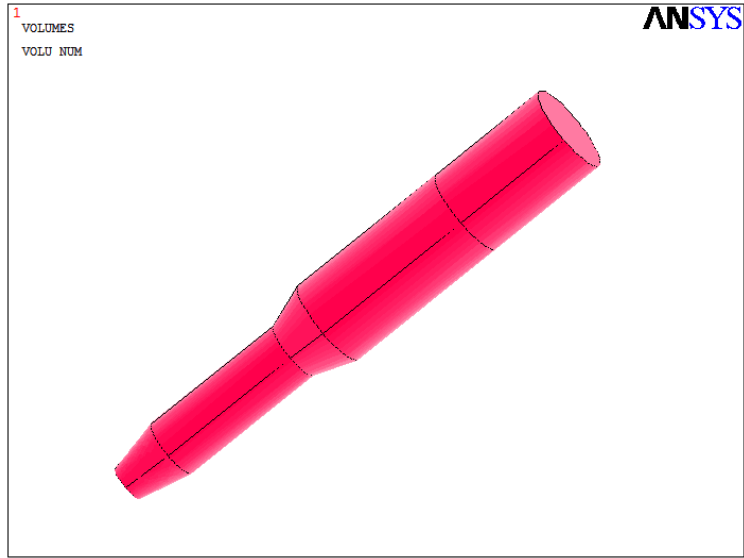
Şekil 1: Dişin iç elemanlarını gösteren katı modeli.



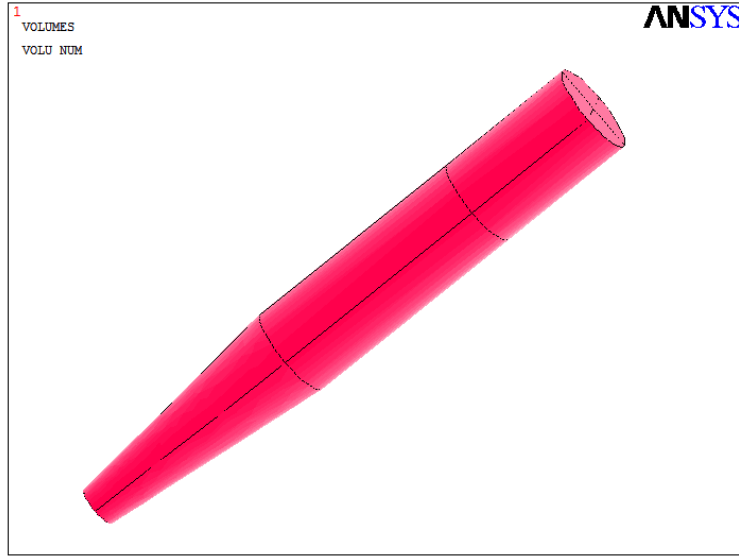
Şekil 2: Dişin kemiğe gömülü olduğunu varsayan sınır koşulları.



Şekil 3: Light-Post™ katı modeli.



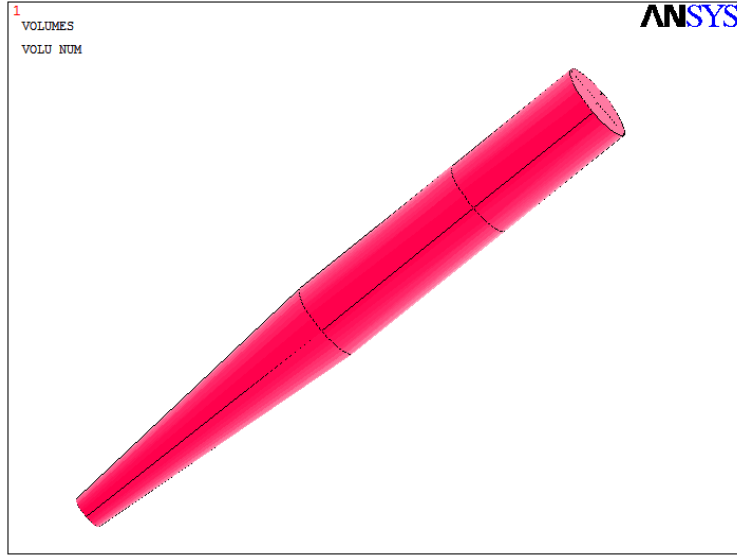
Şekil 4: Aestheti-Plus Post™ katı modeli.



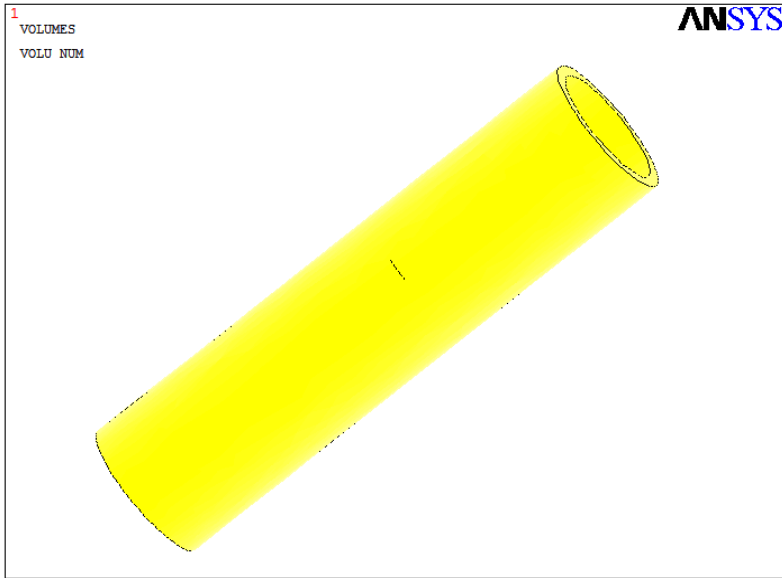
Şekil 5: RelyX™ Fiber Post katı modeli.



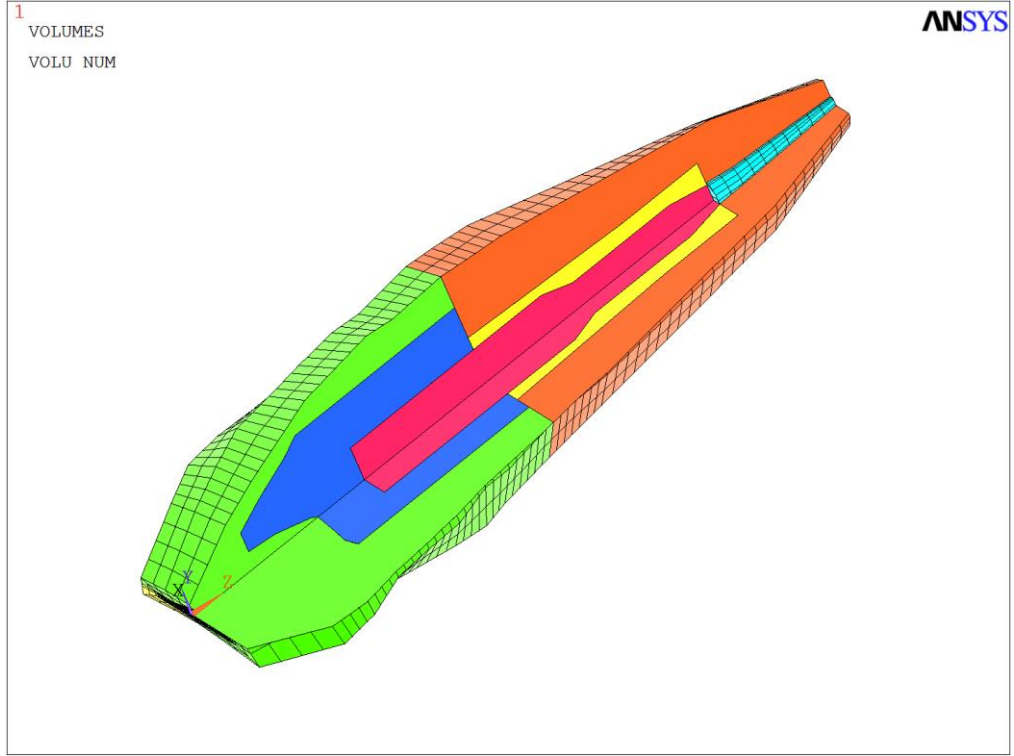
Şekil 6: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ katı modeli.



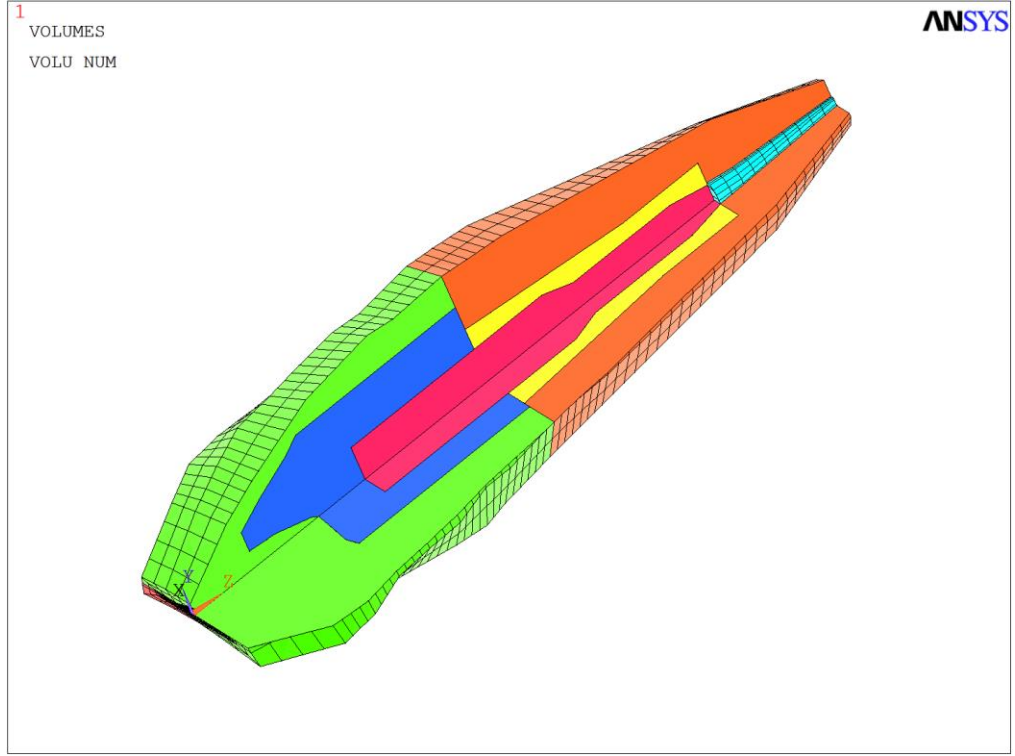
Şekil 7: Snowpost katı modeli.



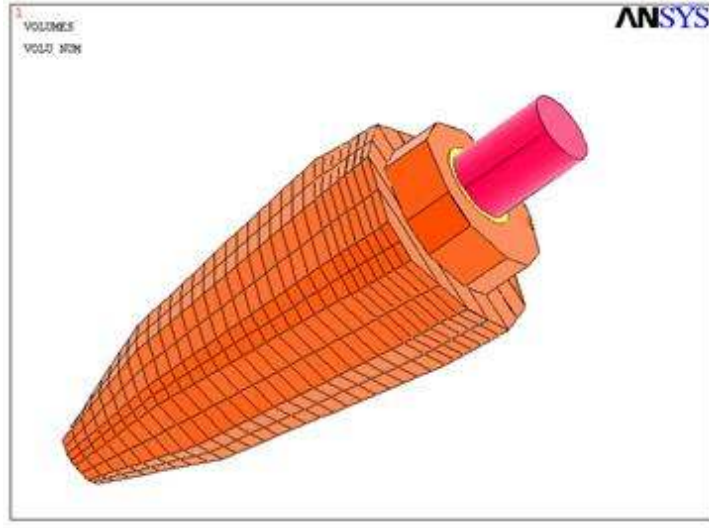
Şekil 8: Sağlam kök dentin ve post arasındaki adeziv rezin simanın katı modeli.



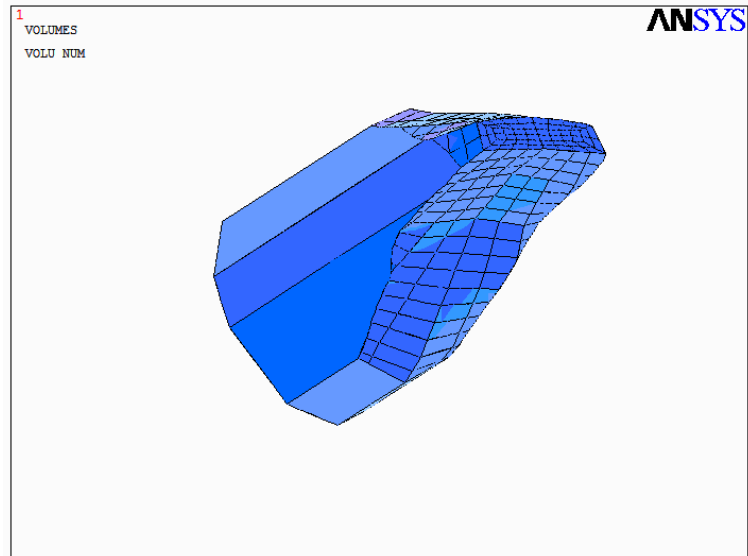
Şekil 9: Orta derecede harabiyetli kök dentinine sahip dişin elemanlarını gösteren iç modeli.



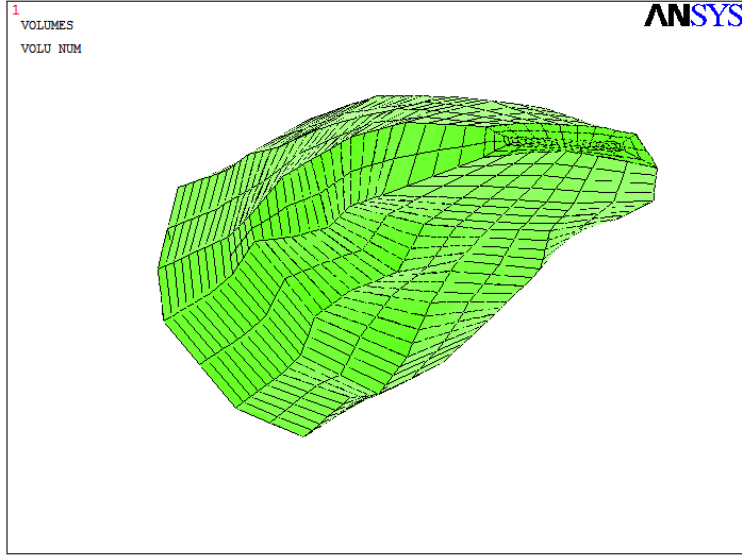
Şekil 10: Yüksek derecede harabiyetli kök dentinine sahip dişin elemanlarını gösteren iç modeli.



Şekil 11: Kök dentin, ferrul form, adeziv rezin siman ve post katı modeli.



Şekil 12: Kompozit kor katı modeli.



Şekil 13: Kron katı modeli.

Dişte kullanılan elemanlar ve fiziksel özellikleri Tablo 2' de verildi^{61, 85, 96-100}. Tüm elemanların homojen, doğrusal ve izotropik oldukları varsayıldı.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan postlara ait özellikler.

<i>Post</i>	<i>Boy</i> <i>[mm]</i>	<i>En dar</i> <i>çapı</i> <i>[mm]</i>	<i>En geniş çapı</i> <i>[mm]</i>	<i>Üretici</i>
Light-Post™	12.83	0.85	2.1	RTD/Bisco, Fransa
Aestheti-Plus Post™	12.83	0.85	2.1	RTD/Bisco, Fransa
RelyX™ Fiber Post	12.83	0.85	1.9	3M ESPE, Almanya
D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™	12.83	1.20	2.2	RTD/Bisco, Fransa
Snowpost	12.83	0.67	1.6	Carbotech, Fransa

Tablo 2: Dişte kullanılan elemanlar ve fiziksel özellikleri.

Materyal	Elastisite Modülü [MPa]	Poisson Oranı ν
Guta-perka	0.69	0.45
Dentin	13000	0.31
*Panavia™ F 2.0 (Kuraray, Japonya)	10100	0.28
*Clearfil™ SA Cement (Kuraray, Japonya)	6200	0.28
*RelyX™ Unicem 2 (3M ESPE, Almanya)	6600	0.27
*Light-Post™	22000	0.30
*Aestheti-Plus Post™	44000	0.30
*RelyX™ Fiber Post	37500	0.30
*D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™	20000	0.30
*Snowpost	45000	0.30
Filtek™ Z250 Universal Restorative	10490	0.30
IPS Empress®	62000	0.30

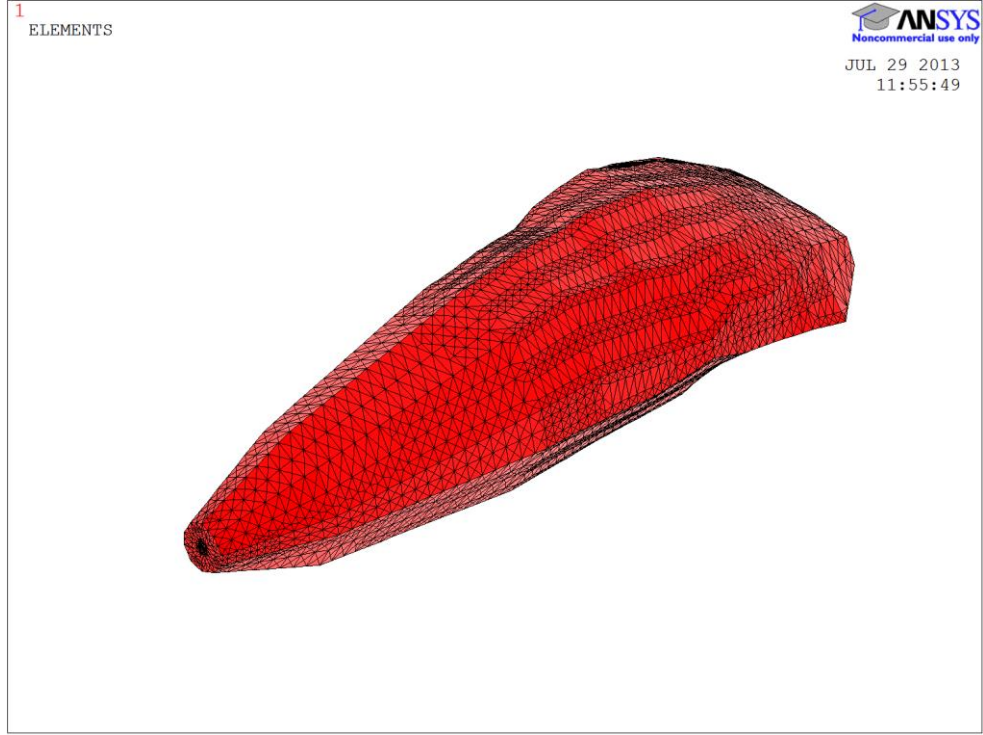
*Üretici firma bilgileri

Dişin çalışılan farklı modellerinde farklı sayıda sonlu eleman bulunmaktadır. Bir örnek olarak, Light-Post™ uygulaması için kullanılan eleman sayıları Tablo 3’ de verildi.

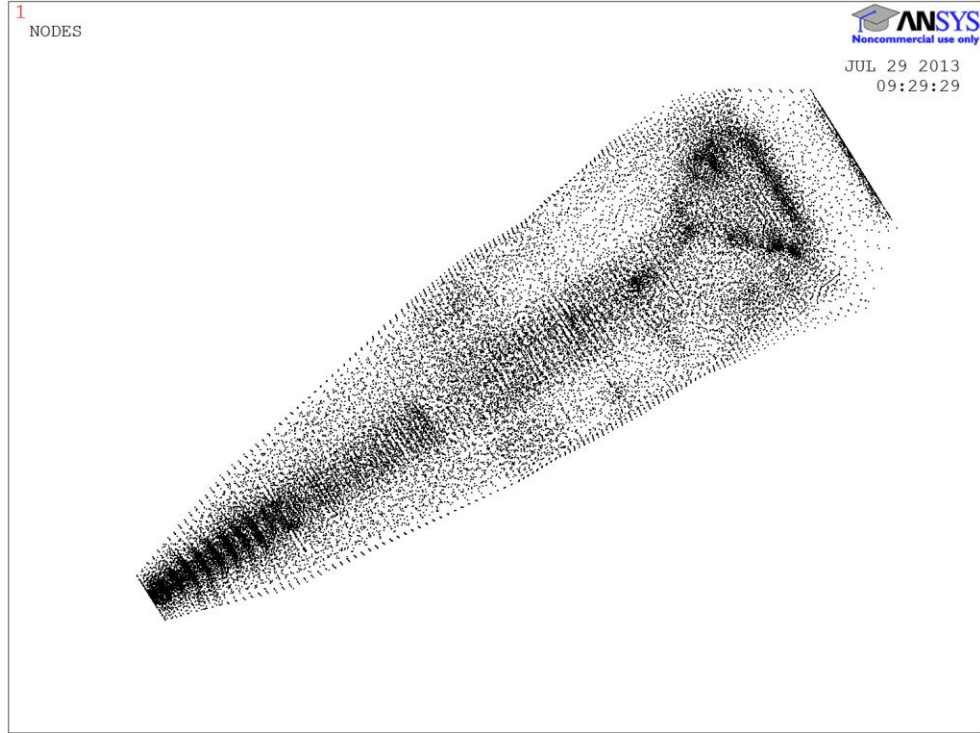
Tablo 3: Light-Post™ uygulaması için kullanılan sonlu eleman sayıları.

	Eleman sayısı
Guta-perka	13344
Light-Post™	30718
Adeziv rezin siman	13863
Kor	22694
Dentin	69294
Kron	60996
<u>Tüm diş</u>	210909

Tüm elemanların görüntüsü Şekil 14’ de, diş modelinin tüm düğüm noktalarının görüntüsü de Şekil 15’ de verildi.

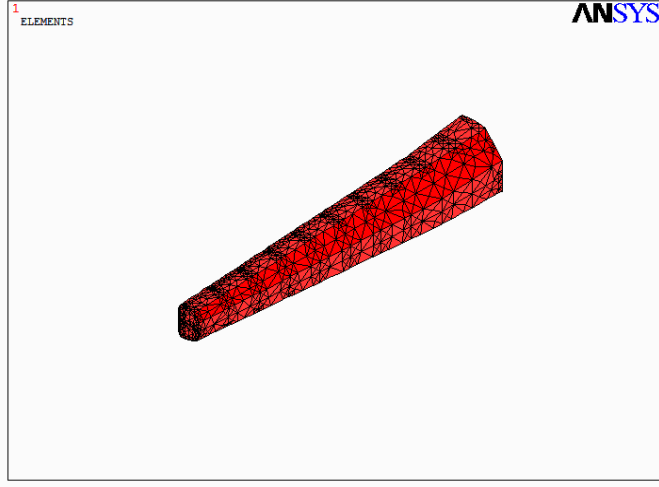


Şekil 14: Light-Post™ uygulaması yapılan harabiyetsiz dişin sonlu elemanlar modeli.

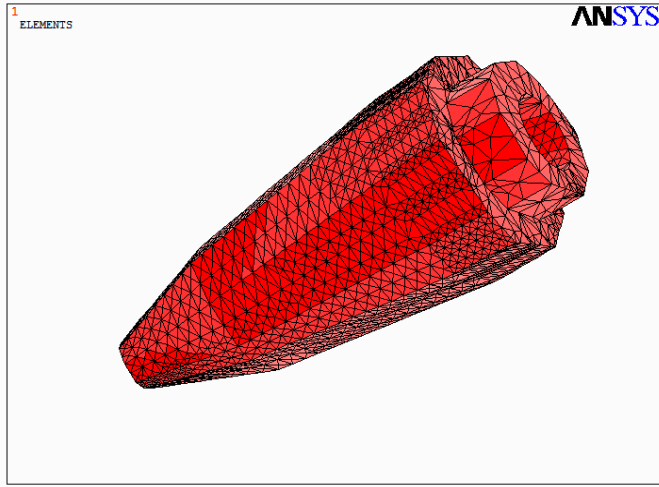


Şekil 15: Light-Post™ uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki düğüm noktaları.

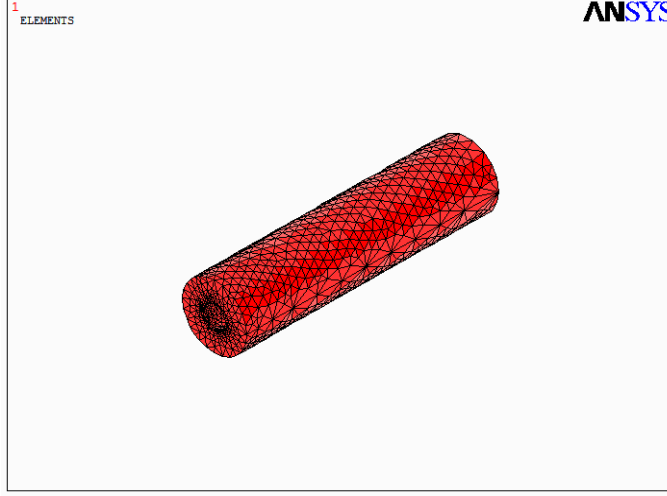
Şekiller 16-25 sırasıyla guta-perka, dentin, adeziv rezin siman, Light-Post™, Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™, SnowPost, kompozit kor, kron sonlu elemanlar modellerini göstermektedir.



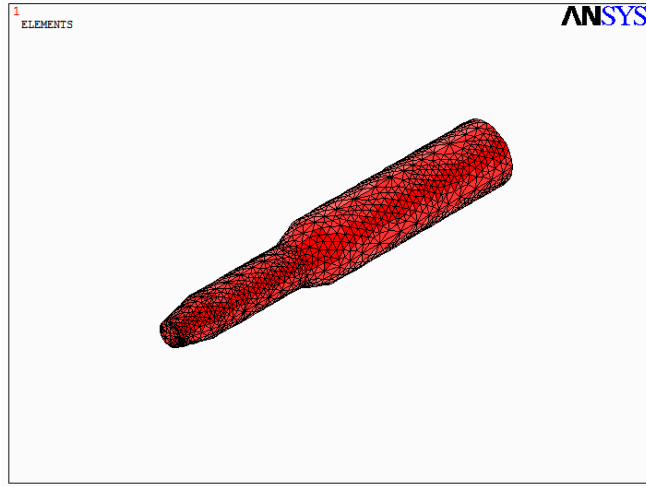
Şekil 16: Guta-perka sonlu elemanlar modeli.



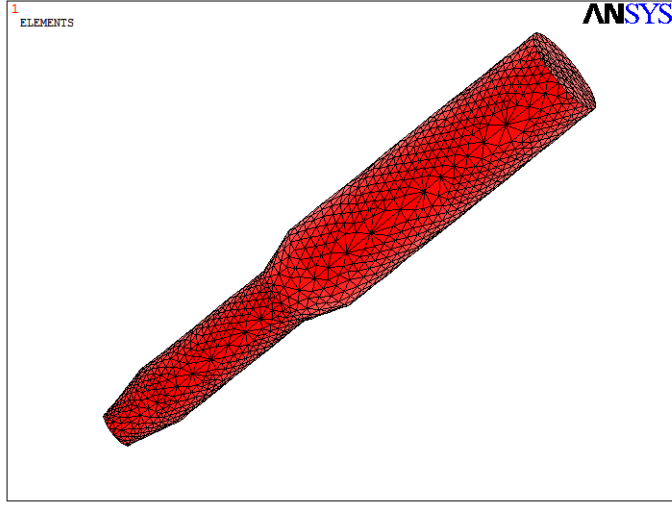
Şekil 17: Dentin sonlu elemanlar modeli.



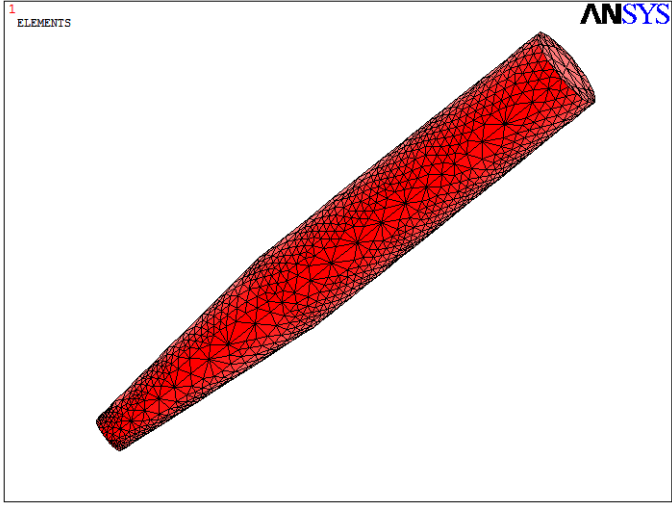
Şekil 18: Adeziv rezin siman sonlu elemanlar modeli.



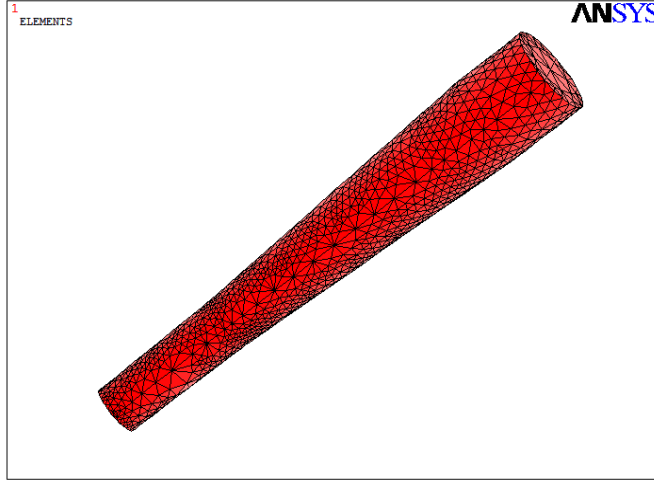
Şekil 19: Light-Post™ sonlu elemanlar modeli.



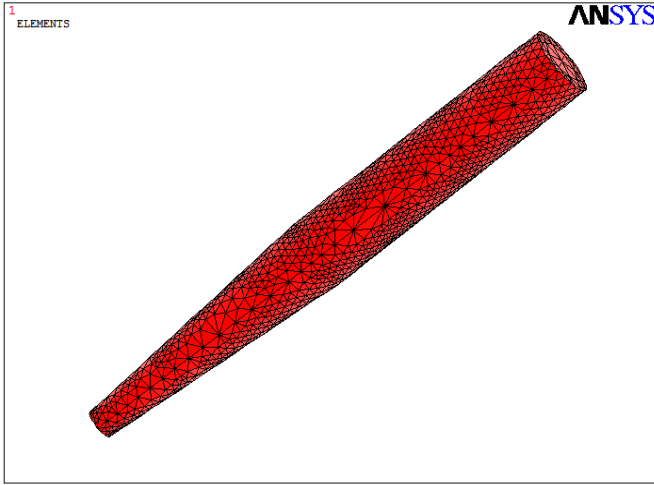
Şekil 20: Aestheti-Plus Post™ sonlu elemanlar modeli.



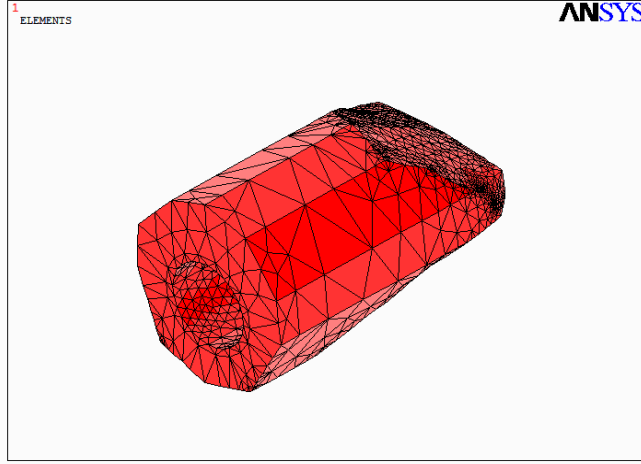
Şekil 21: RelyX™ Fiber Post sonlu elemanlar modeli.



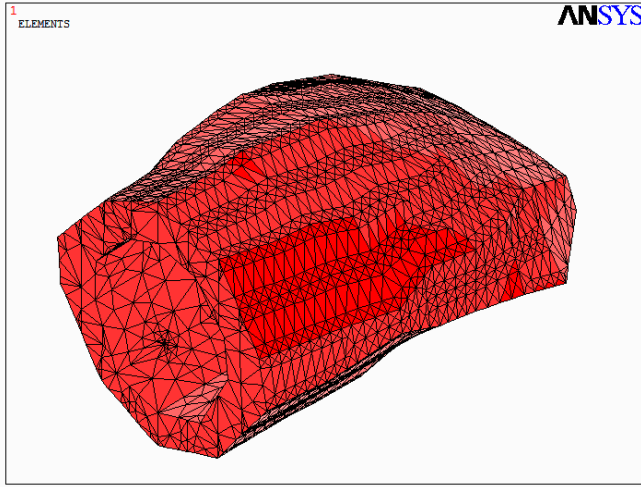
Şekil 22: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ sonlu elemanlar modeli.



Şekil 23: Snowpost sonlu elemanlar modeli.

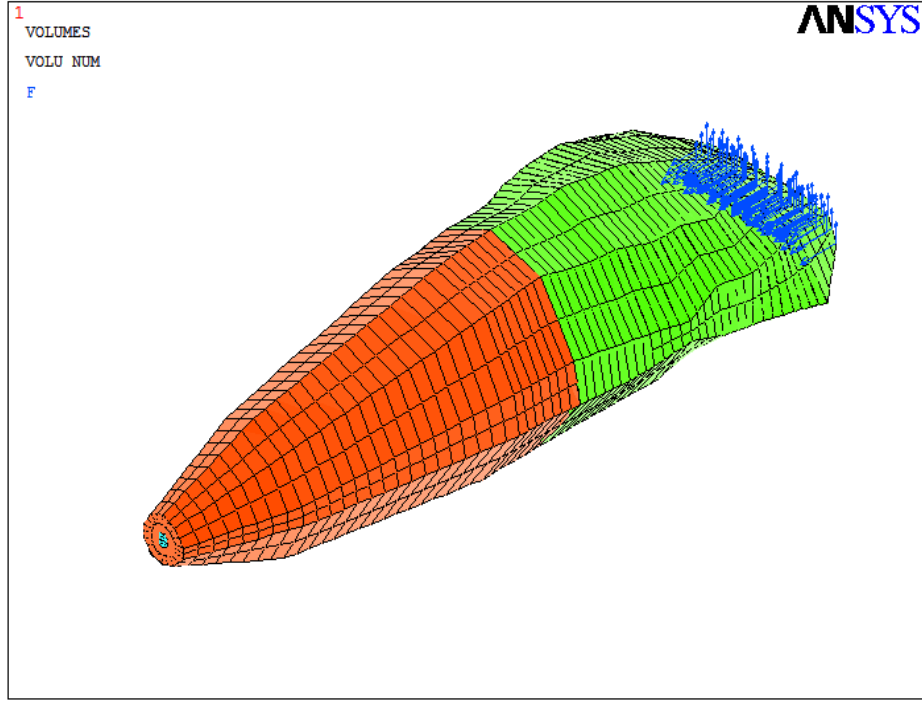


Şekil 24: Kompozit kor sonlu elemanlar modeli.

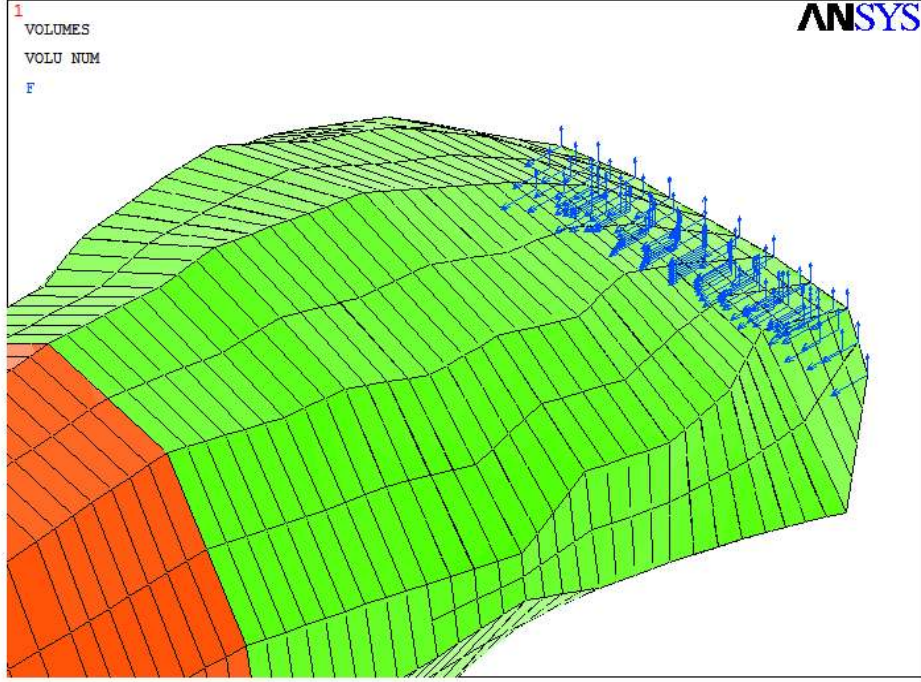


Şekil 25: Kron sonlu elemanlar modeli.

Isırma işleminin ilk gerçekleştiği anda yükün dişin uzun eksenine ile 26 derecelik bir açı yaptığı bilinmektedir⁸⁴. Bundan dolayı çalışmada 200 N yük dişin uzun eksenine 26 derecelik bir açı yapacak şekilde, kesici kenara düzgün olarak dağıtıldı. Bu amaçla 107 nokta belirlendi ve yük her noktaya Şekil 26 ve 27’ de gösterildiği gibi dağıtıldı.



Şekil 26: Dişin kesici kenarına uygulanan yük.



Şekil 27: Dişin kesici kenarına uygulanan yükün büyütülmüş görüntüsü.

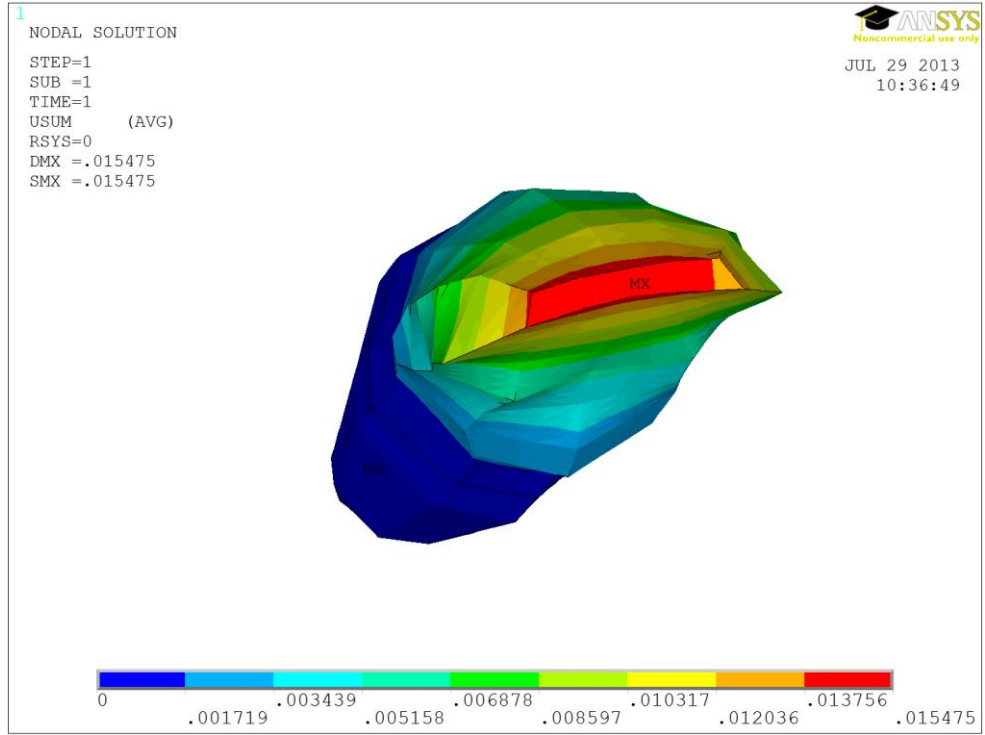
Modelleme tamamlanıp, sınır koşulları ve yük uygulandıktan sonra ANSYS R14 Sonlu Elemanlar Paket Programı kullanılarak statik analiz yapıldı ve sonuçlar toplam yer değiştirmeleri ve von Mises gerilmelerini verecek şekilde hesaplandı ve gösterildi.

4. BULGULAR

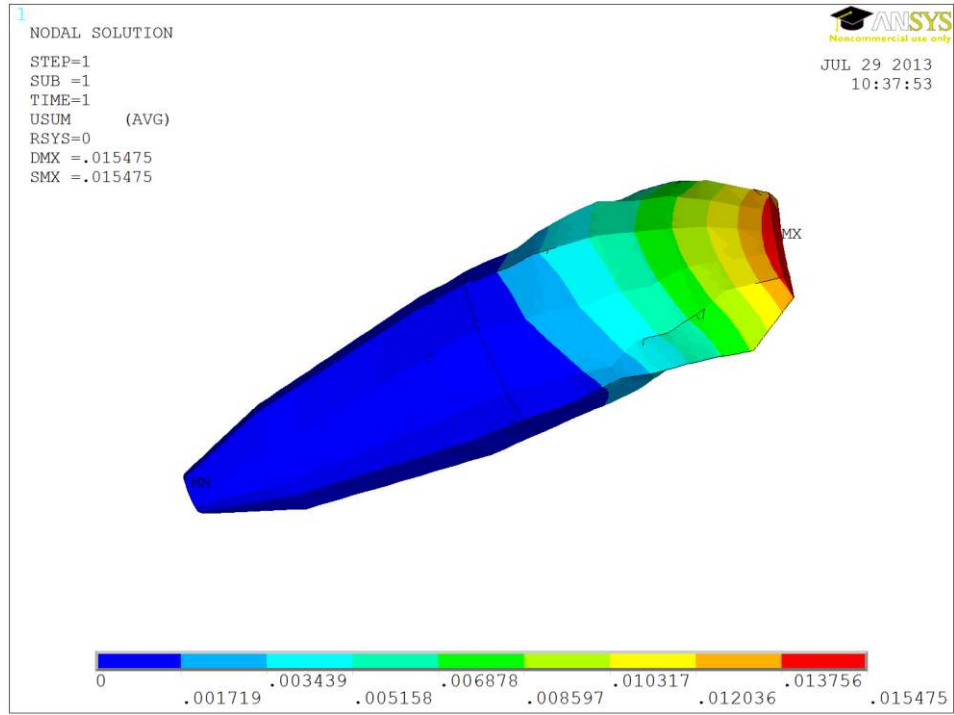
4.1. Harabiyetsiz Dişte Light-Post™ Uygulamaları

4.1.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları

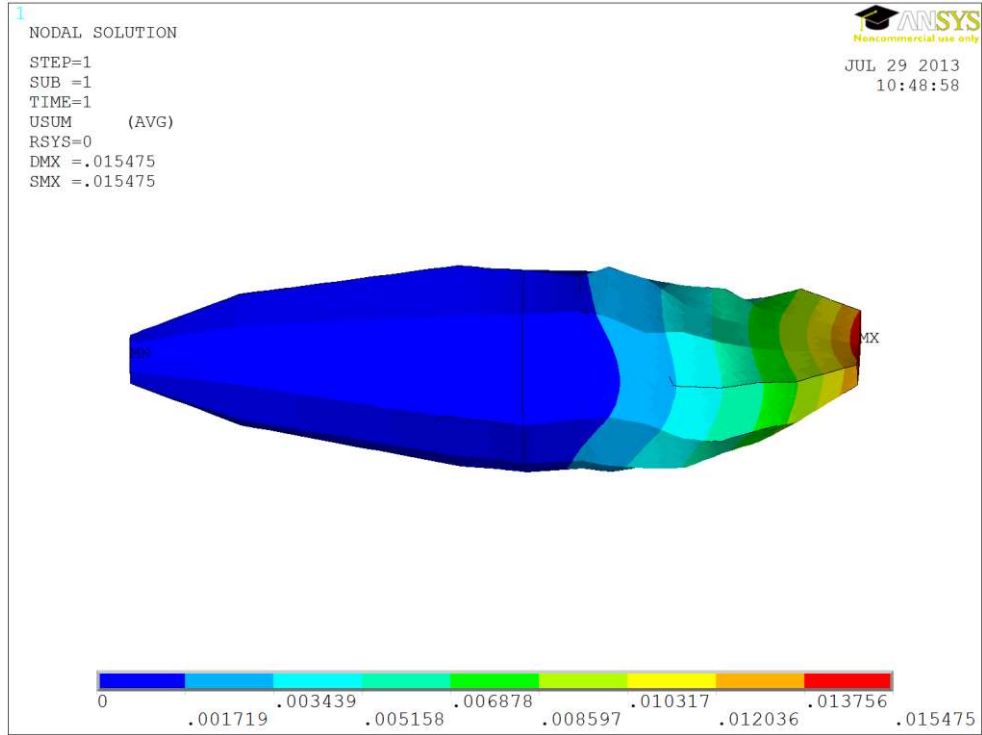
Çalışmada ilk olarak Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz diş sonuçları gösterilmiştir. Dişin kesici kenarına uygulanan ve ısırma kuvvetini temsil eden yükleme sonucunda, dişte oluşan toplam deformasyonlar farklı açılardan Şekiller 28-30' da gösterilmiştir. Dişte en fazla deformasyon yükün uygulandığı bölgede olmuş ve bu bölgeden uzaklaştıkça kemiğe gömülü bölgelerde deformasyonlar çok azalmıştır.



Şekil 28: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.

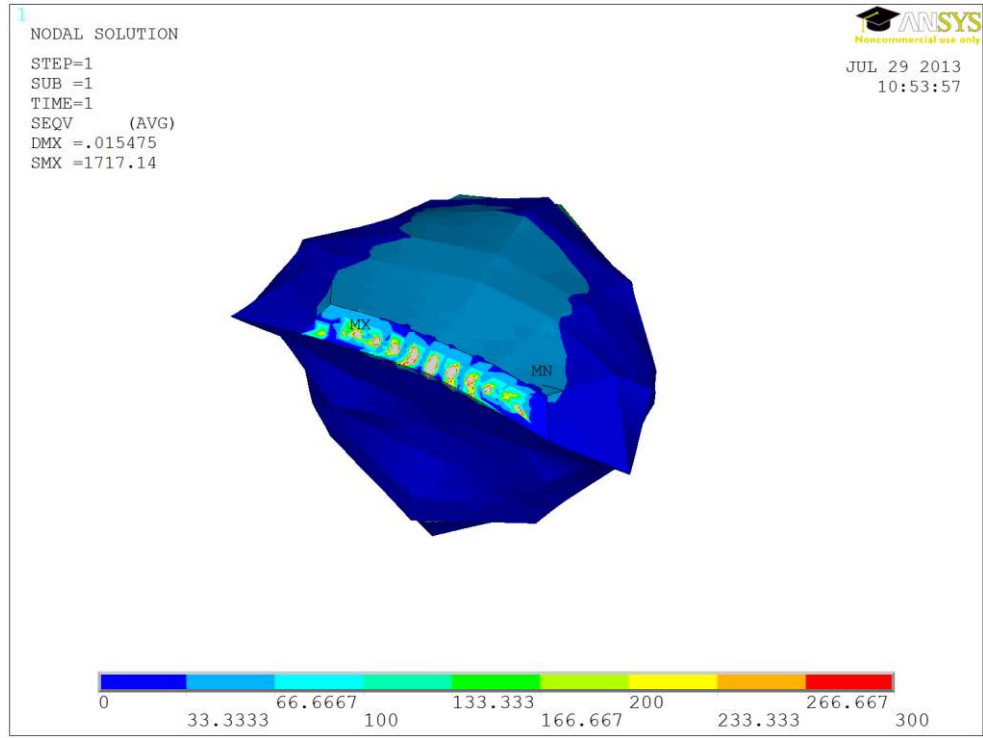


Şekil 29: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar.

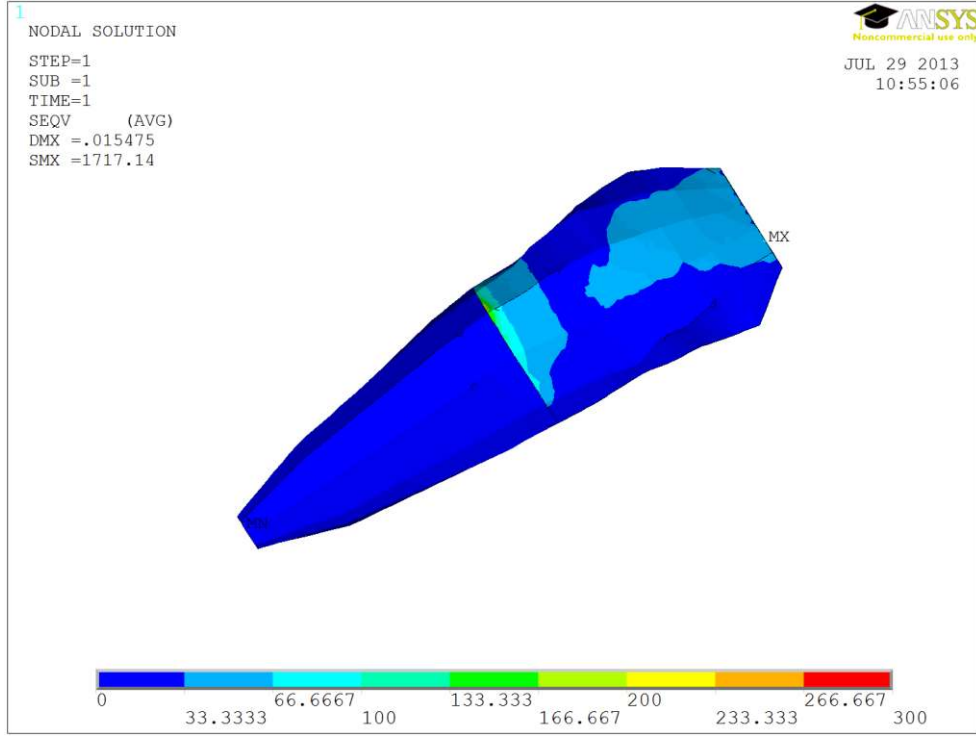


Şekil 30: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar.

Daha sonra dişte oluşan von Mises gerilmeleri hesaplanmış ve tüm diş için Şekiller 31-32' de sunulmuştur. Von Mises gerilmesi homojen, linear ve izotropik malzemelerde yükleme sonucu oluşan tüm gerilmelerin etkisini yansıtan ve bu tür yapılarda en çok kullanılan bir başarısızlık ölçütüdür. Şekiller 31 ve 32 tüm dişin değerlerini içerdiği için, ısırmanın gerçekleştiği bölgede lokal olarak oluşan yüksek gerilme değerleri gözlenmektedir.

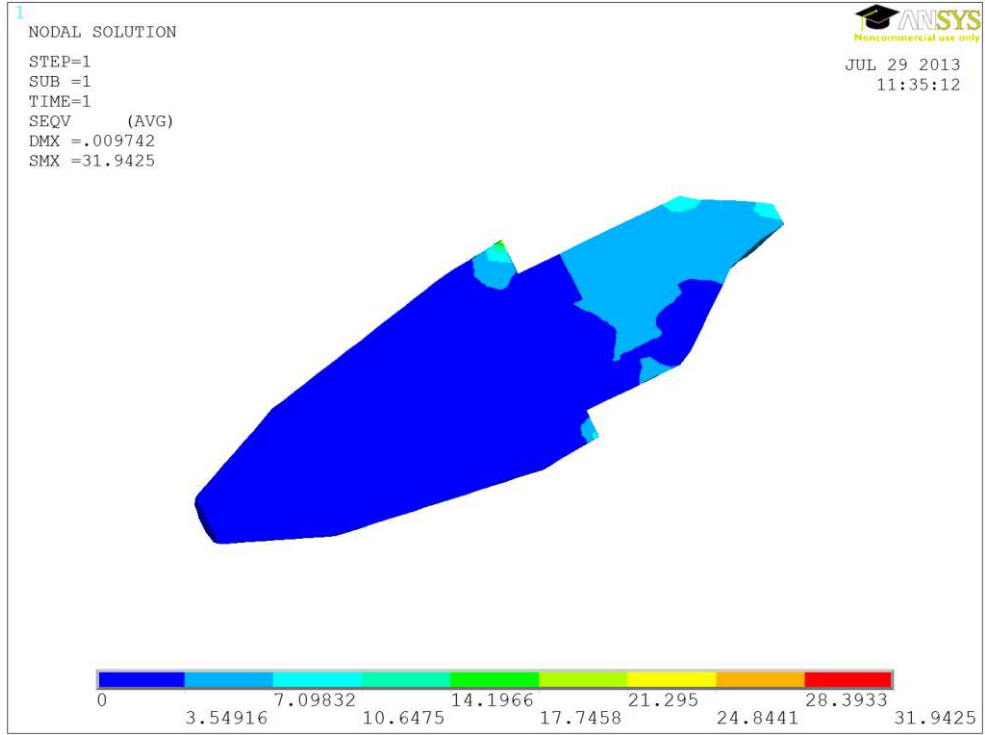


Şekil 31: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, insizal kenardan görünüm.



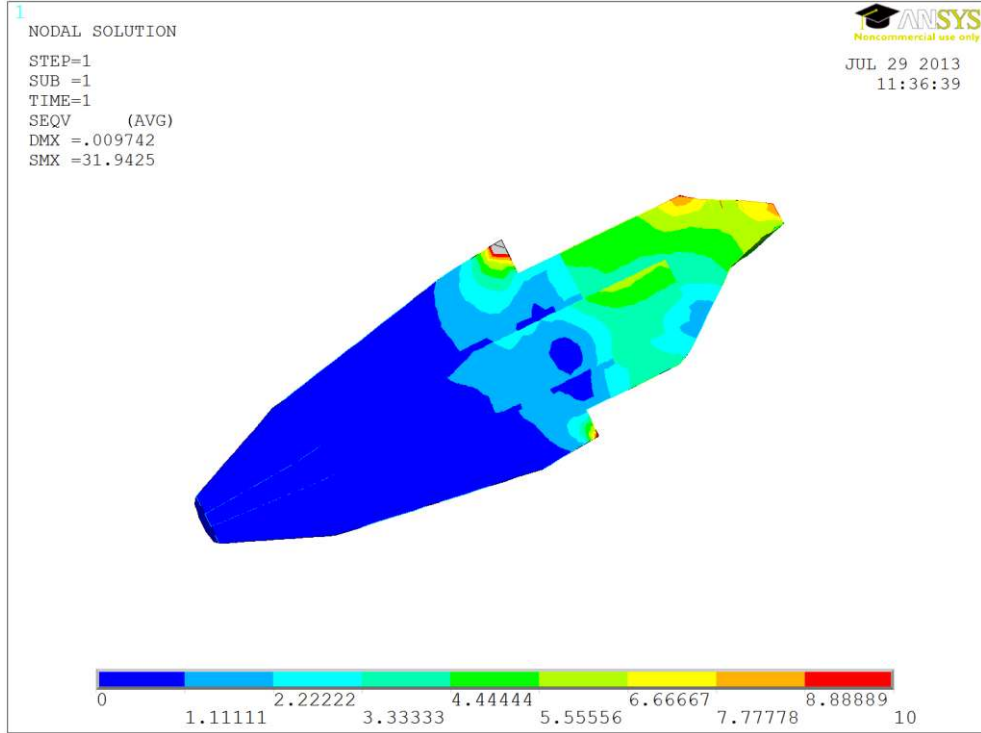
Şekil 32: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.

Şekiller 33 ve 34 dişte alınan bir kesit sonucu kor, post, adeziv rezin siman, ferrule içeren kök dentini ve guta-perka kısımlarını göstermektedir. Sadece bu kısımlar değerlendirildiği ve bu kısımlar da yük uygulanan bölgeden uzak oldukları için von Mises gerilme değerlerinde önceki şekillere göre büyük bir düşüş gözlemlenmektedir. Ortaya çıkan maksimum değerler (yaklaşık 32 MPa) diş elemanlarının Elastikiyet Modülü değerlerinden çok küçük olduğu için, uygulamaların gerilme açısından sorunsuz olduğu görülmektedir.



Şekil 33: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

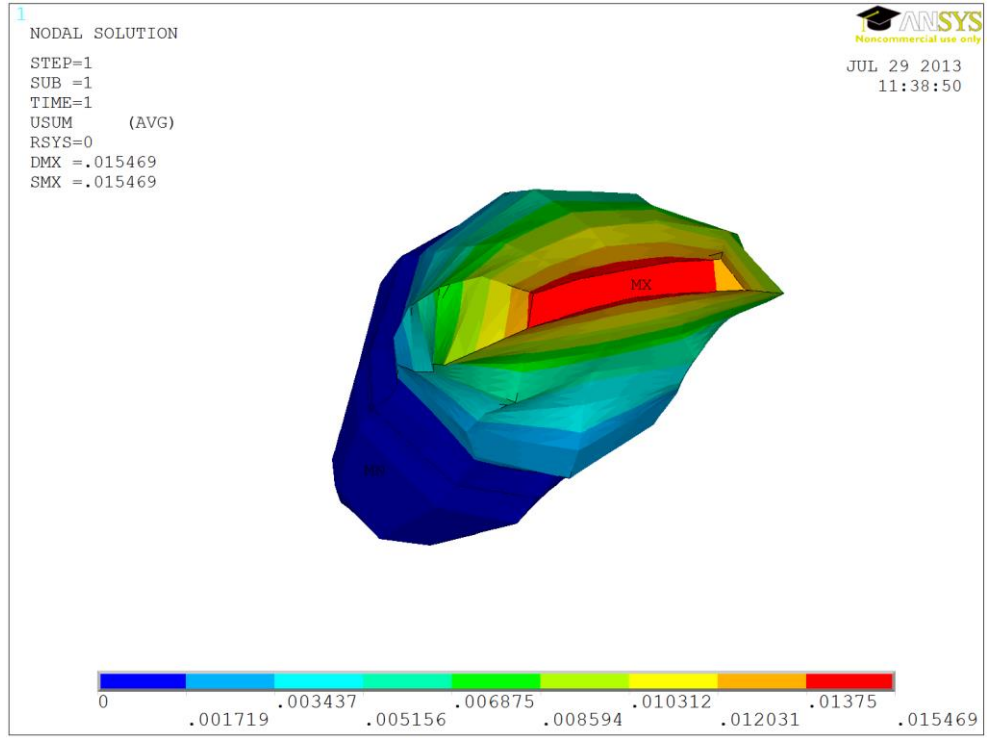
Şekil 34 bir önceki şekil 33' de gösterilen durumun daha detaylandırılmış halini göstermektedir. Sonuçta bu dişte oluşan en yüksek von Mises gerilmelerinin yaklaşık 10 MPa olduğu ve uygulamanın güvenli olduğu anlaşılmaktadır.



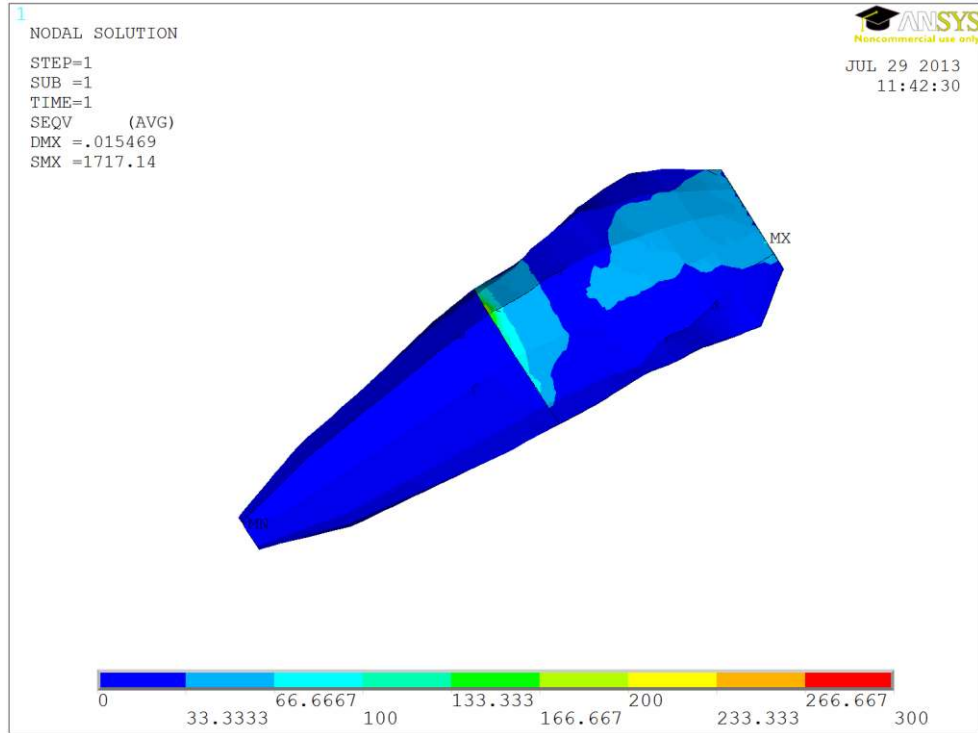
Şekil 34: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.1.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları

Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz bir dişin toplam deformasyonlarının insizal kenardan görünümü Şekil 35' de verilmiştir. Aynı dişe ait von Mises gerilmeleri ise Şekil 36' da gösterilmiştir.

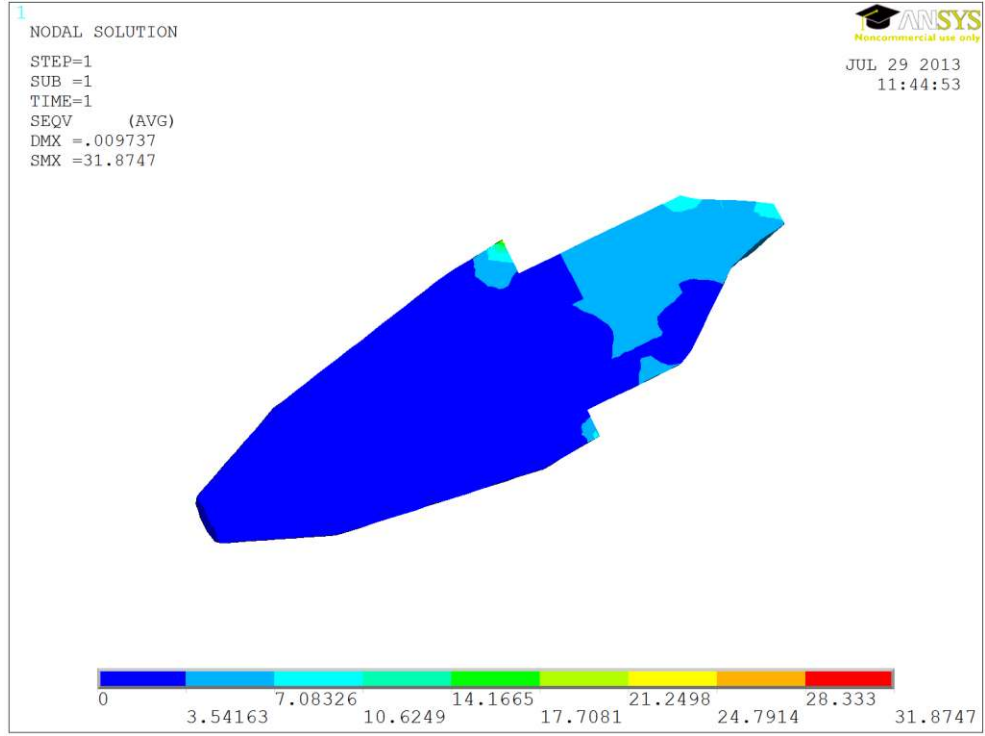


Şekil 35: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.

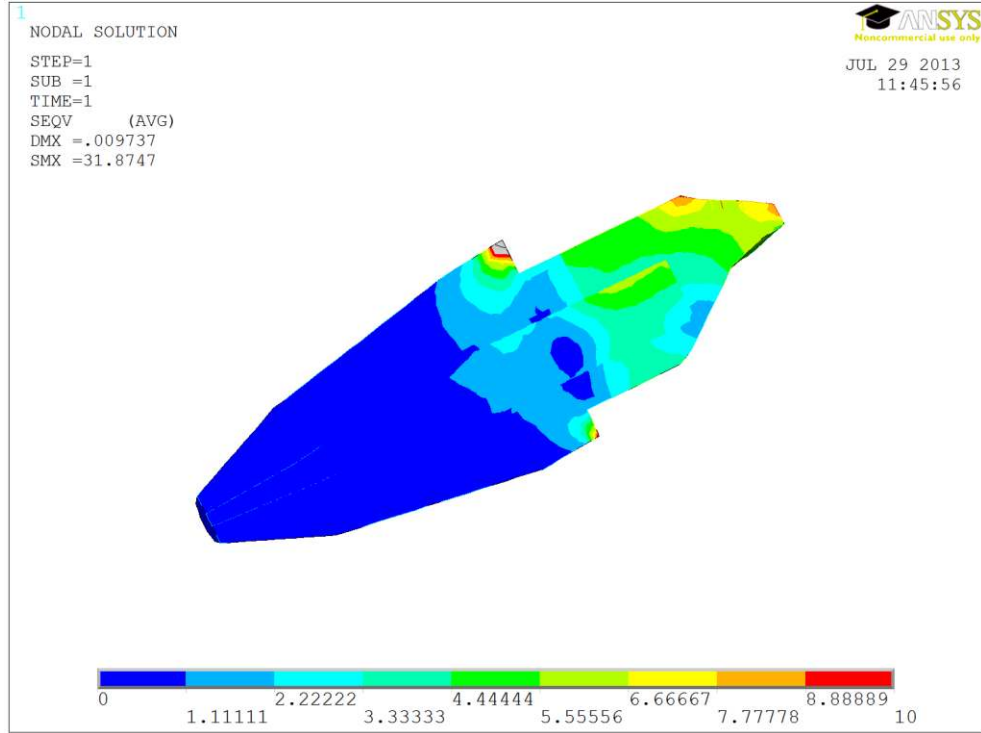


Şekil 36: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.

Şekiller 37 ve 38 dişte alınan bir kesit sonucu kor, post, adeziv rezin siman, ferrule içeren kök dentini ve guta-perka kısımlarını göstermektedir.



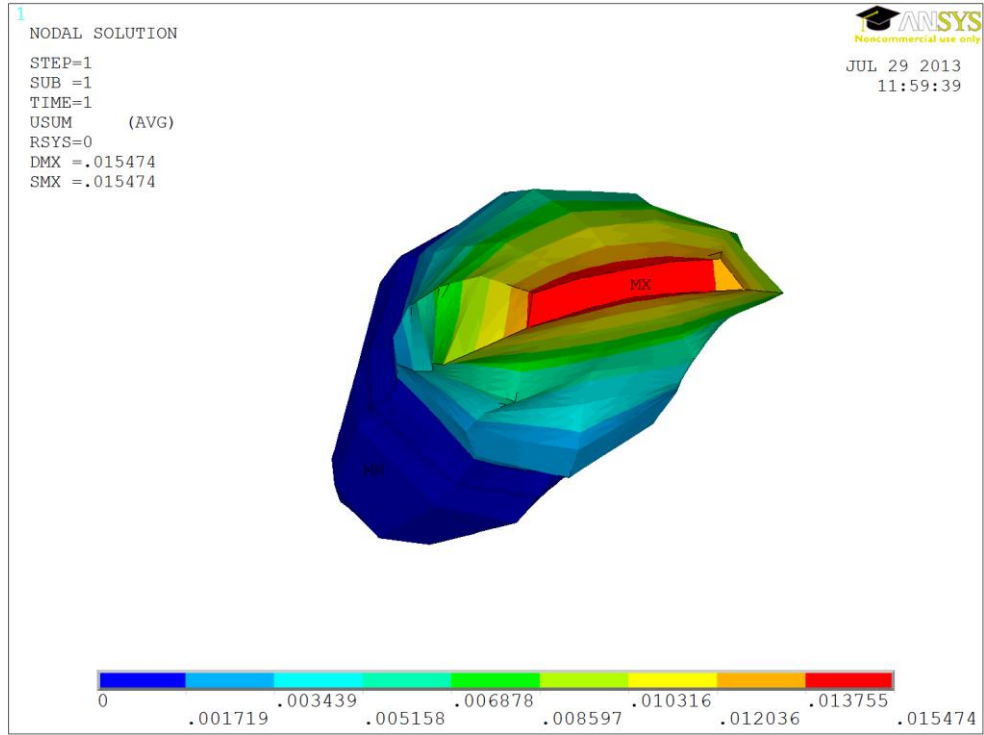
Şekil 37: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



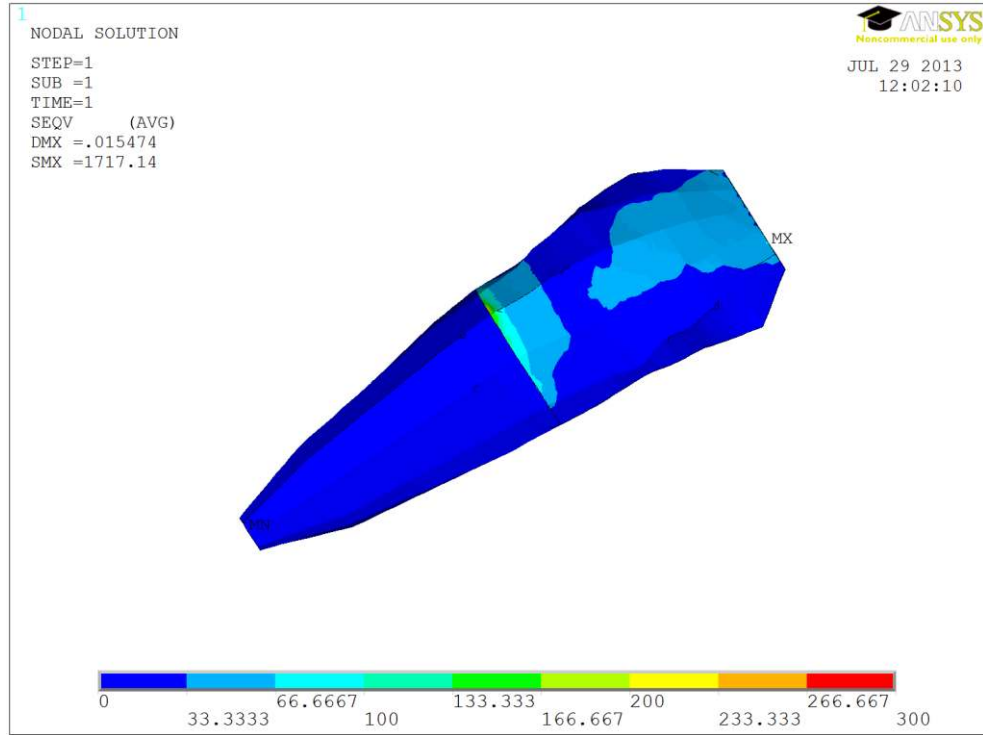
Şekil 38: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.1.3. Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları

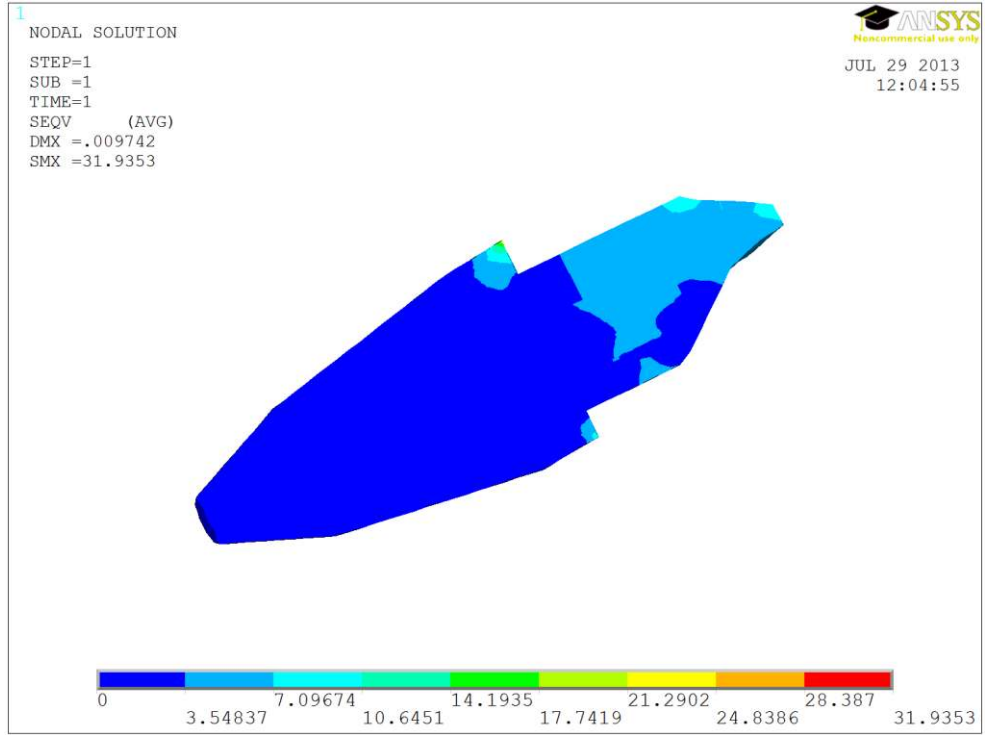
Şekiller 39-42' de Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulaması yapılan harabiyetsiz bir dişin toplam deformasyonları ile tüm dişe ve dişin iç elemanlarına ait von Mises gerilmeleri gösterilmektedir.



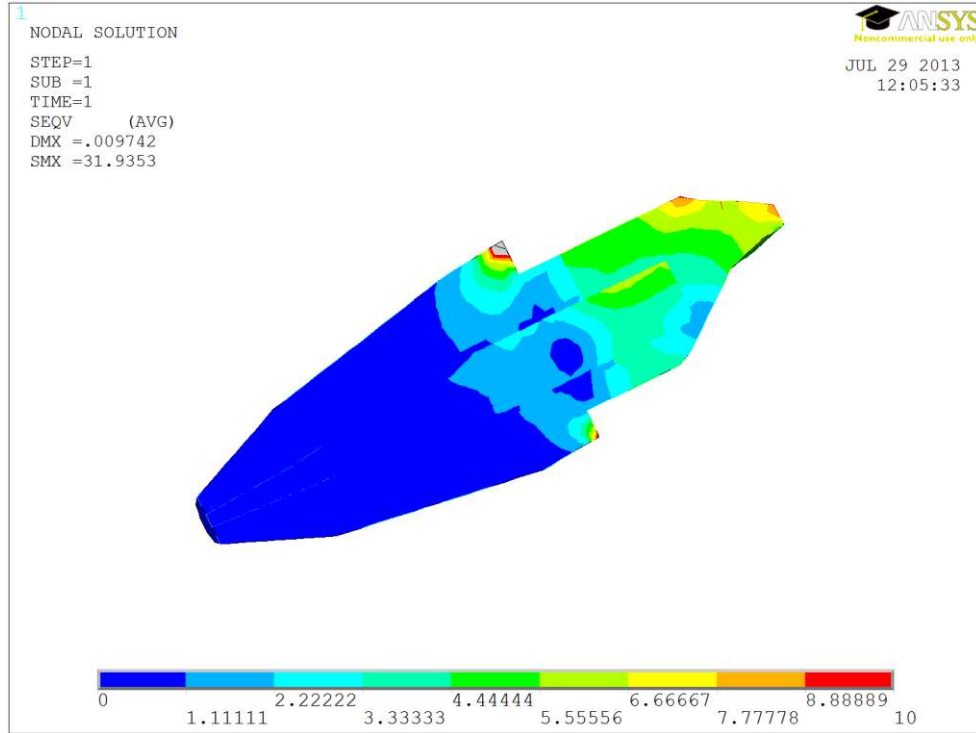
Şekil 39: Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 40: Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 41: Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 42: Light-Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

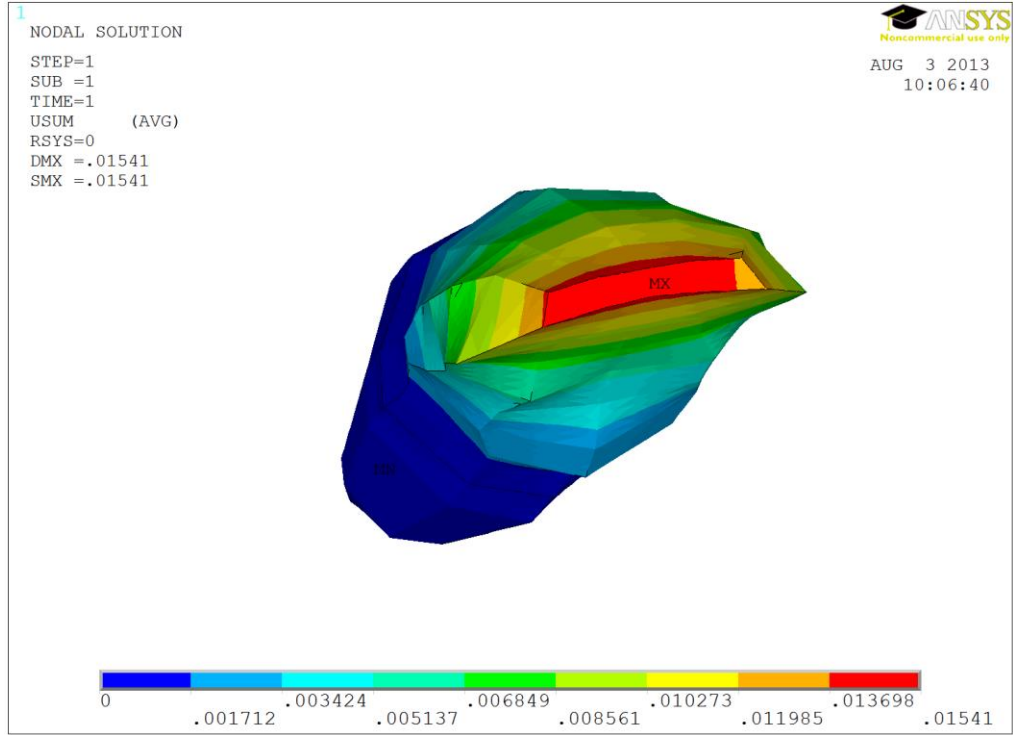
Harabiyetsiz dişte Light-Post™ ile birlikte uygulanan Clearfil™ SA Cement, Panavia™ F 2.0 ve RelyX™ Unicem 2 uygulamaları değerlendirildiğinde, sonuçlar arasında gerek nitelik gerekse de nicelik olarak belirgin bir gerilme ve gerinim farklılığı gözlemlenmemiştir ve her üç durumun da güvenli uygulamalar olduğu söylenebilir.

4.2. Harabiyetsiz Dişte Aestheti-Plus Post™ Uygulamaları

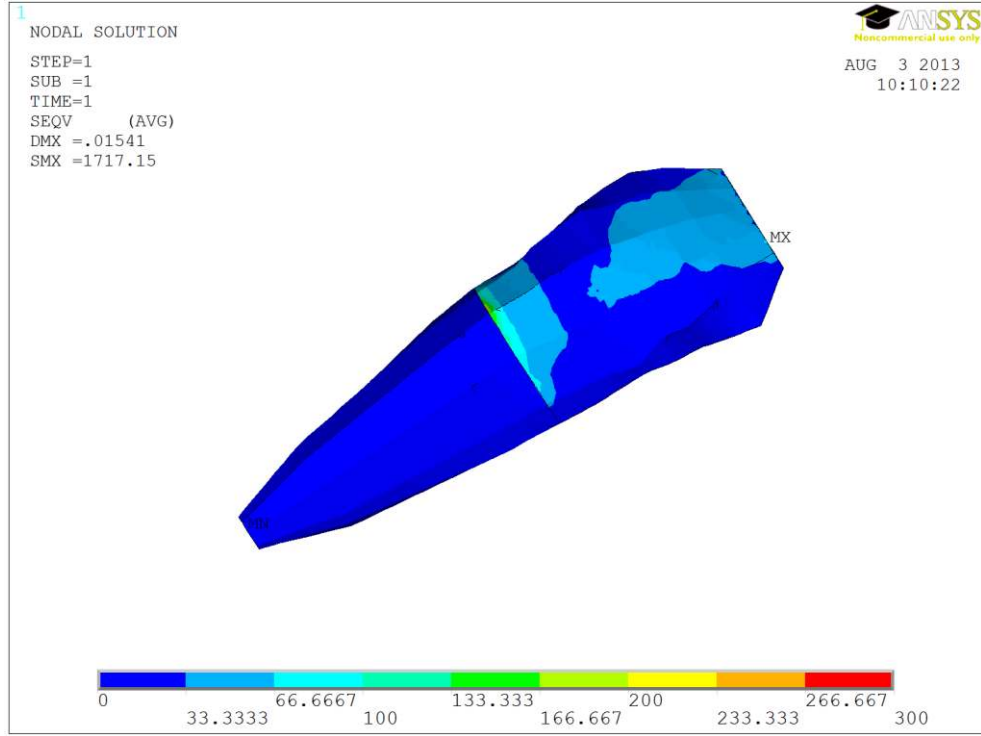
Harabiyetsiz bir dişte Aestheti-Plus Post™ kullanıldığı varsayılmış ve adeziv olarak, daha önce verilen Light-Post™ uygulamalarında olduğu gibi, sırasıyla Clearfil™ SA Cement, Panavia™ F 2.0 ve RelyX™ Unicem 2 uygulanmıştır.

4.2.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları

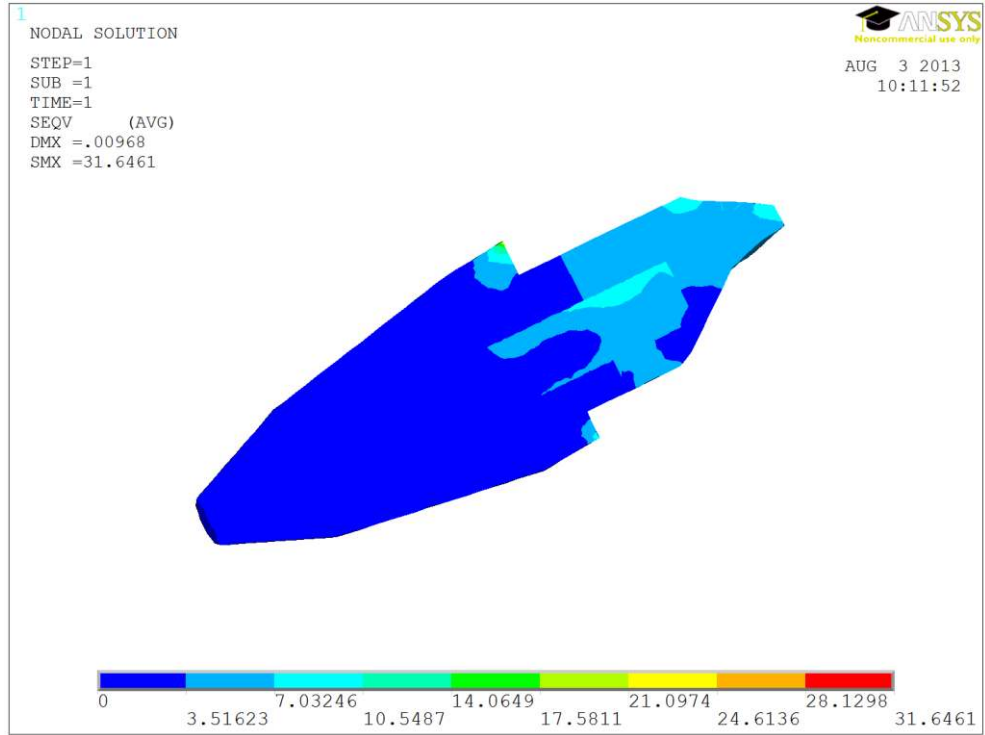
Şekiller 43-46 Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement uygulanan harabiyetsiz bir dişin sırasıyla insizal görünümünden toplam deformasyonunu, tüm dişin von Mises gerilmelerini ve kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka bölgelerine ait von Mises gerilmelerini göstermektedir.



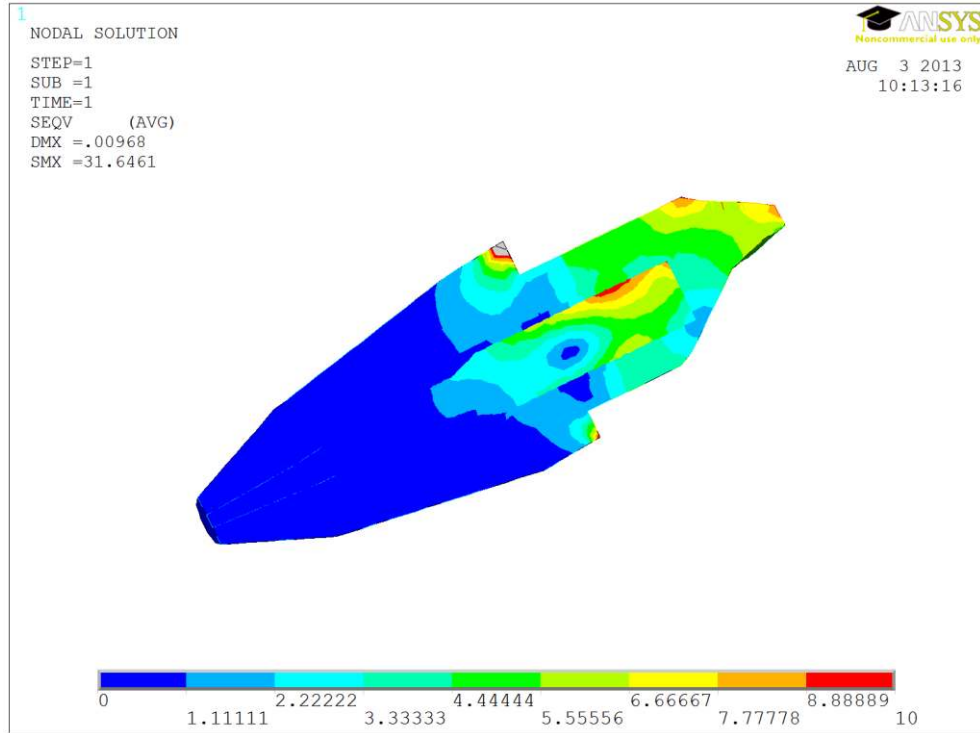
Şekil 43: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 44: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



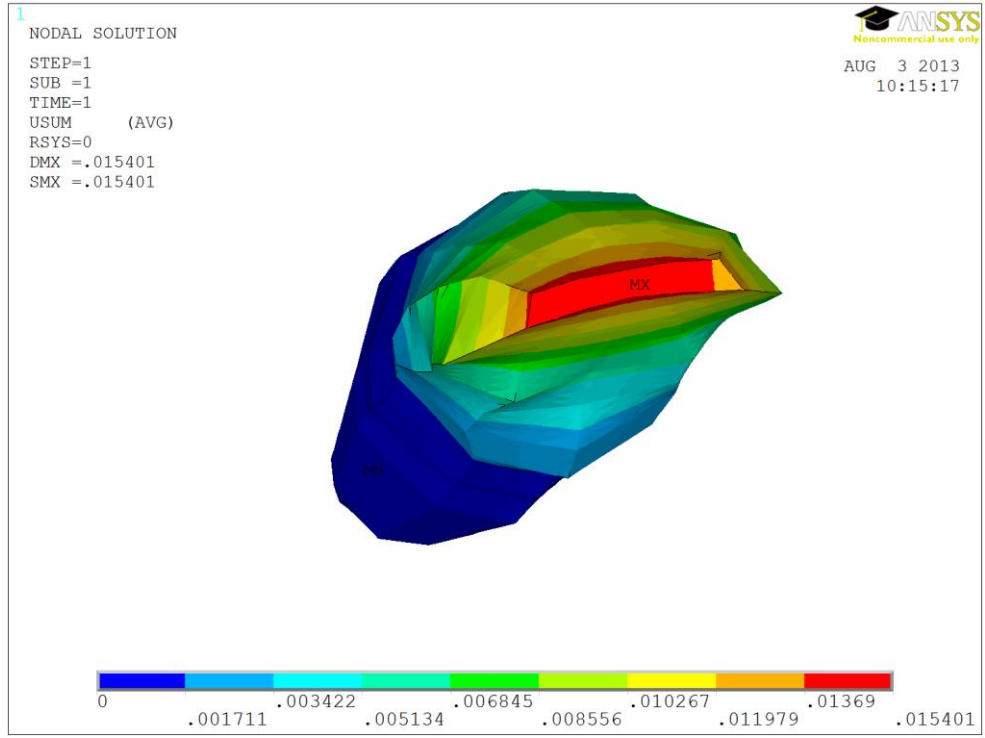
Şekil 45: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



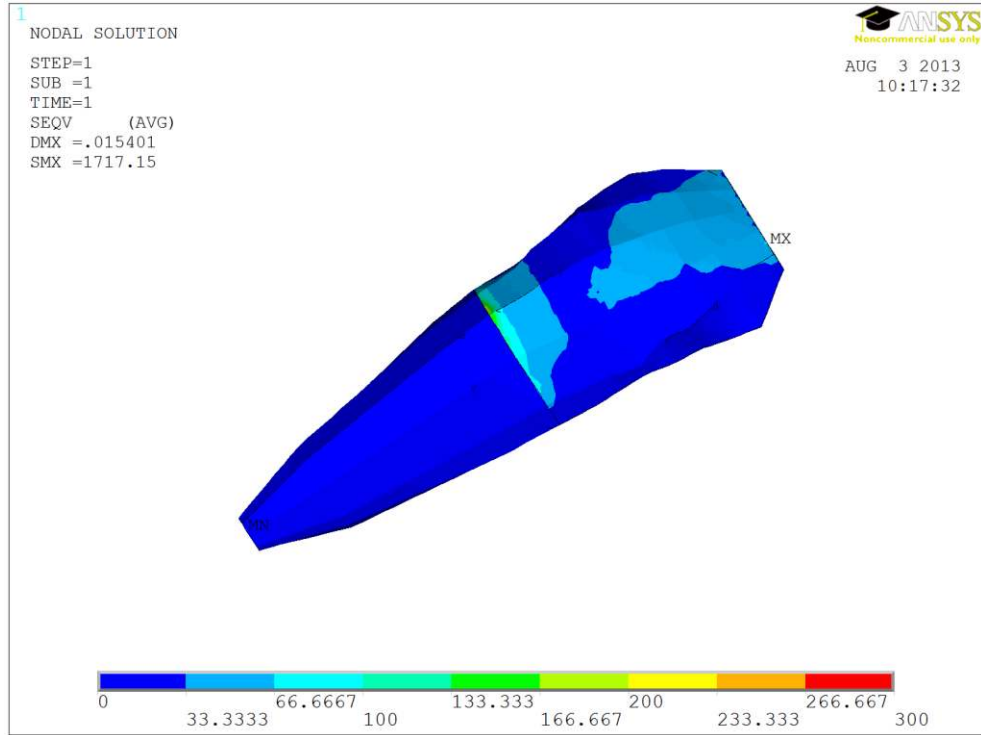
Şekil 46: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.2.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları

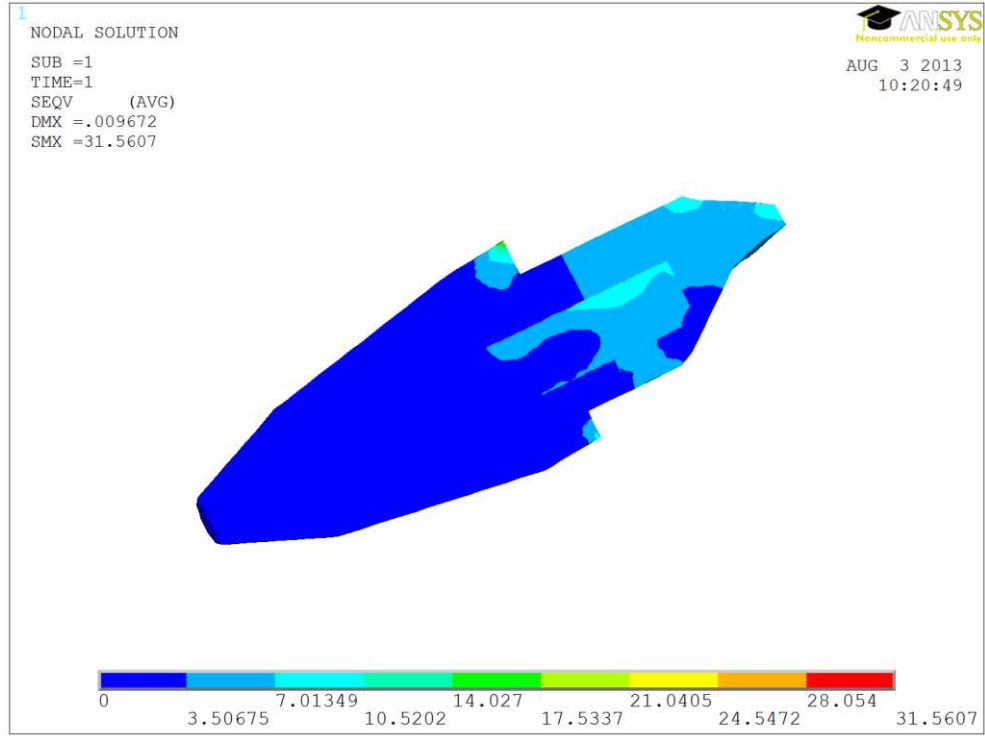
Şekiller 47-50 Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 uygulanan harabiyetsiz bir dişin sırasıyla insizal görünümünden toplam deformasyonunu, tüm dişin von Mises gerilmelerini ve kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka bölgelerine ait von Mises gerilmelerini vermektedir.



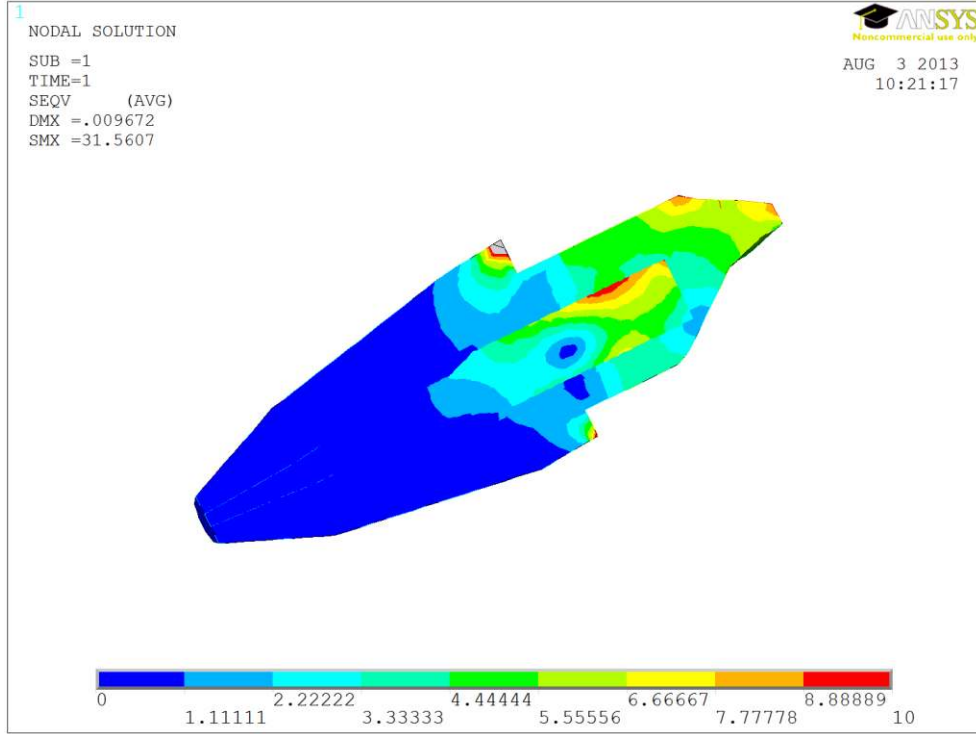
Şekil 47: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv resin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 48: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



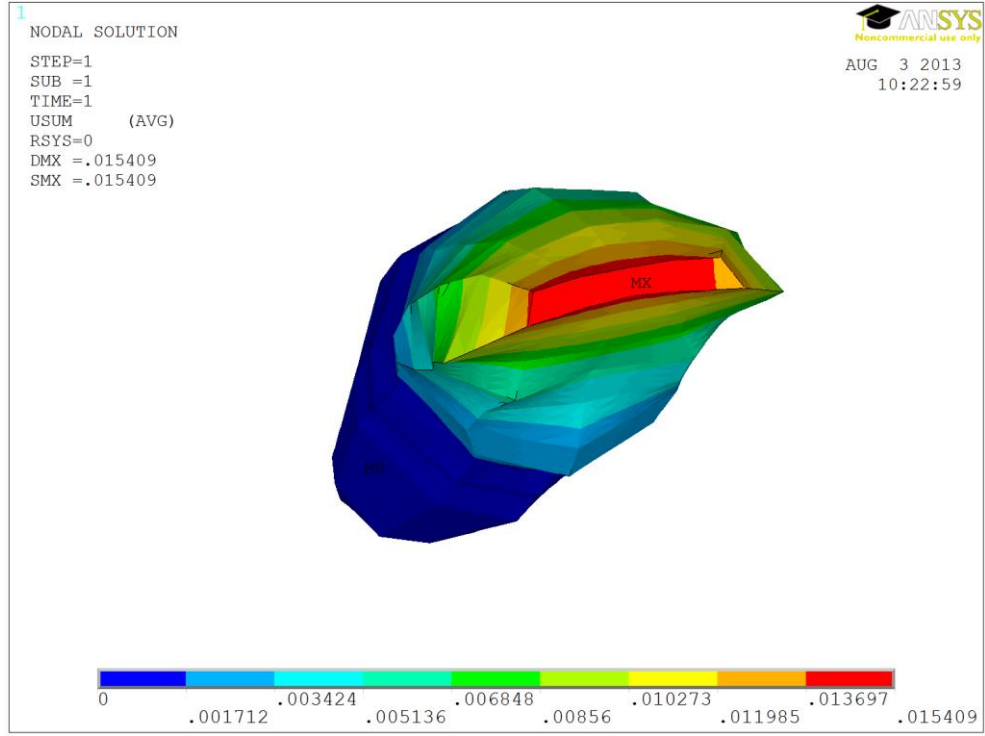
Şekil 49: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



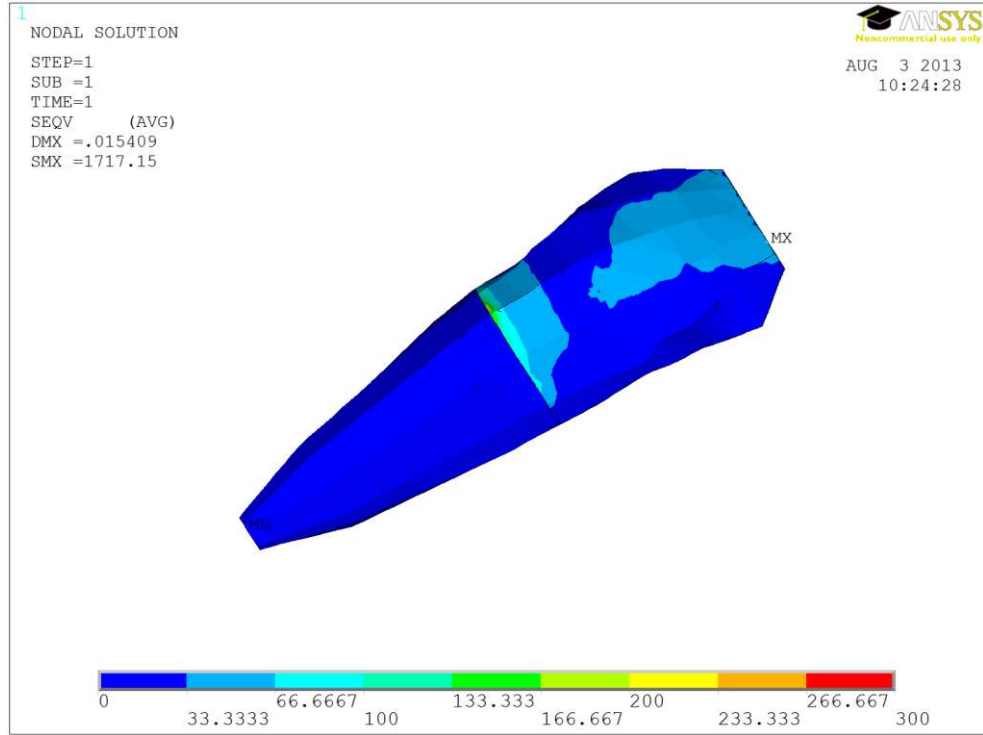
Şekil 50: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.2.3. Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları

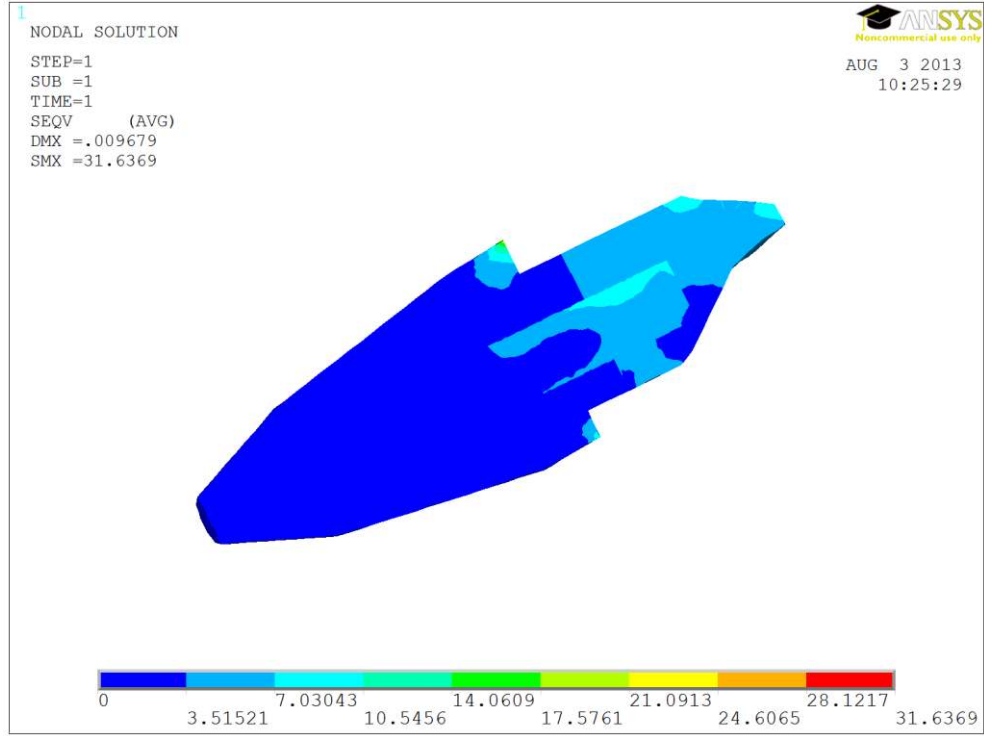
Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 uygulanan harabiyetsiz bir dişin insizal görünümünden toplam deformasyonunu, tüm dişin von Mises gerilmeleri ve kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka bölgelerine ait von Mises gerilmeleri ise sırasıyla Şekiller 51-54' te sunulmuştur.



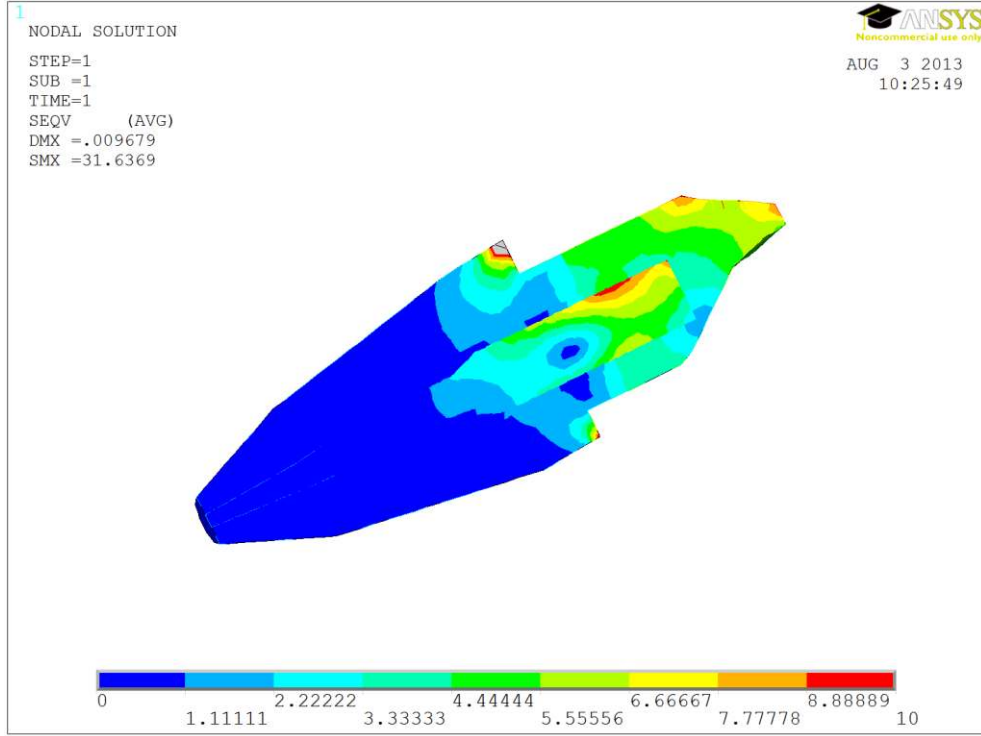
Şekil 51: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 52: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 53: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 54: Aestheti-Plus Post™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

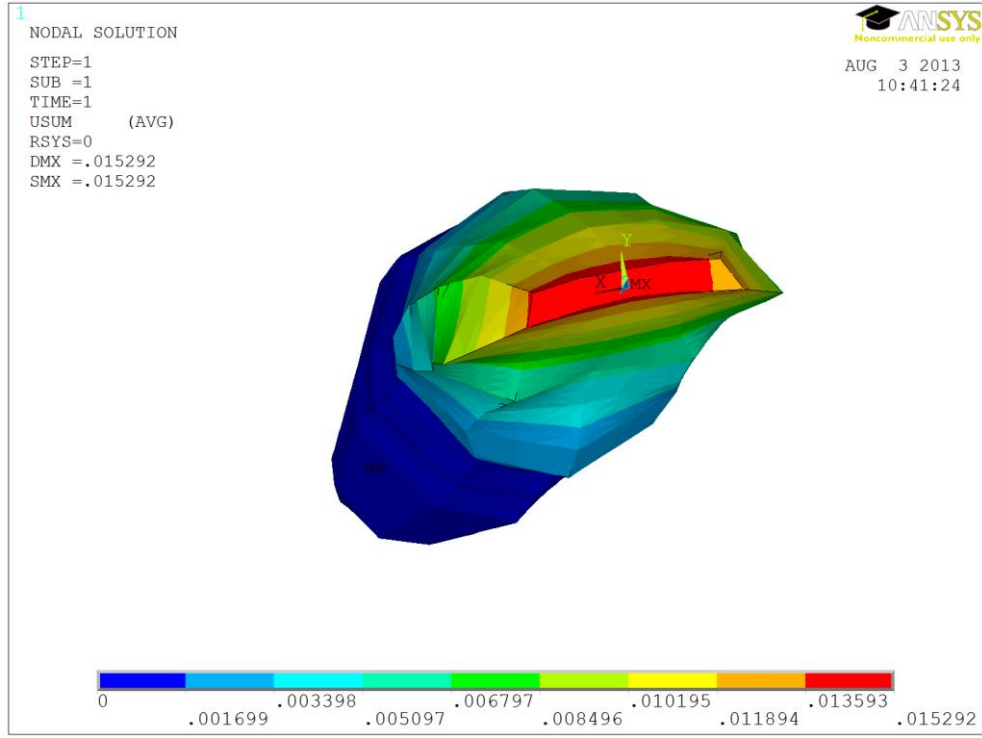
Aestheti-Plus Post™ uygulamalarına ait deformasyon ve gerilme analizi sonuçları, Light-Post™ uygulamalarına ait aynı adeziv kullanılan sonuçlarla karşılaştırıldığında, aralarında belirgin farklar gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte Aestheti-Plus Post™ uygulamalarında, güvenli sınırlar içinde kalmak koşuluyla, Light-Post™ uygulamalarına göre çok hafif artışlar görülmüştür.

4.3. Harabiyetsiz Dişte RelyX™ Fiber Post Uygulamaları

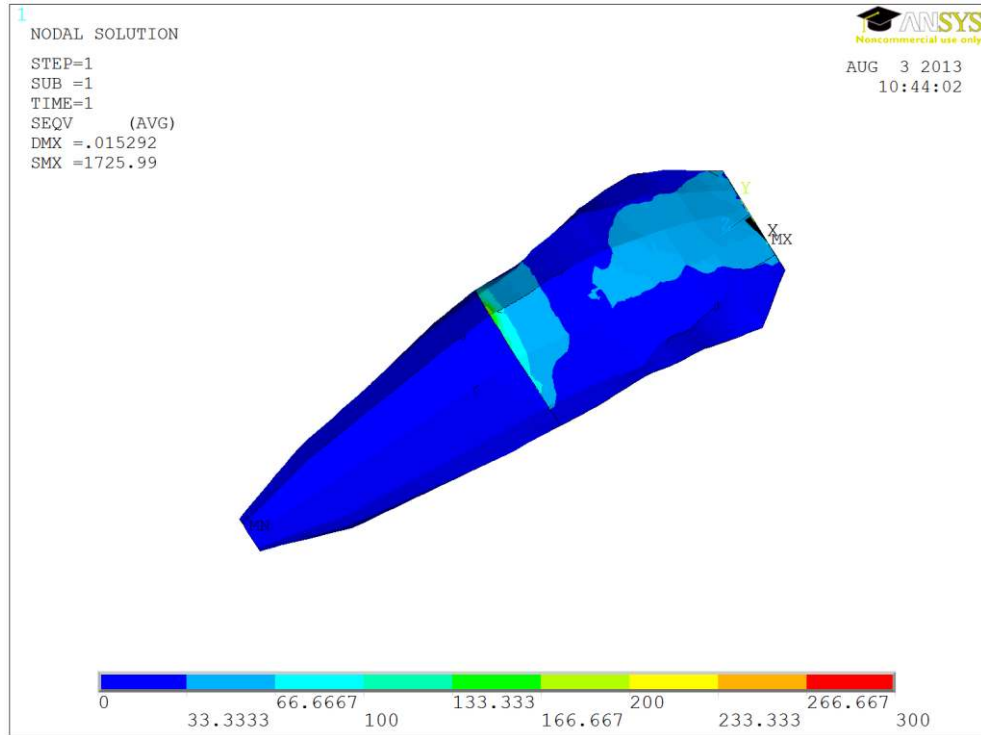
Çalışmanın bu kısmında harabiyetsiz diş RelyX™ Fiber Post uygulandığı düşünülmüş ve sırasıyla Clearfil™ SA Cement, Panavia™ F 2.0 ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulamaları değerlendirilmiştir.

4.3.1. RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları

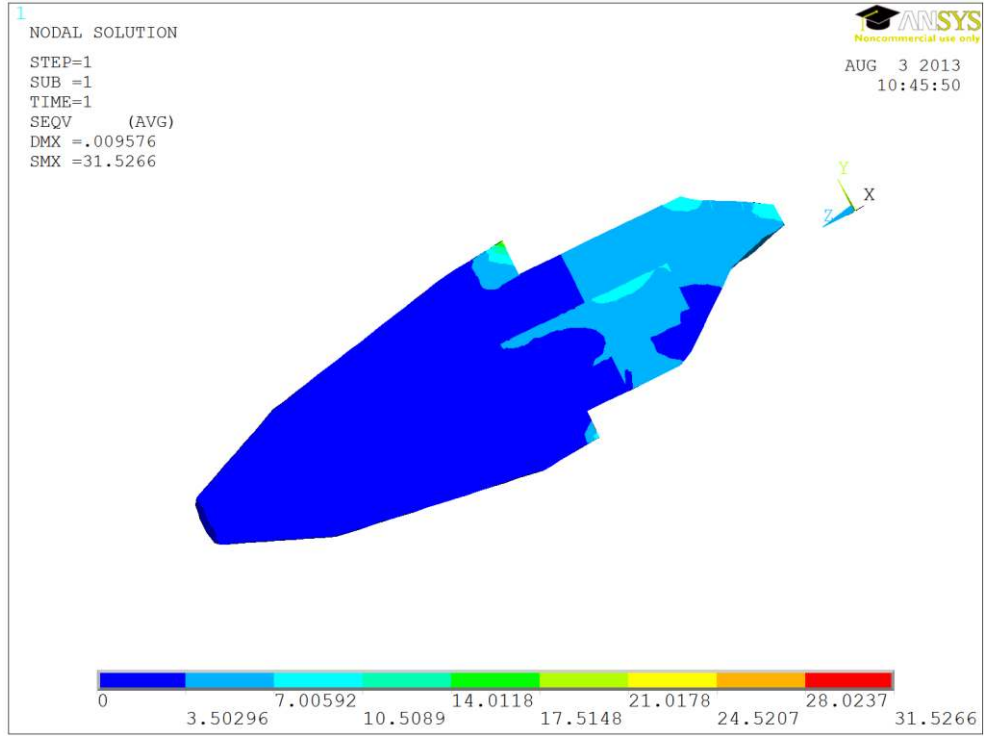
Şekiller 55-58, RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulanan harabiyetsiz dişin sırasıyla toplam deformasyonunu, tüm dişin von Mises gerilmelerini ve dişin iç kısımlarında olan kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka bölgelerine ait von Mises gerilmelerini göstermektedir.



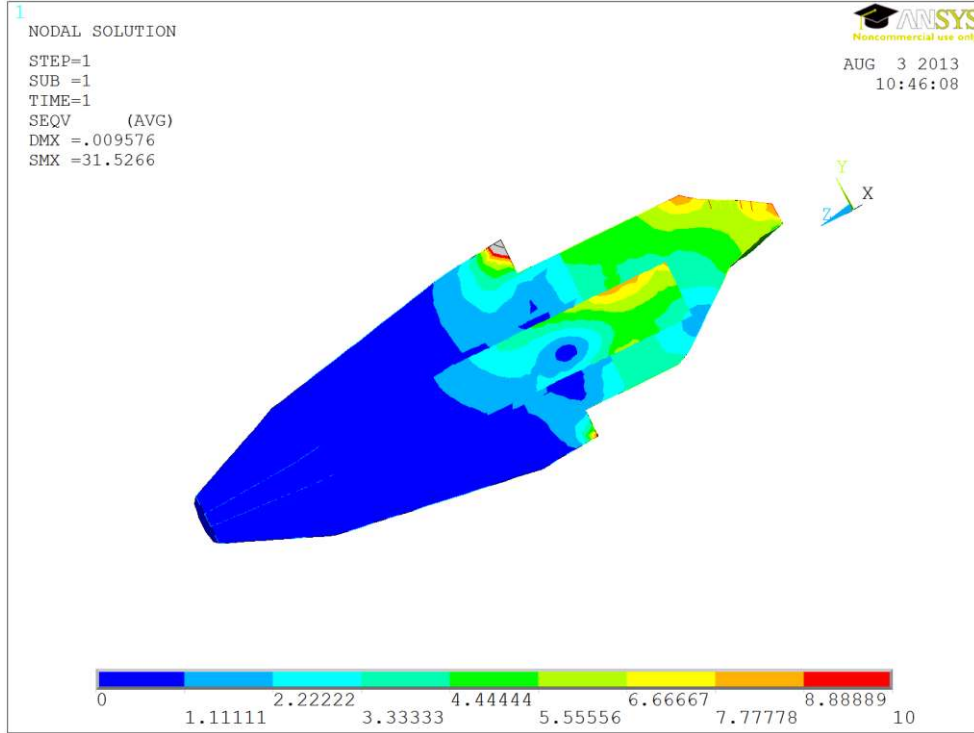
Şekil 55: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 56: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



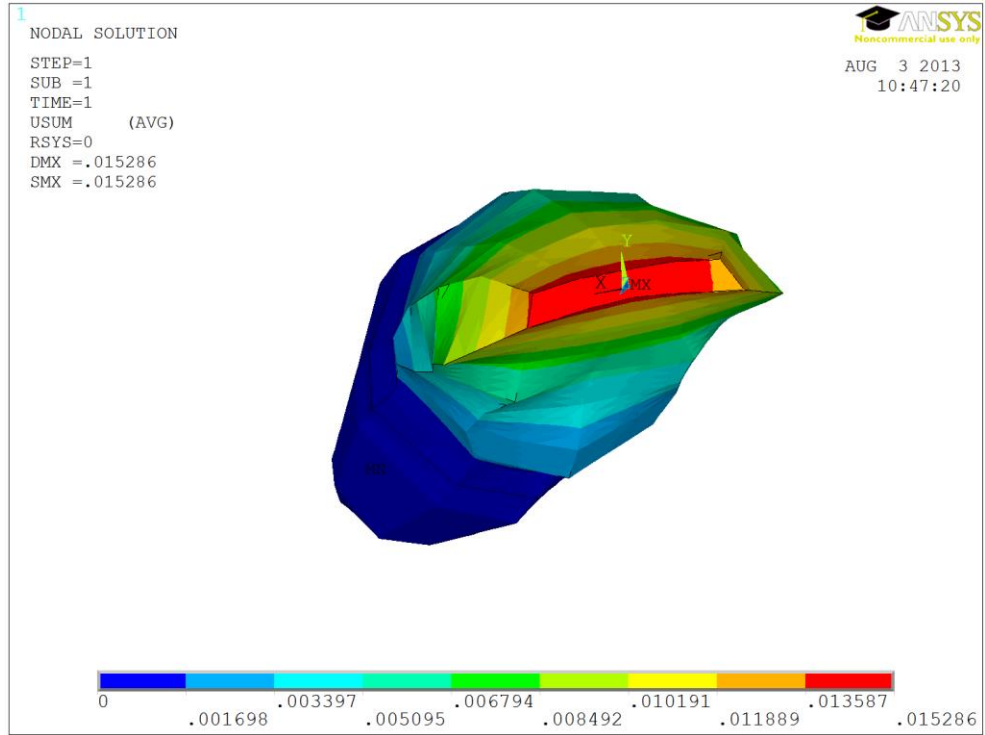
Şekil 57: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



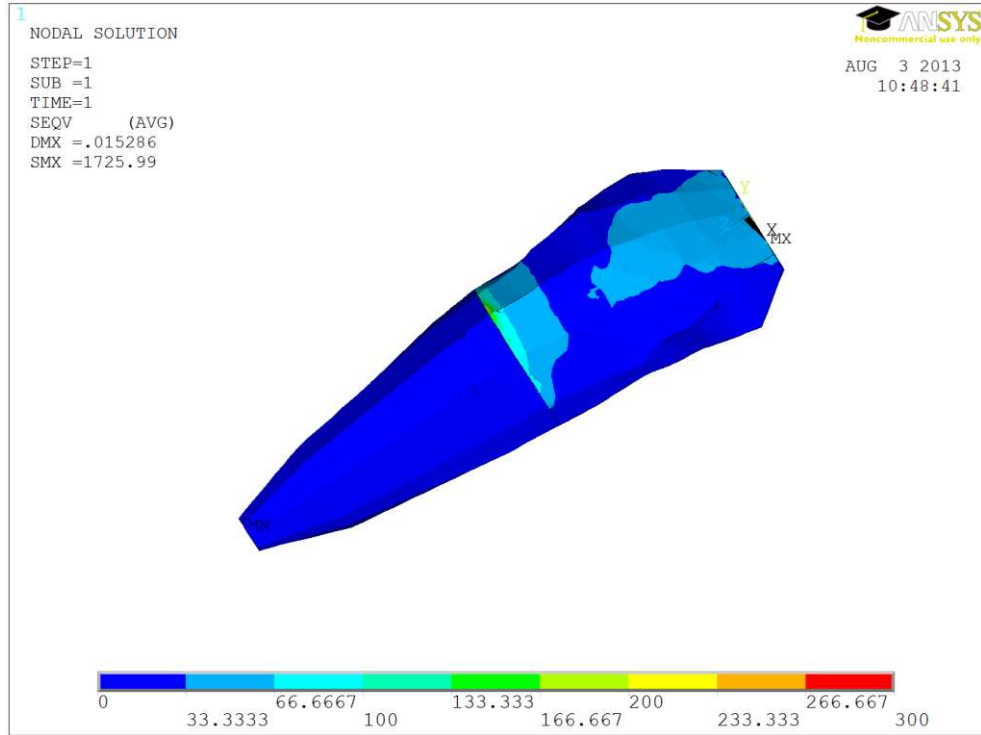
Şekil 58: RelyX™ Fiber Post ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.3.2. RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları

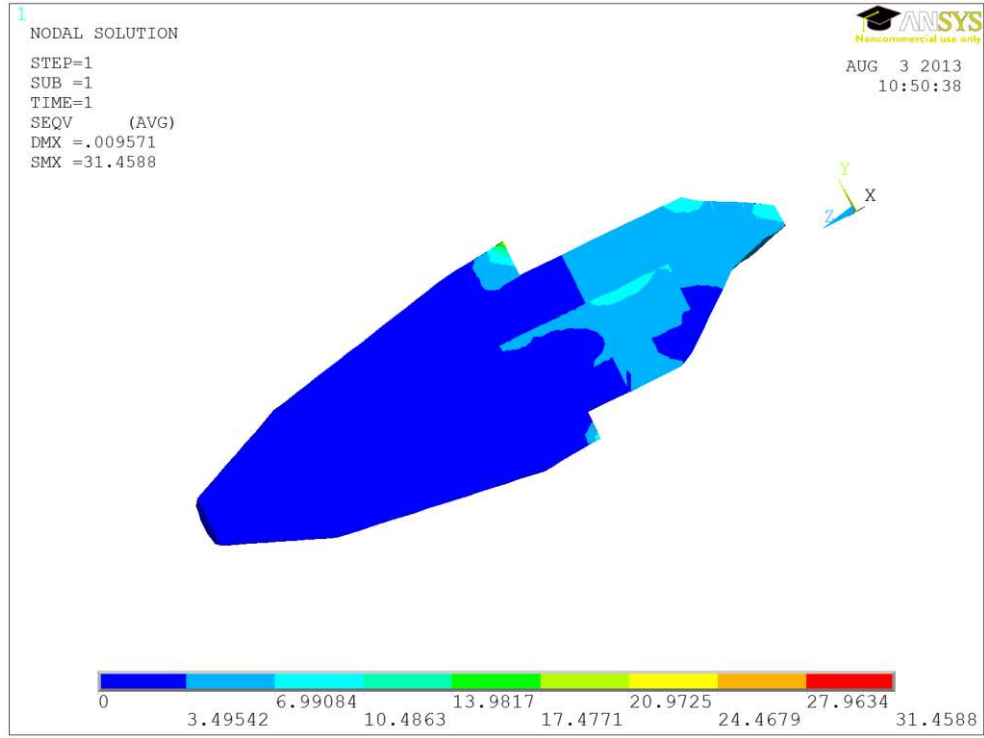
Şekiller 59-62 RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulanan harabiyetsiz dişin deformasyon ve gerilme sonuçlarını göstermektedir.



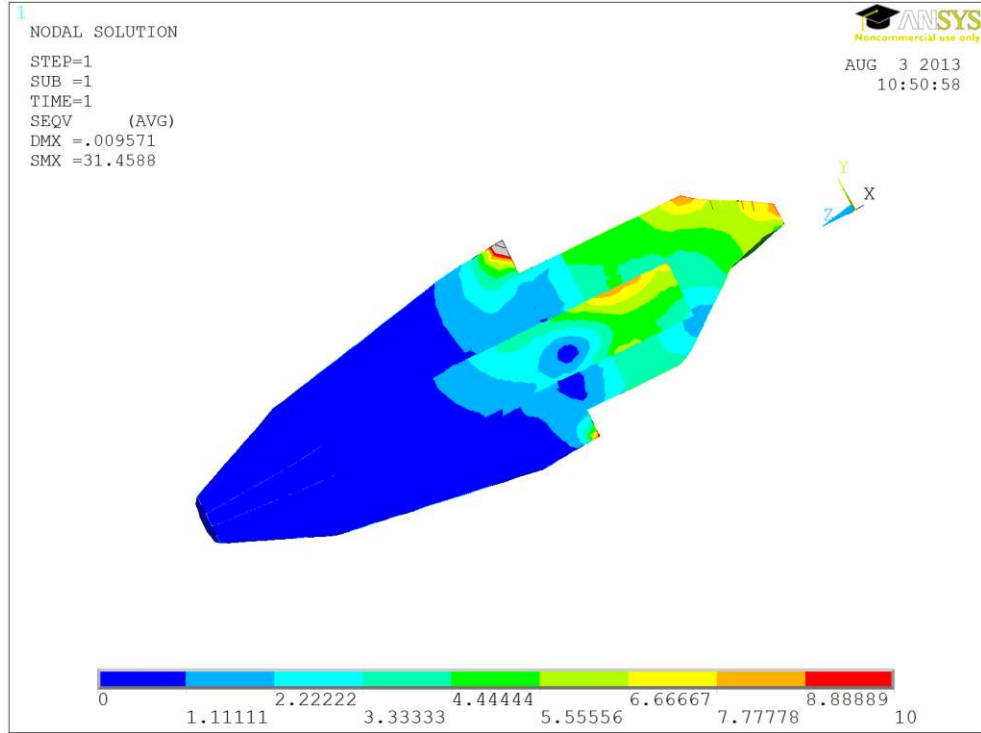
Şekil 59: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 60: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



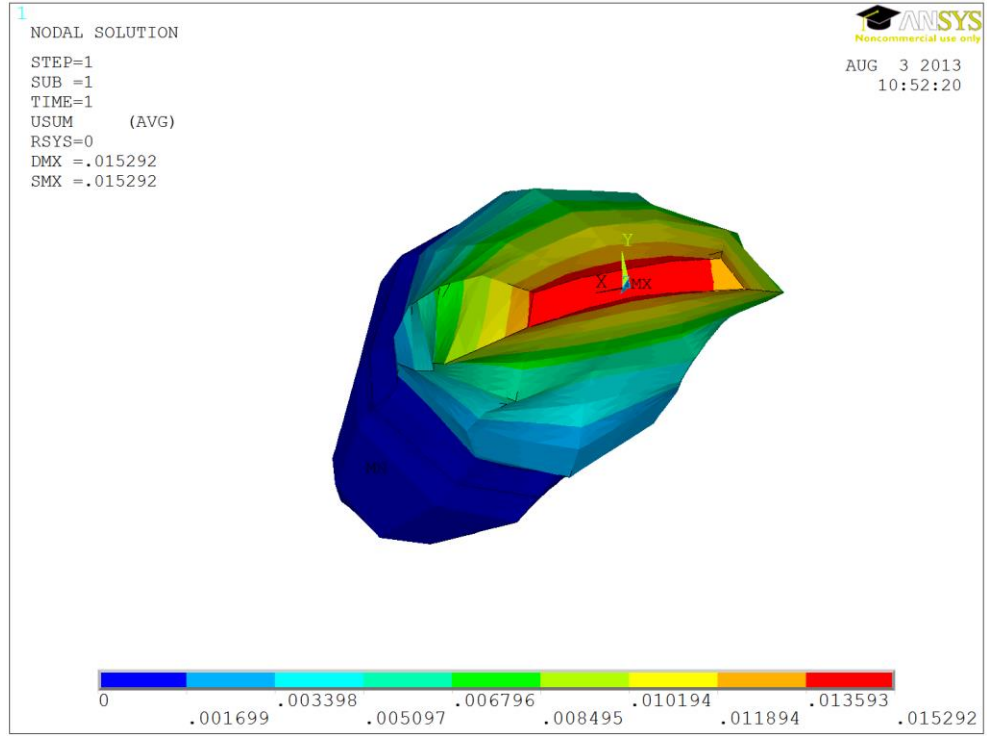
Şekil 61: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



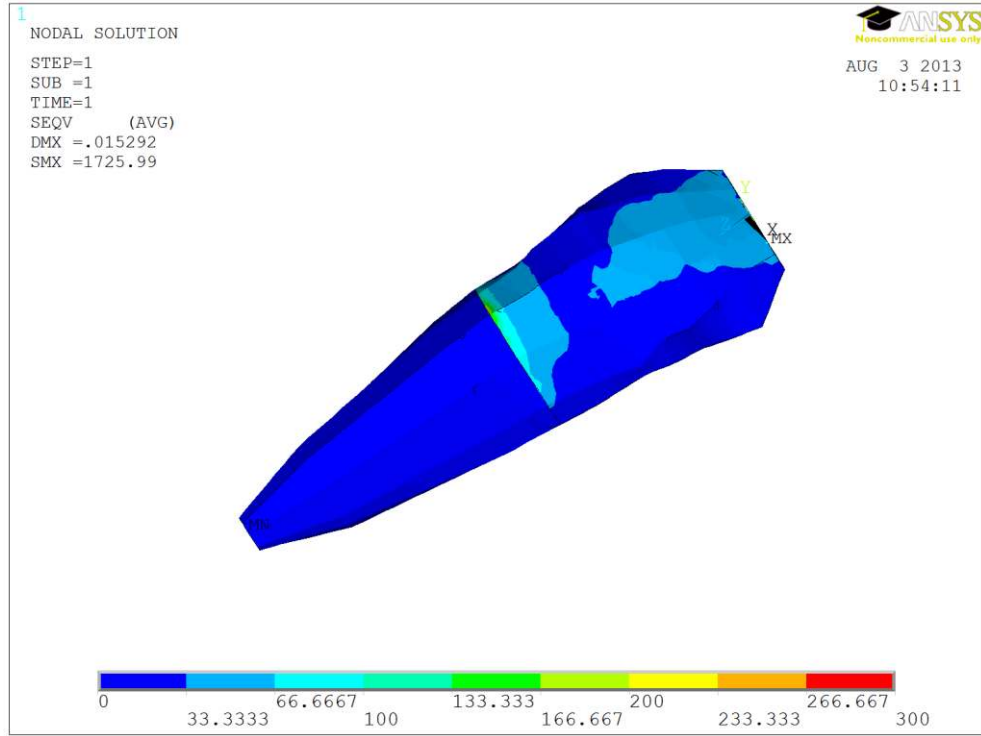
Şekil 62: RelyX™ Fiber Post ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.3.3. RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları

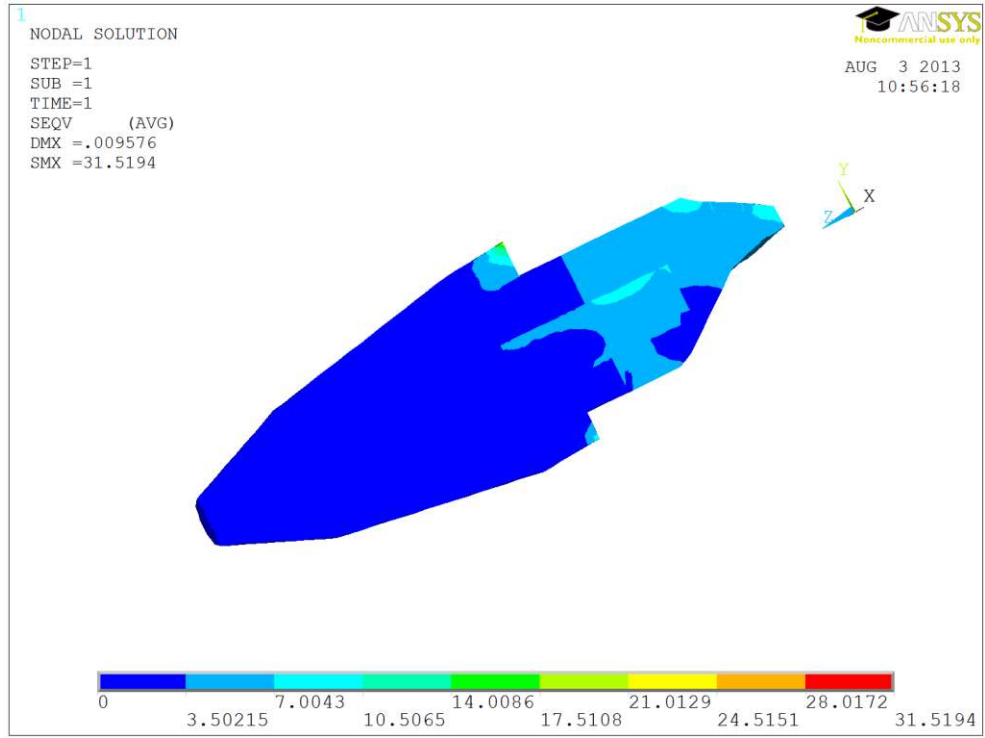
Bu bölümde RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulamaları da incelenmiş ve sonuçları Şekiller 63-66 de gösterilmiştir.



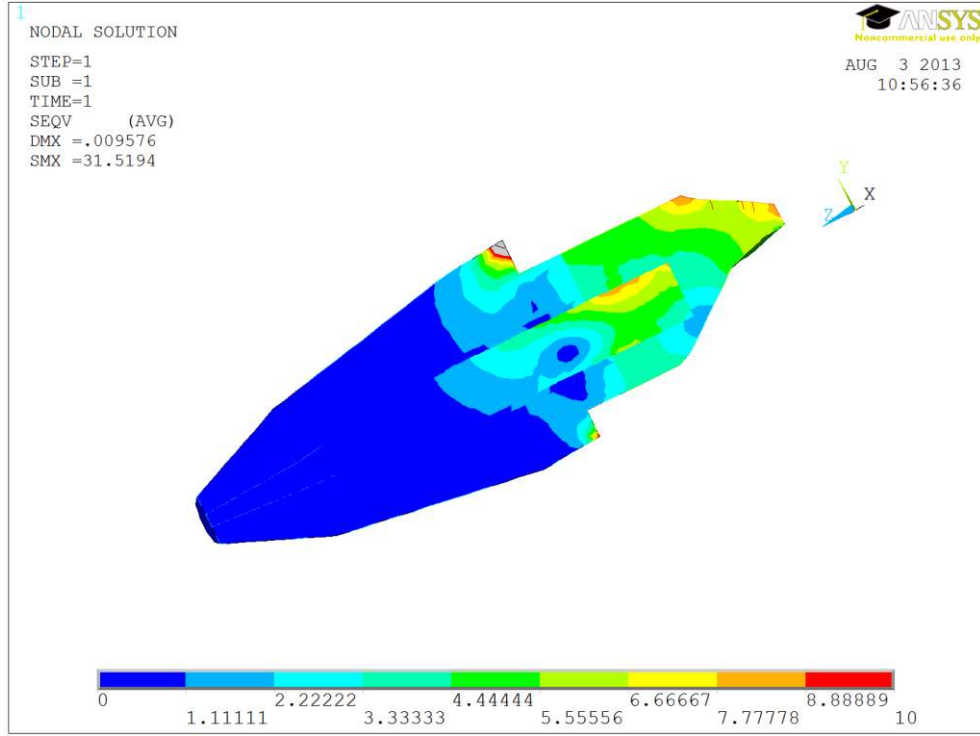
Şekil 63: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 64: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 65: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 66: RelyX™ Fiber Post ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

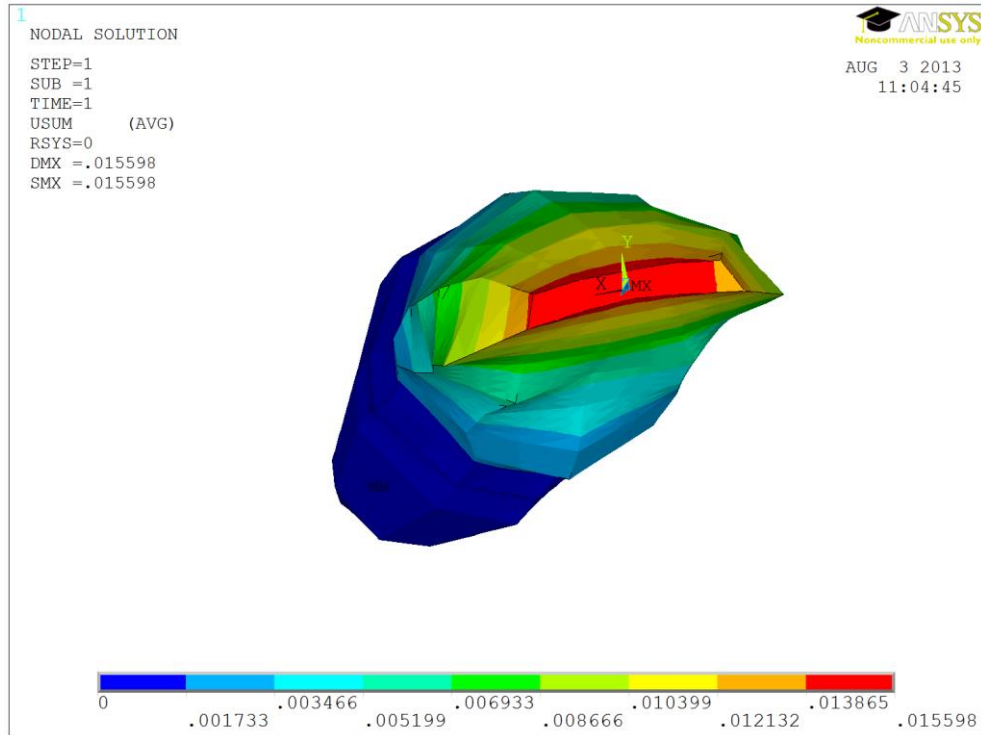
RelyX™ Fiber Post uygulamalarında belirlenen deformasyon ve gerilme değerleri gerek nitelik gerekse de nicelik olarak, daha önce incelenen, Light-Post™ ve Aestheti-Plus Post™ uygulamalarından belirgin farklar göstermemiştir.

Bununla birlikte elastikiyet modülleri birbirine yakın olduğu için RelyX™ Fiber Post ve Aestheti-Plus Post™ değerleri ve gerilme dağılımları daha fazla uyum göstermektedir.

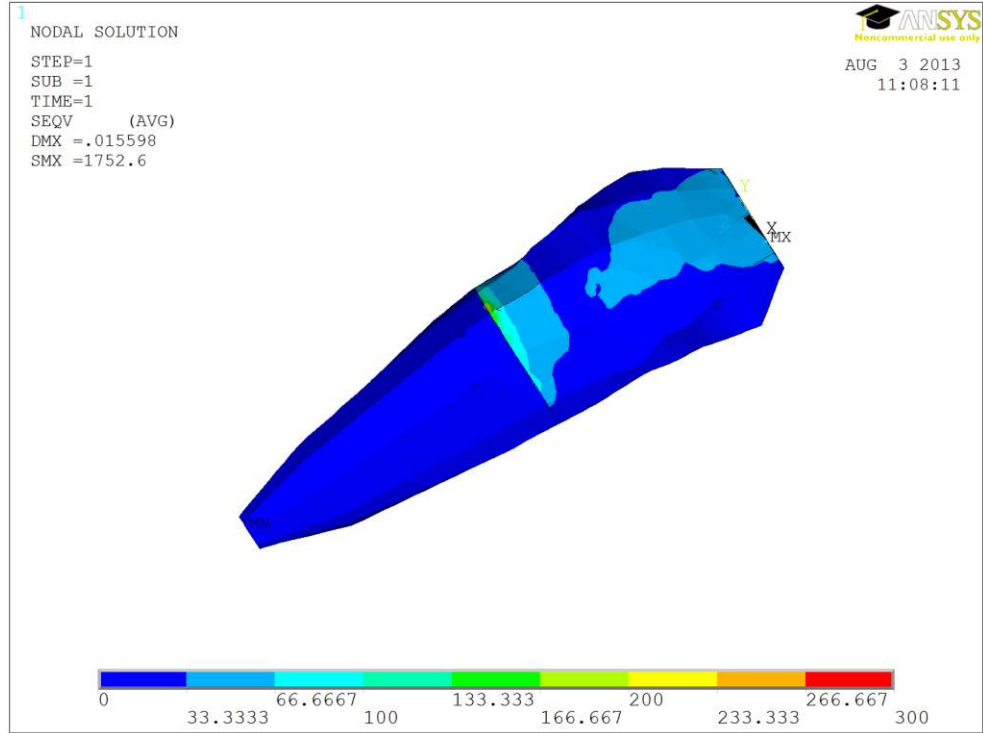
4.4. Harabiyetsiz Dişte D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ Uygulamaları

4.4.1. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları

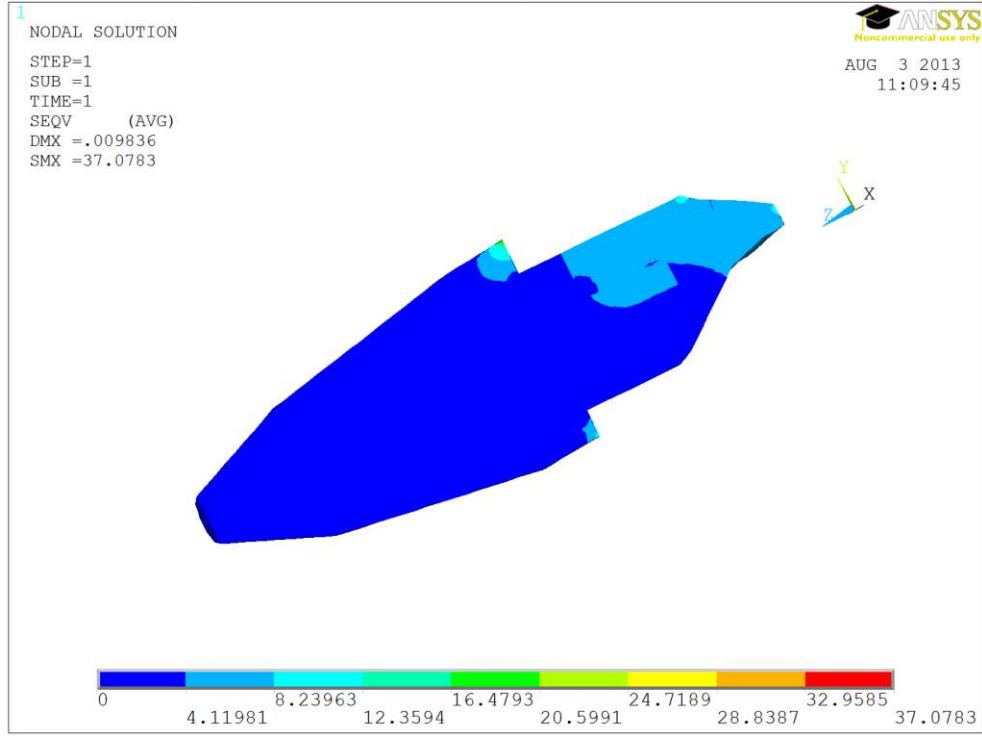
Diğer post uygulamalarıyla aynı sistemiği sağlamak açısından ilk önce Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulandığı varsayılmış ve ilgili sonuçlar Şekiller 67-70' de verilmiştir.



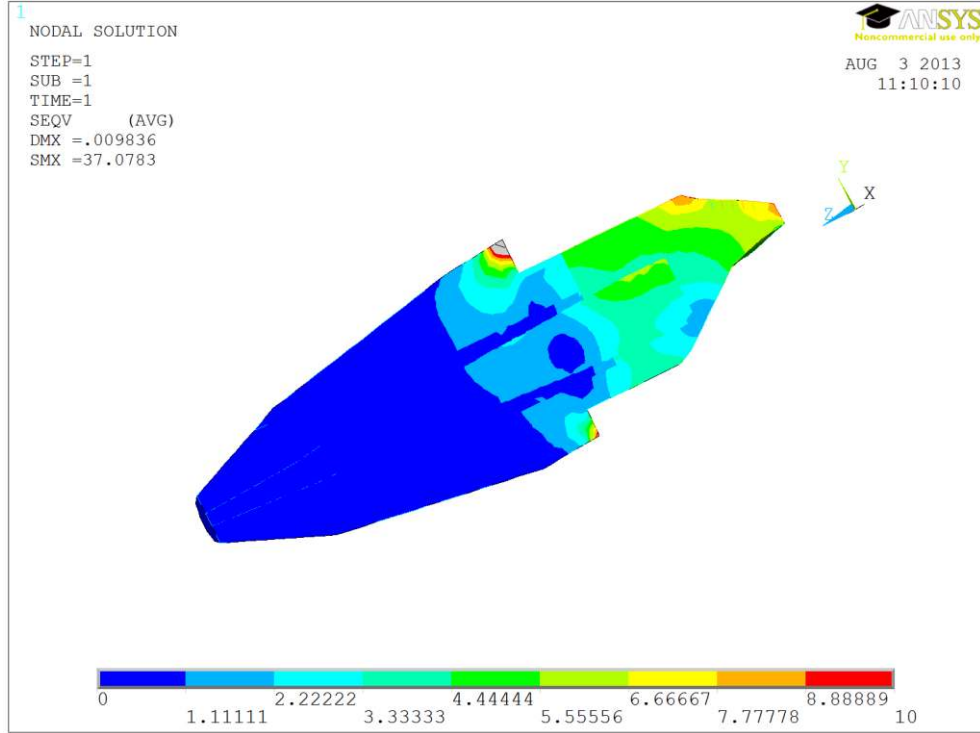
Şekil 67: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 68: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



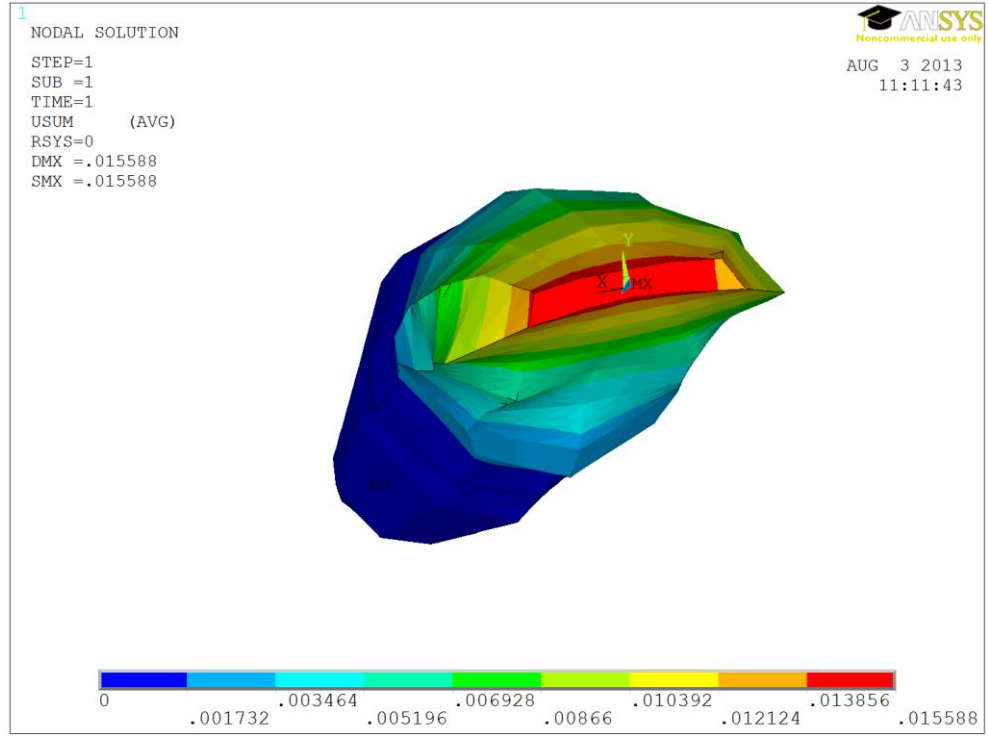
Şekil 69: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



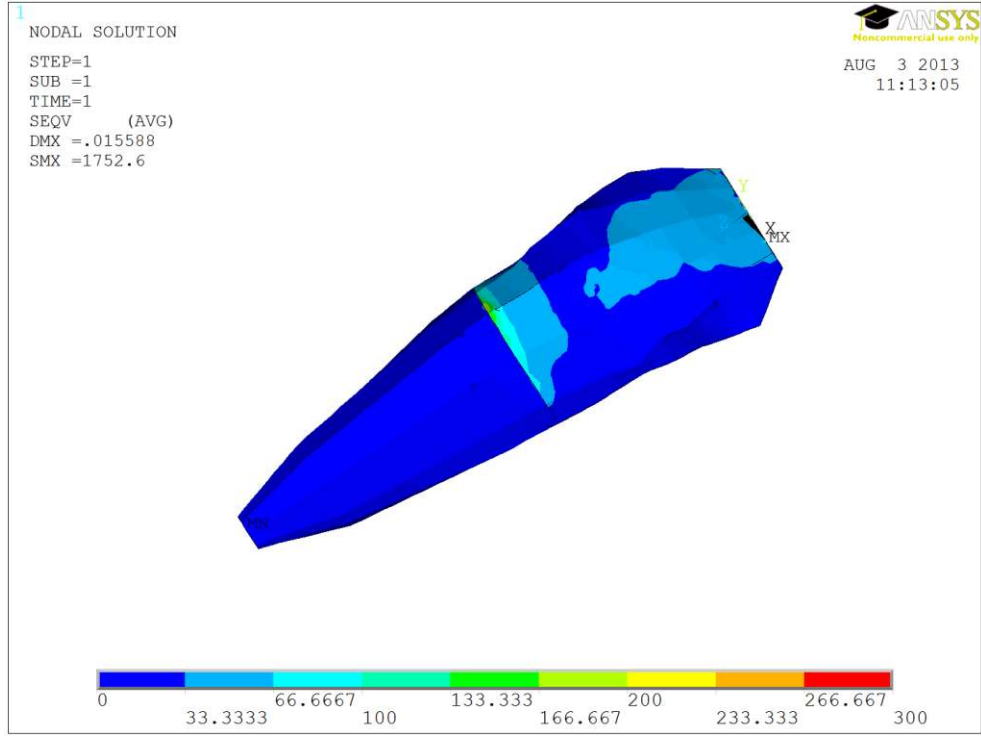
Şekil 70: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.4.2. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları

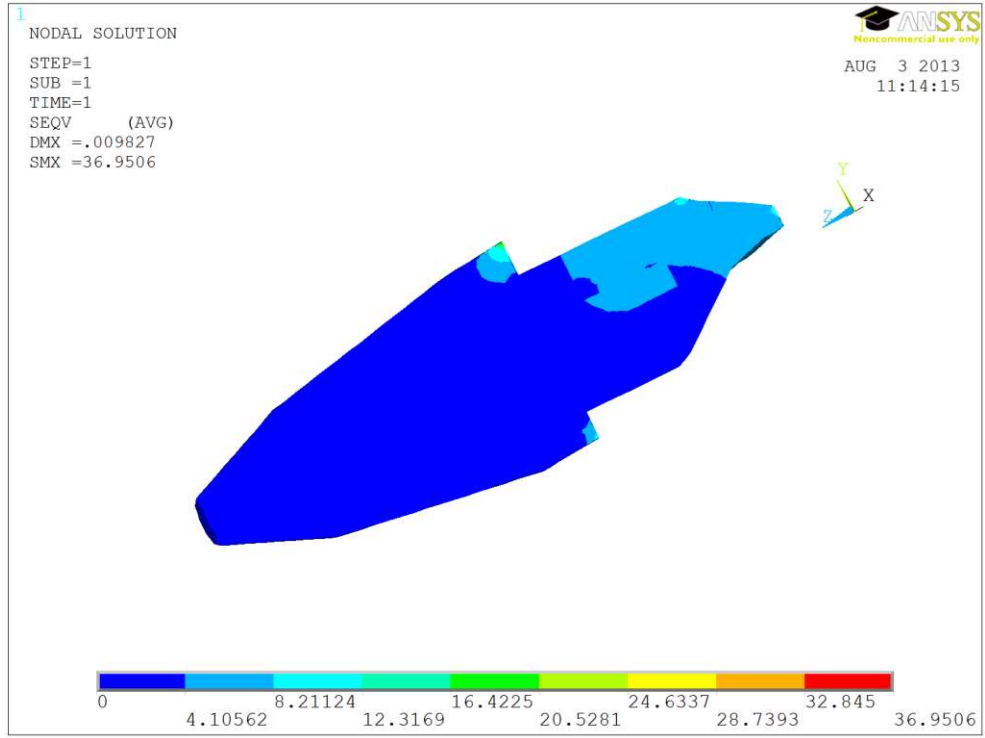
D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulamalarının sonuçları Şekiller 71-74' de verilmiştir.



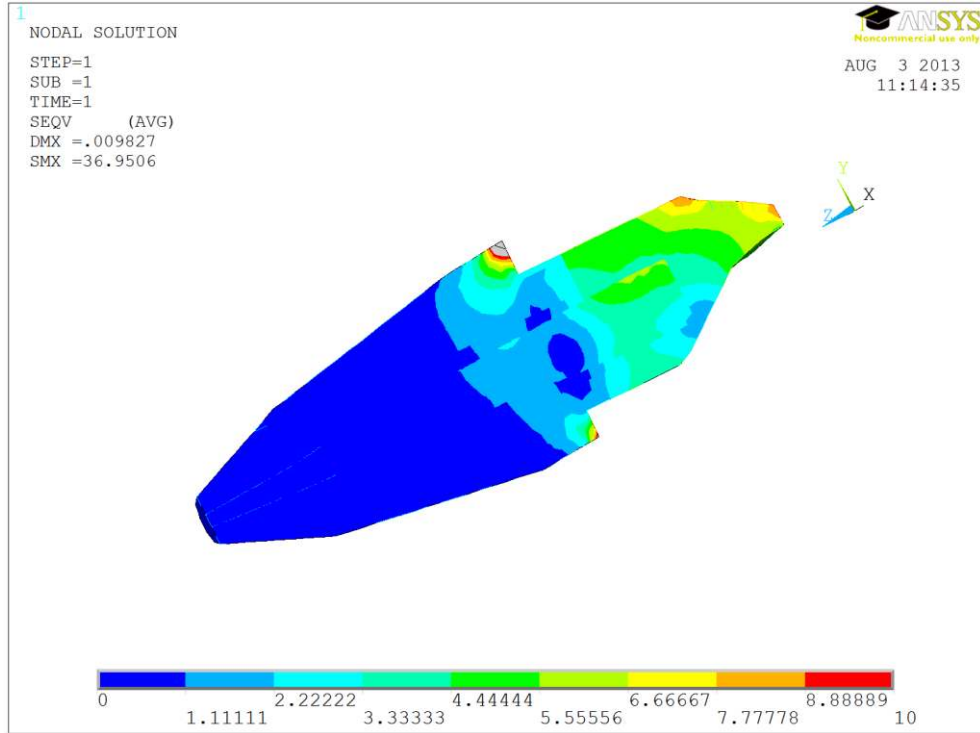
Şekil 71: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 72: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



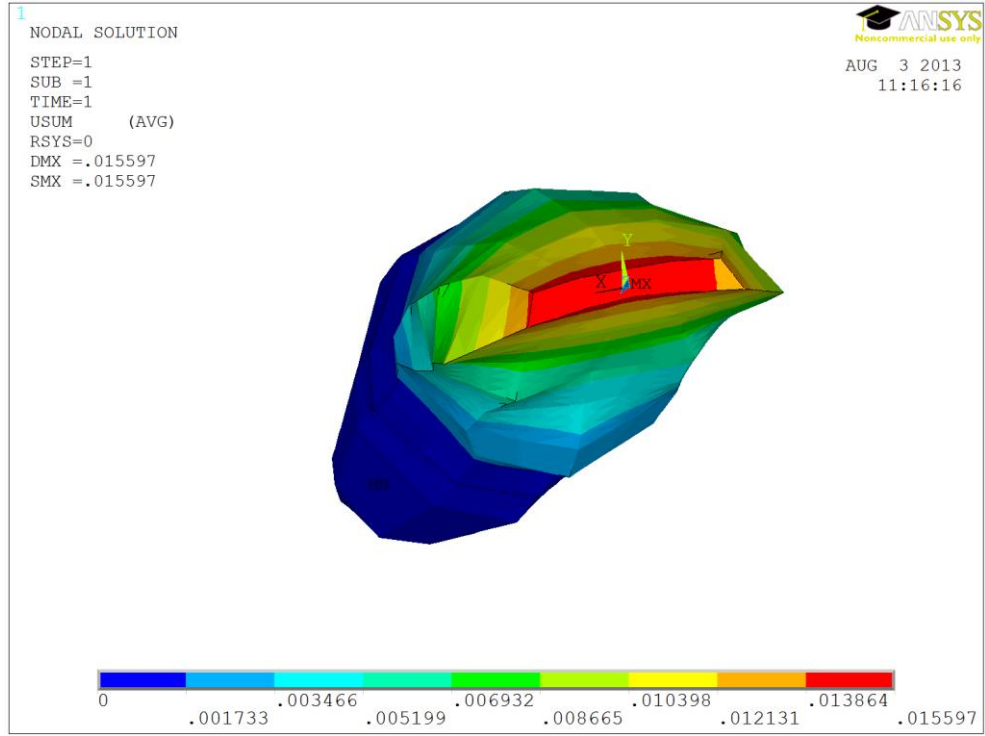
Şekil 73: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



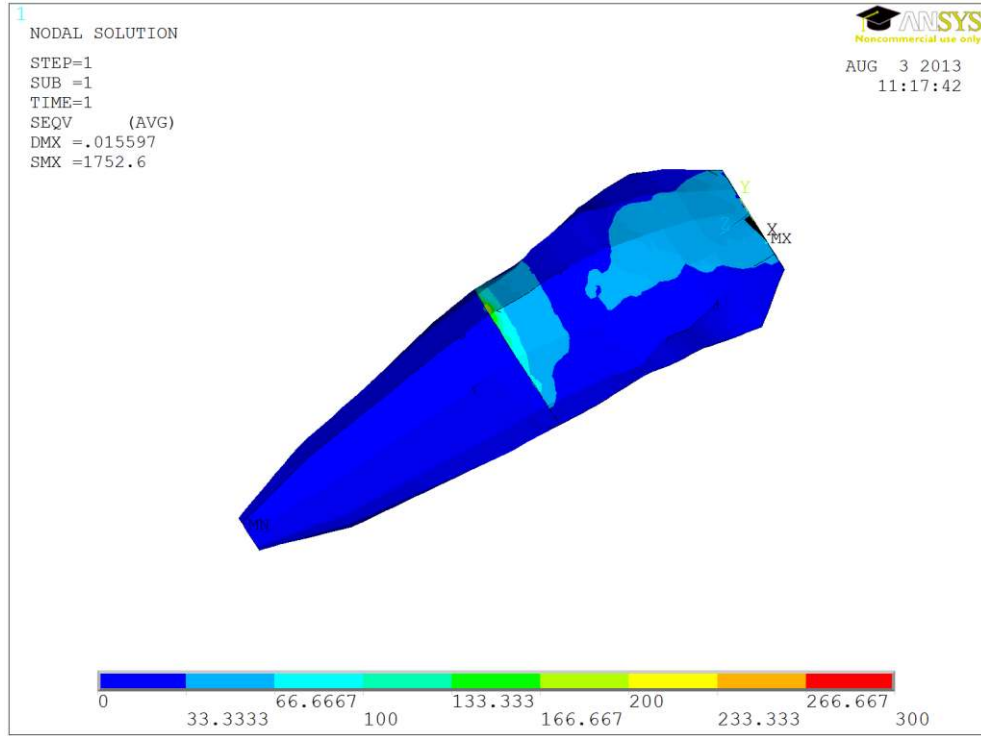
Şekil 74: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.4.3. D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Relyx™ Unicem 2 Uygulamaları

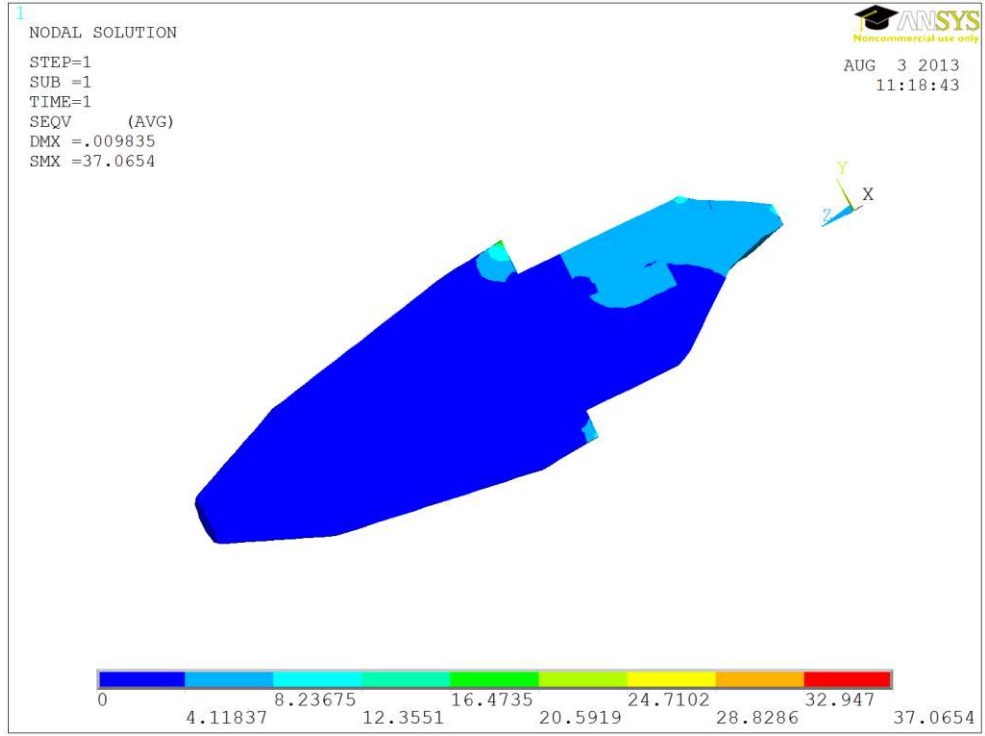
D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Relyx™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulamalarına ait değerler de Şekiller 75-78' de gösterilmiştir.



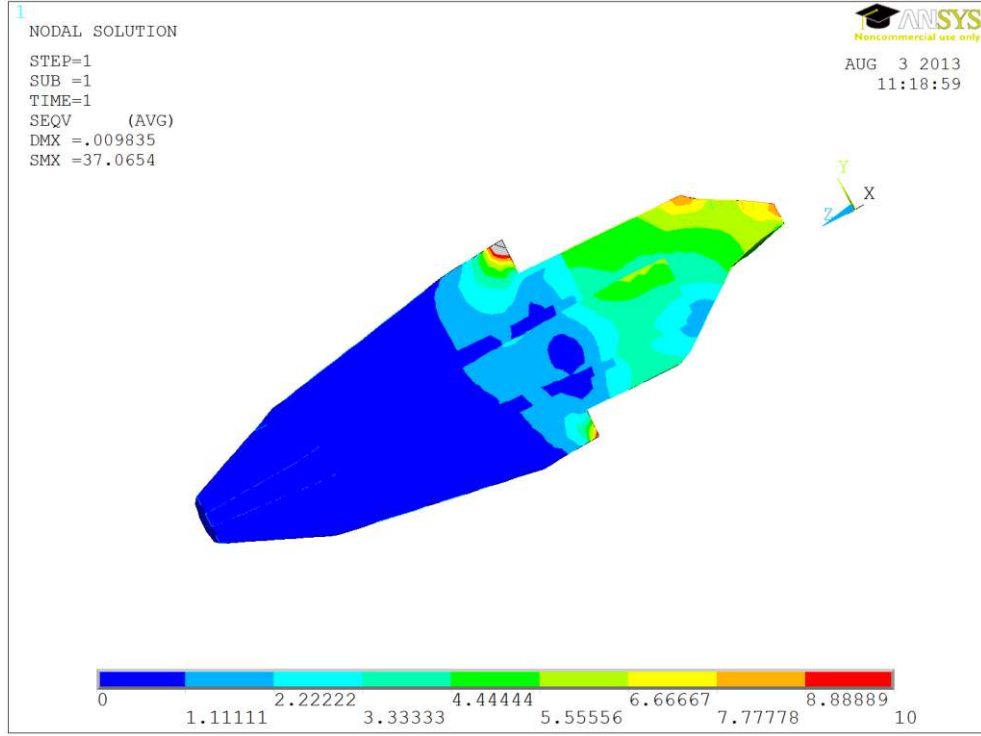
Şekil 75: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 76: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 77: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



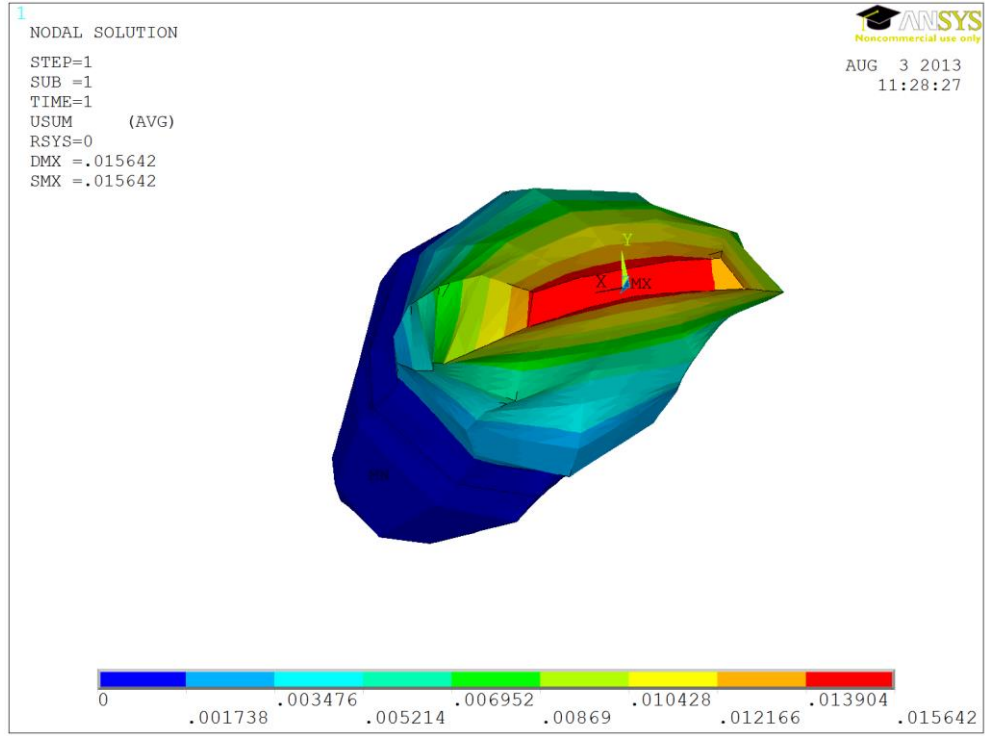
Şekil 78: D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

Oluşan maksimum gerilmeler değerlendirildiğinde D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ sonuçlarının Light-Post™ sonuçları ile daha fazla uyum gösterdiği belirlenmiştir. Burada her iki postun elastikiyet modülü değerlerinin yakın olmasının temel faktör olduğu düşünülmektedir.

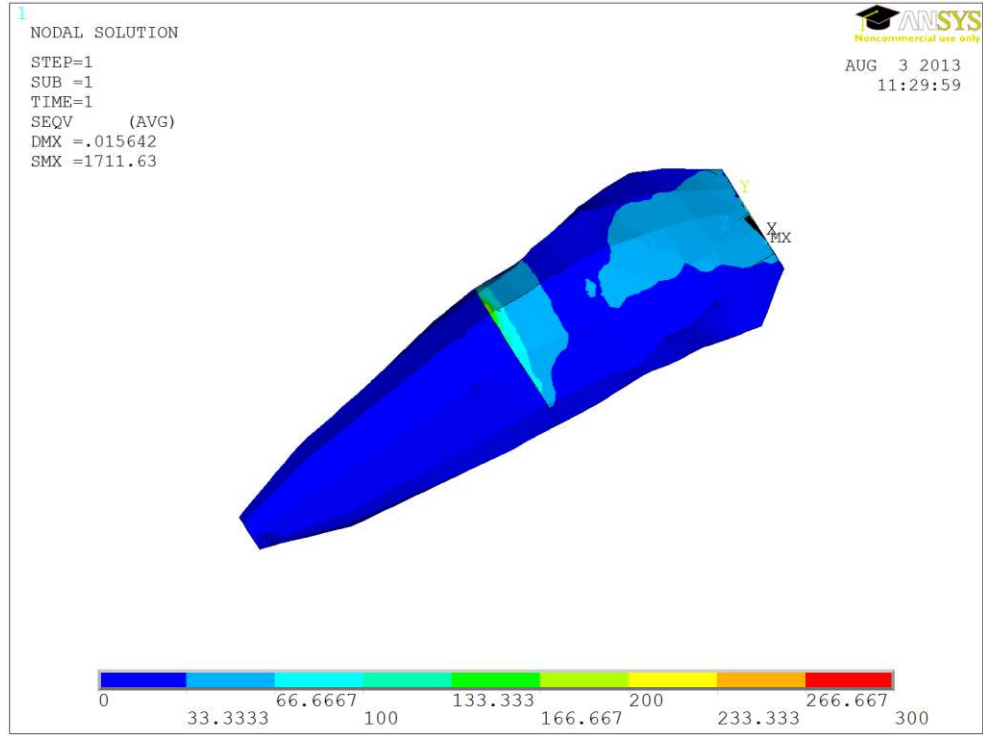
4.5. Harabiyetsiz Dişte Snowpost Uygulamaları

4.5.1. Snowpost ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları

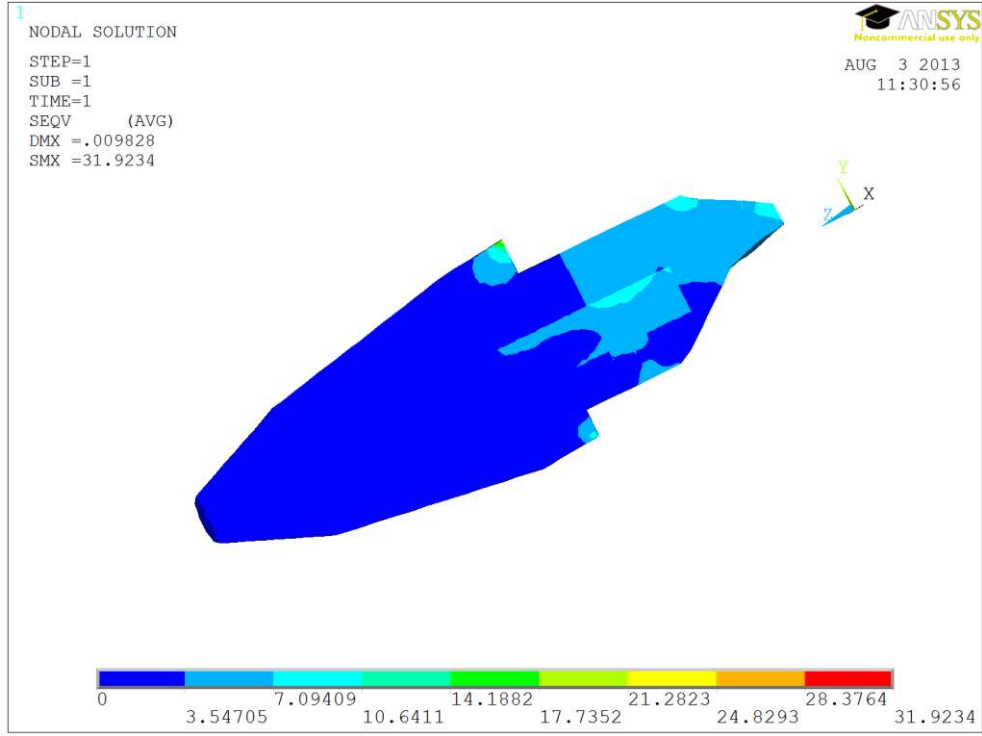
Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulamalarının sonuçları Şekiller 79-82' de verilmiştir.



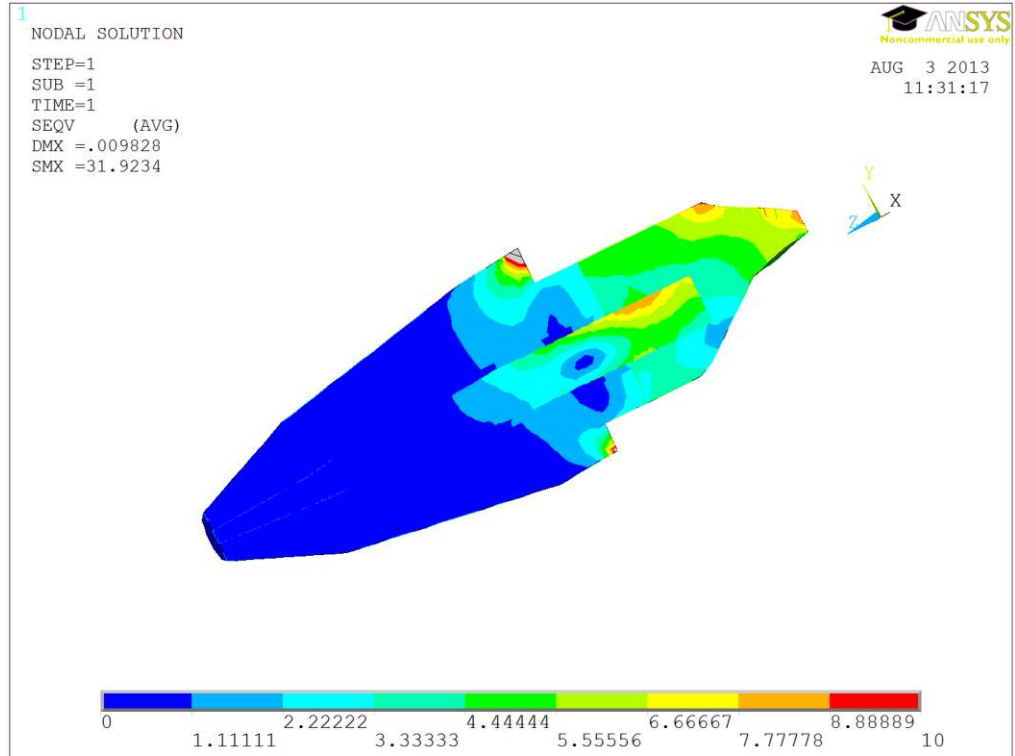
Şekil 79: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 80: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



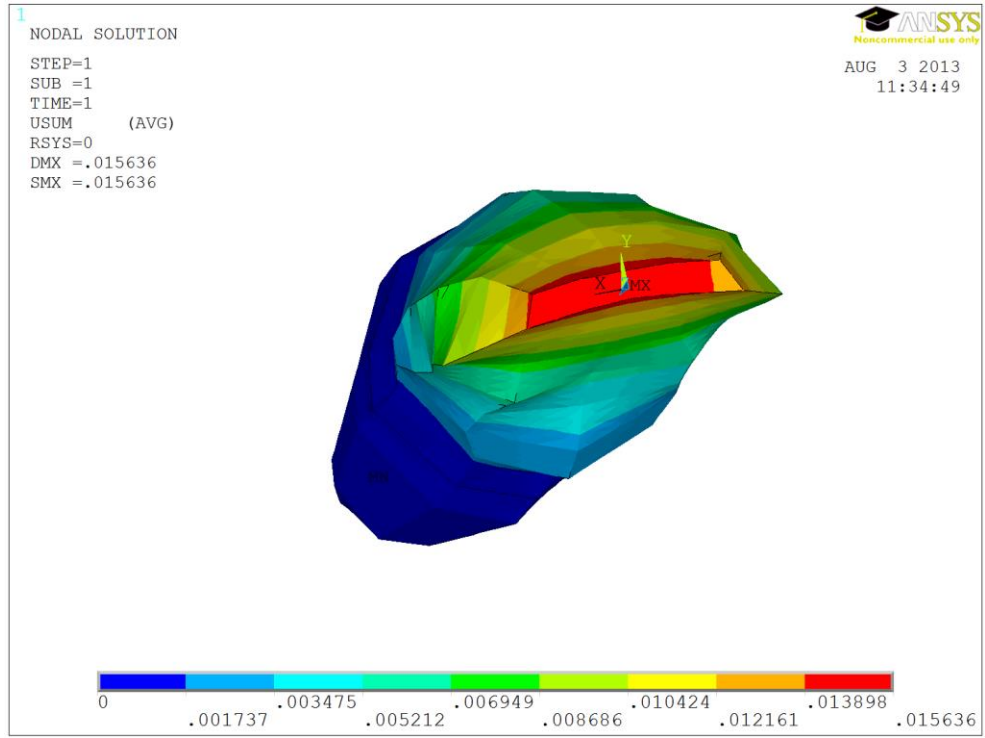
Şekil 81: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



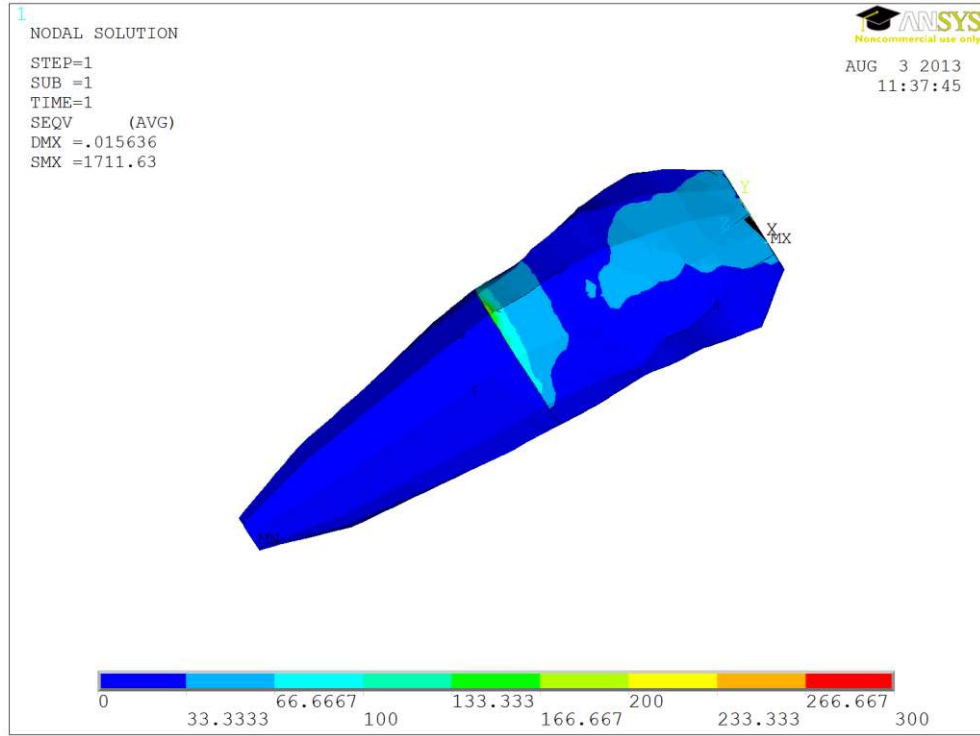
Şekil 82: Snowpost ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.5.2. Snowpost ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları

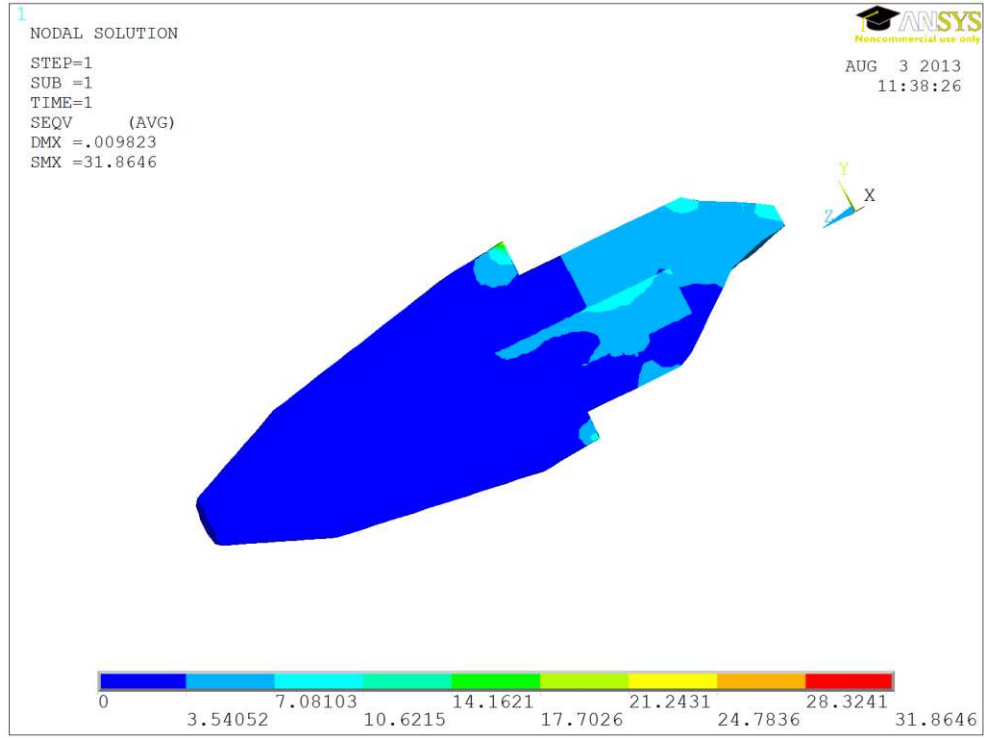
Şekiller 83-86 Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulamalarının sonuçlarını göstermektedir.



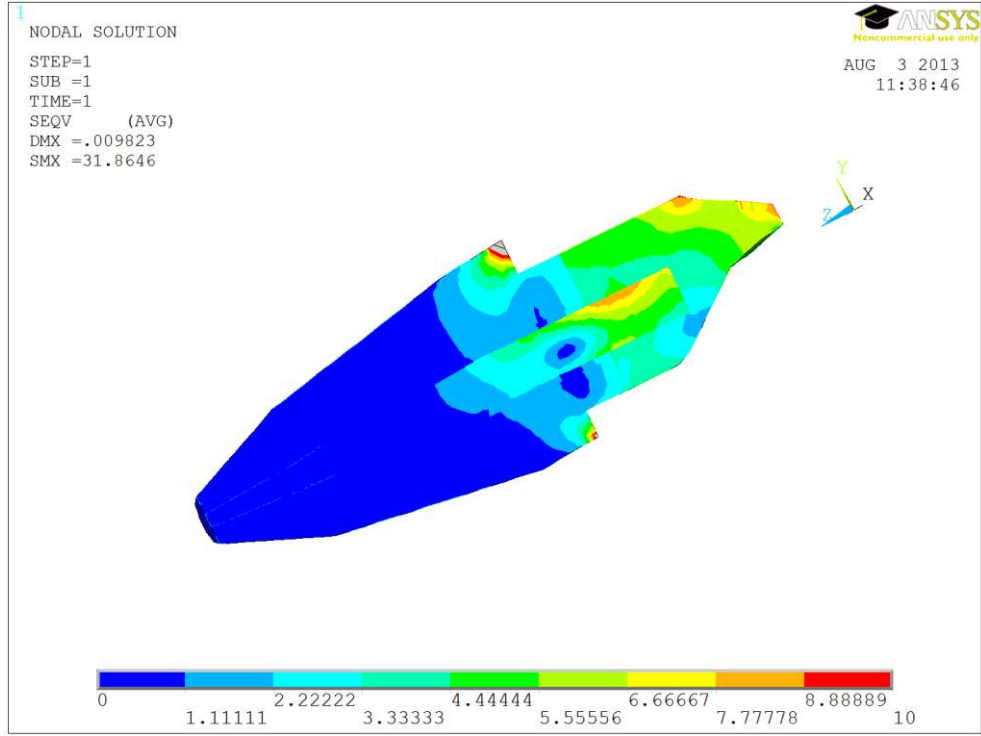
Şekil 83: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv resin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 84: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



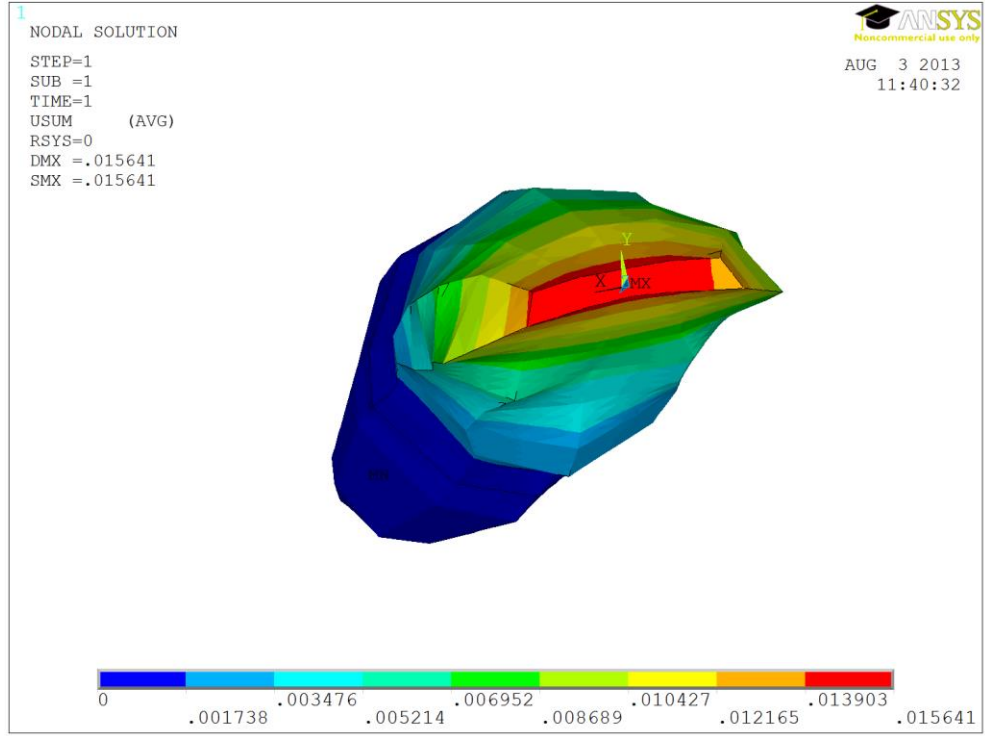
Şekil 85: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



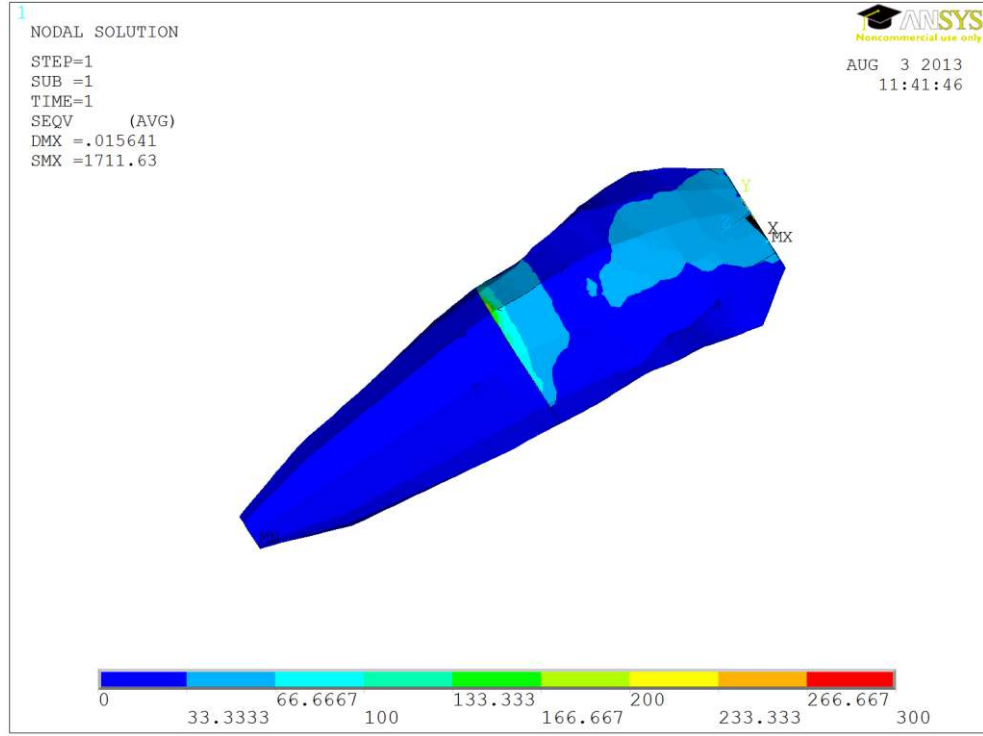
Şekil 86: Snowpost ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü

4.5.3. Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 Uygulamaları

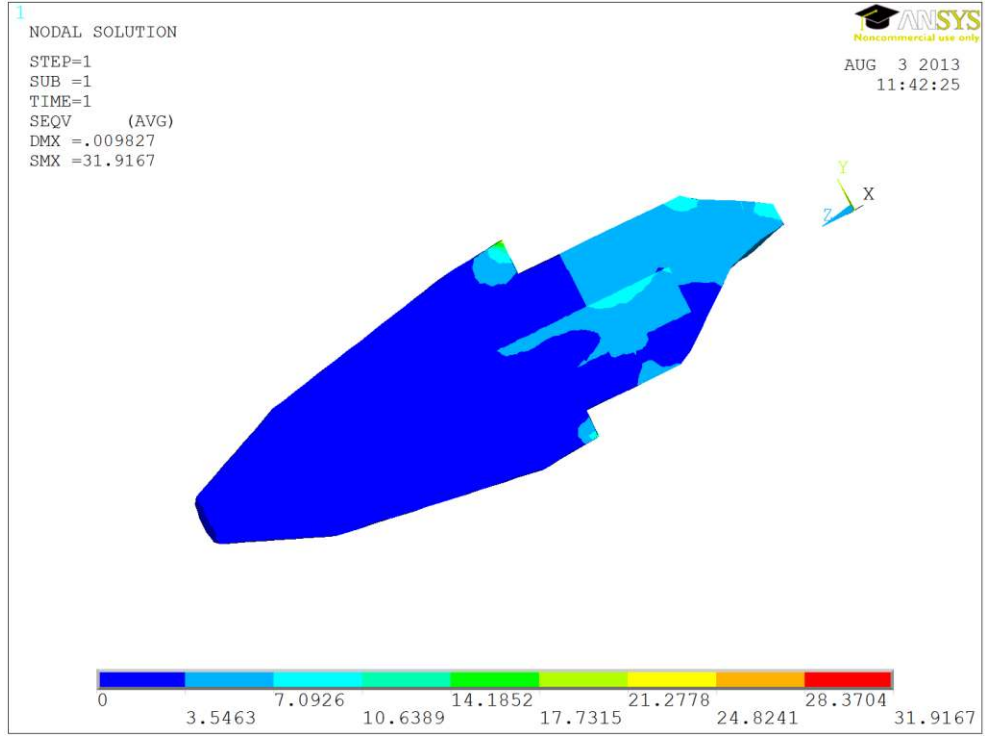
Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulamalarına ait sonuçlar Şekiller 87-90' da gösterilmiştir.



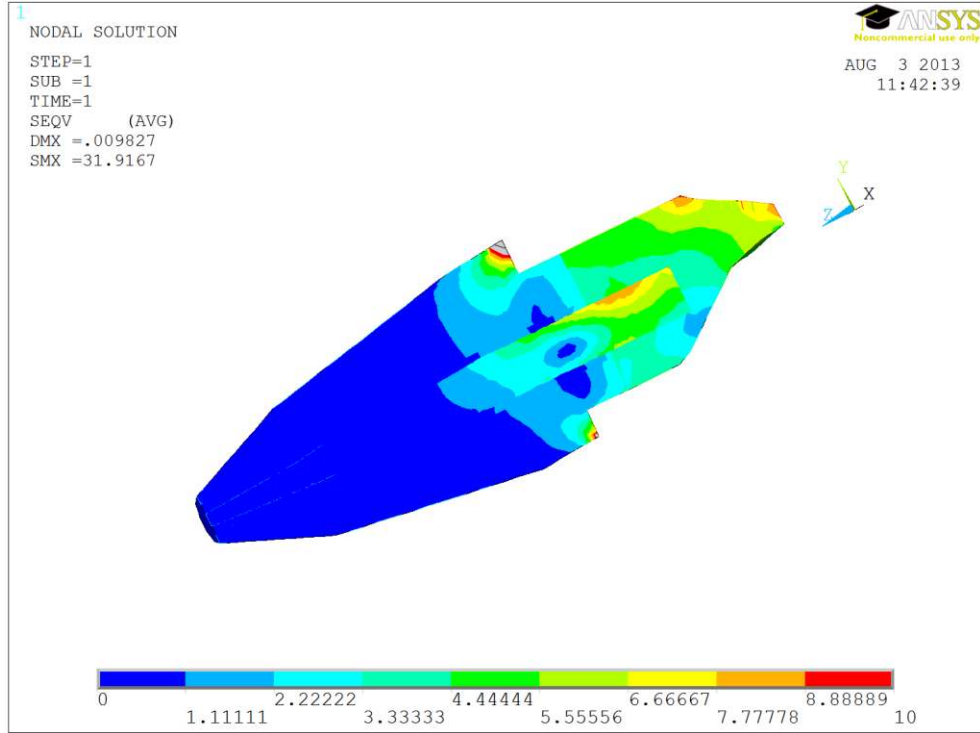
Şekil 87: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv resin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki toplam deformasyonlar, insizal görünümü.



Şekil 88: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 89: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 90: Snowpost ve RelyX™ Unicem 2 adeziv rezin siman uygulaması yapılan harabiyetsiz dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

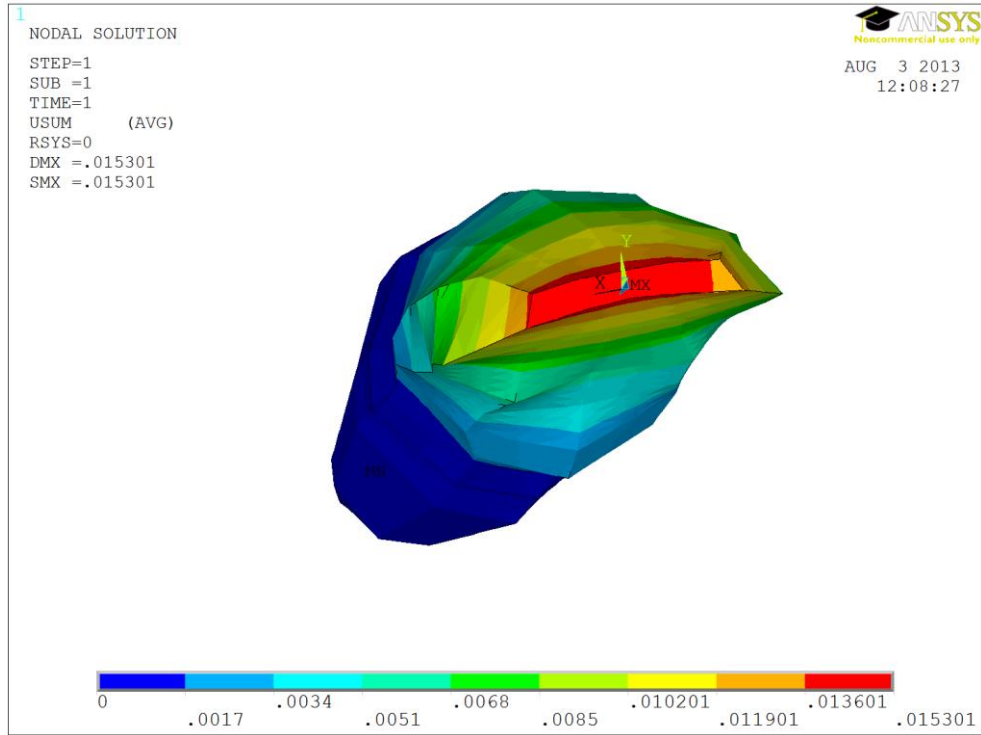
Snowpost uygulanmış harabiyetsiz dişin gerilme sonuçları incelendiğinde; dişin iç elemanlarında oluşan gerilmelerin elastikiyet modülleri benzer olan Aetsheti-Plus Post™ ve RelyX™ Fiber Post uygulamalarında oluşan gerilmelerle benzerlikler gösterdiği görülmektedir.

Tezin bu kısmında benzer boyutlardaki beş farklı postun (Light-Post™, Aetsheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ve Snowpost) ve her bir post için üç farklı adeziv rezin simanın (Clearfil™ SA Cement, Panavia™ F 2.0, RelyX™ Unicem 2) uygulandığı; endodontik tedavi görmüş, dentin kısmı harabiyetsiz üst ön keser dişte oluşan gerilmeler değerlendirilmiştir. Hesaplanan sonuçlara göre belirleyici faktörün postun elastikiyet modülü olduğu görülmüştür. Çok

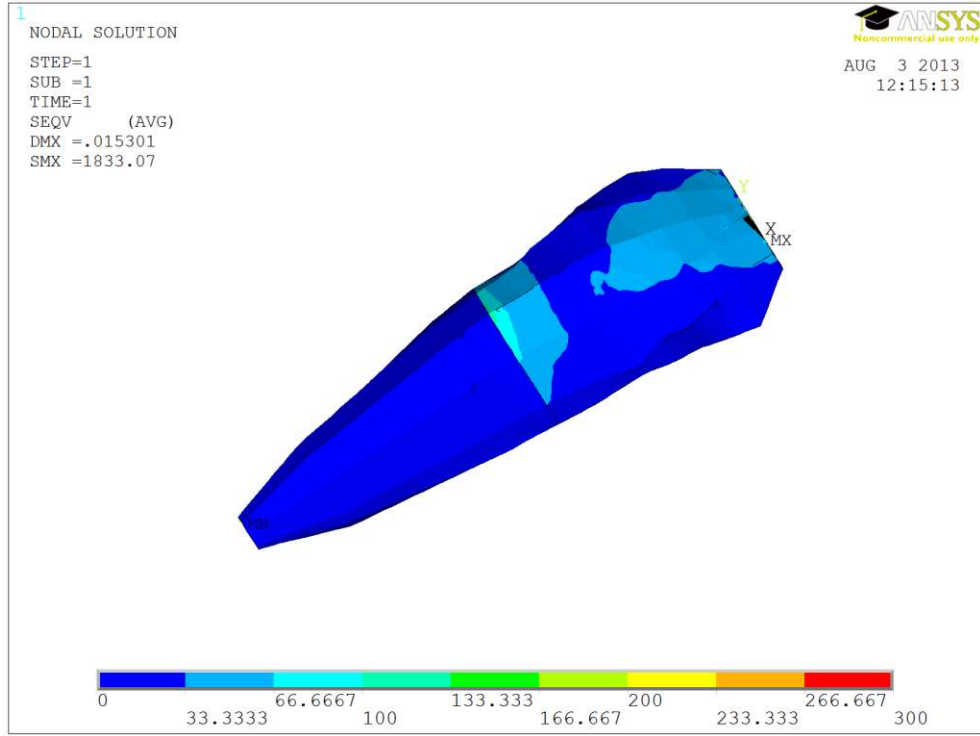
ince olarak uygulanan adeziv rezin simanların, gerilmeler açısından değerlendirildiğinde, hesaplanan sonuçları pek fazla düzeyde etkilemediği gösterilmiştir.

4.6. Orta Derecede Harabiyetli Dişte Light-Post™ Uygulamaları

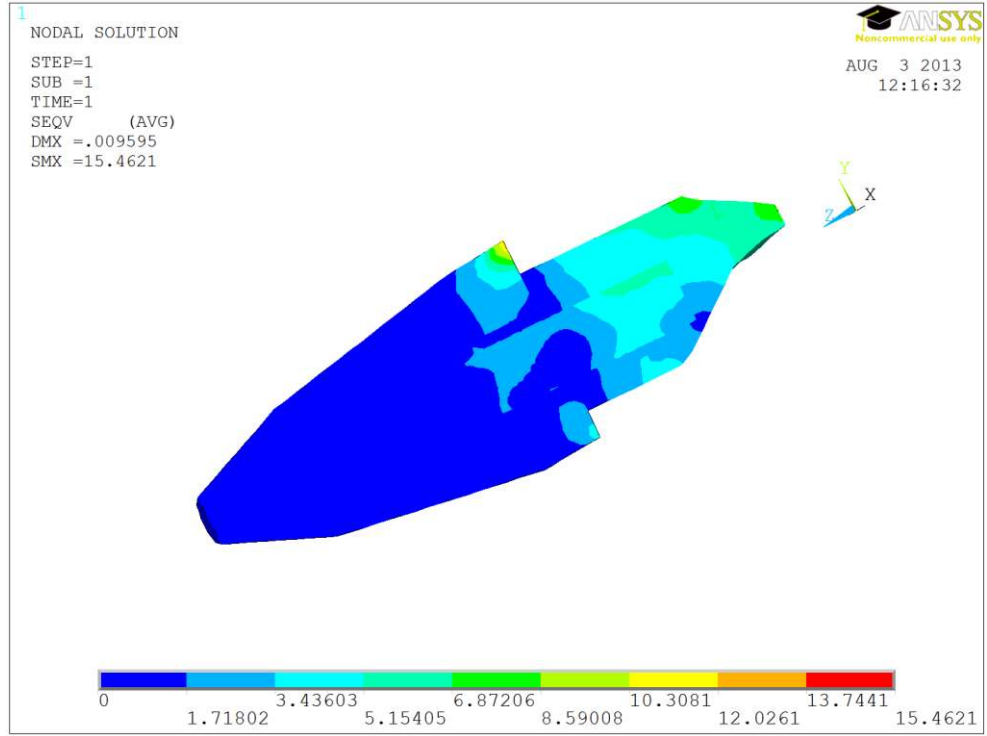
4.6.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları



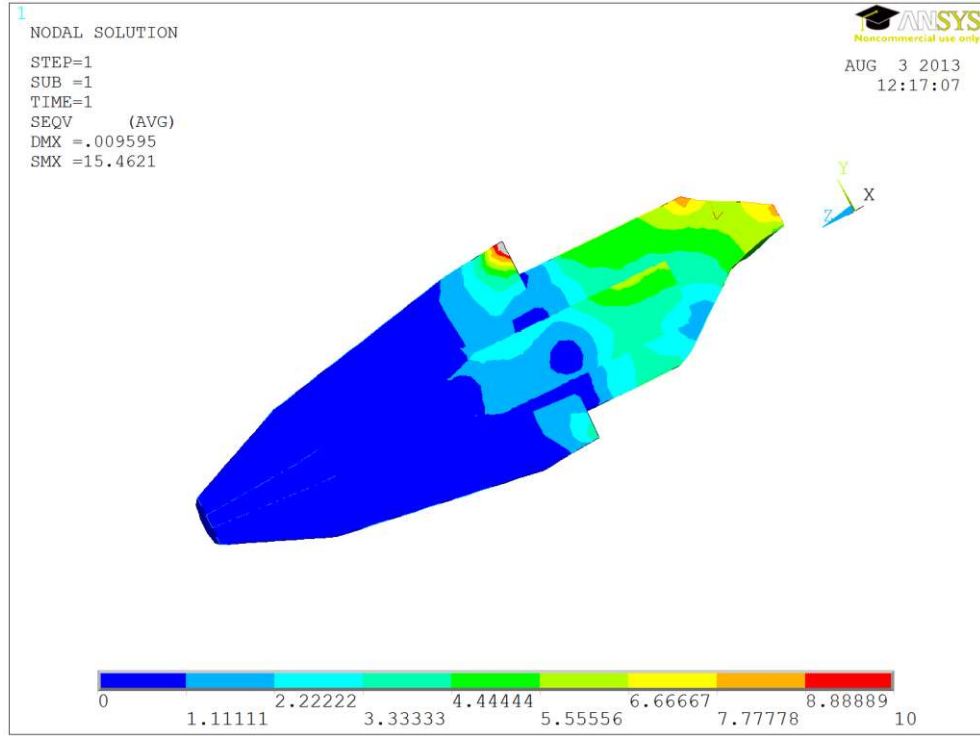
Şekil 91: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 92: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.

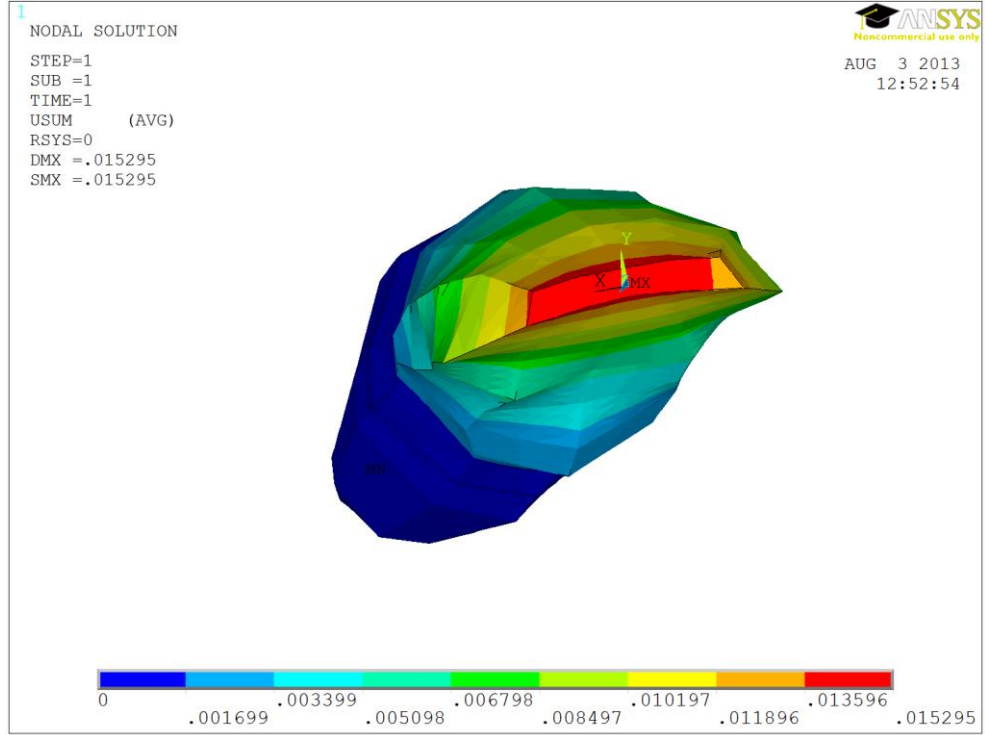


Şekil 93: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

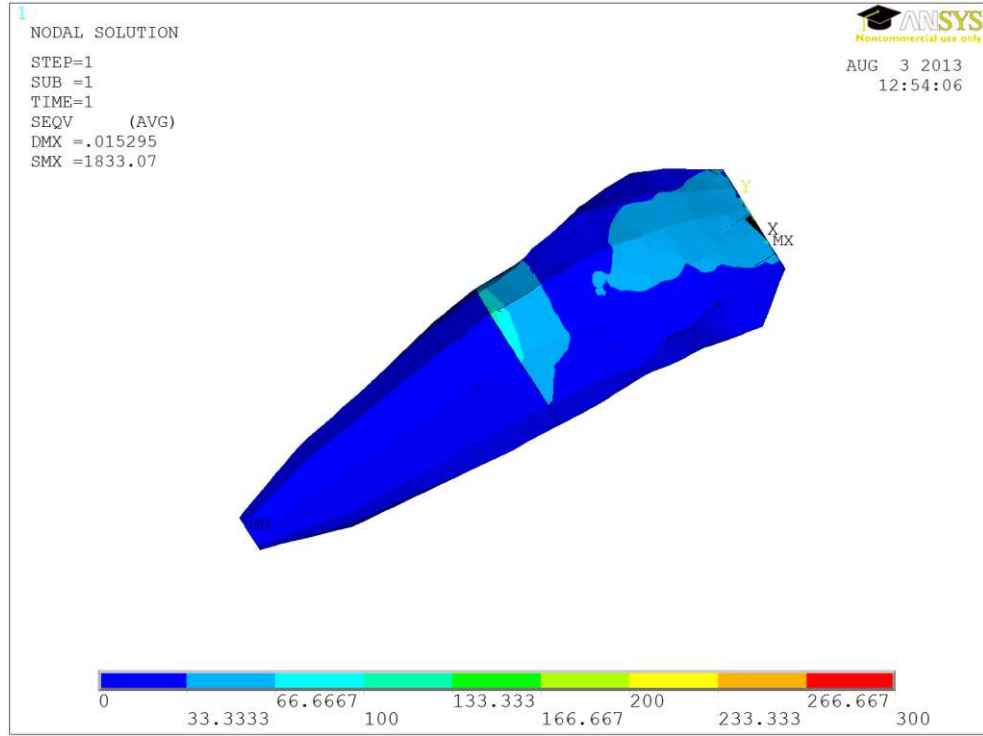


Şekil 94: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

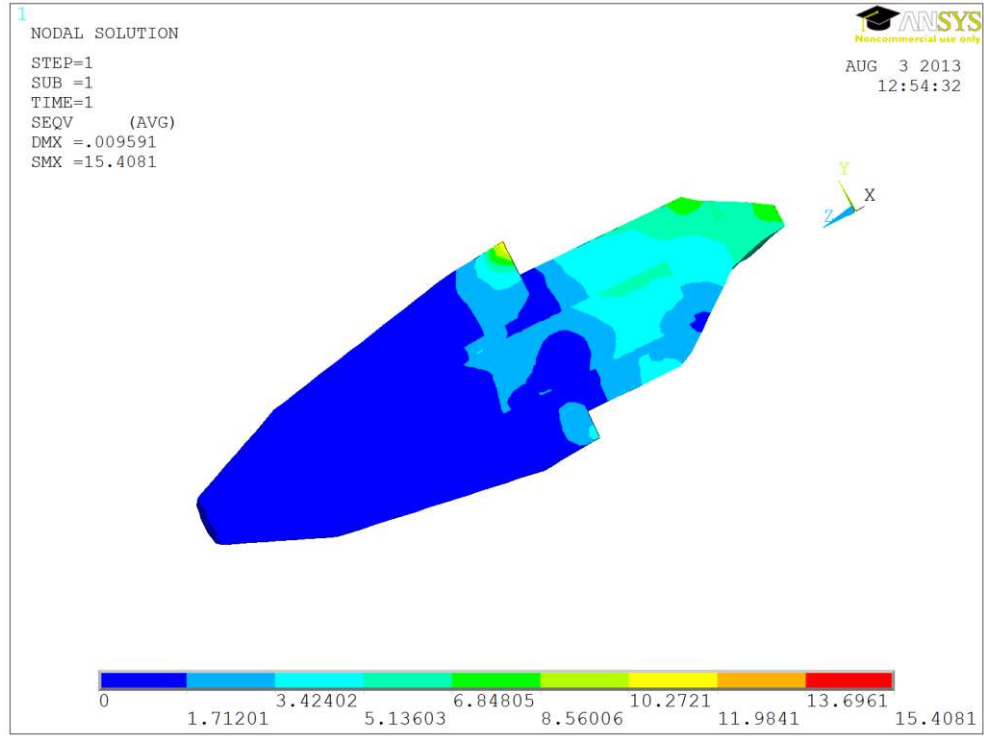
4.6.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları



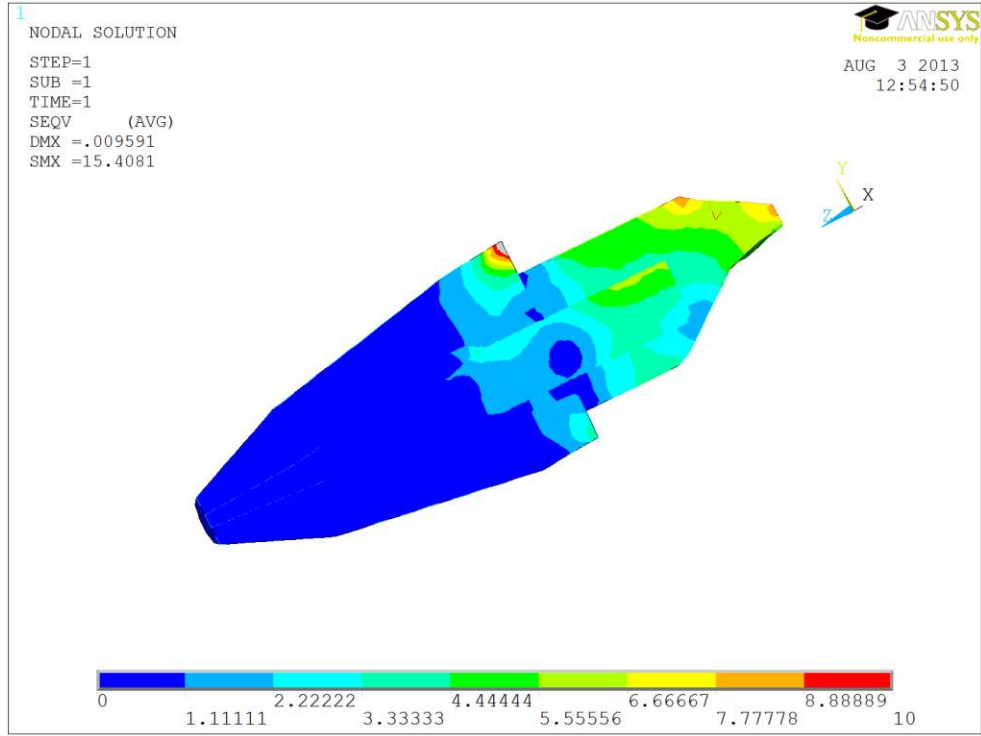
Şekil 95: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dışteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 96: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



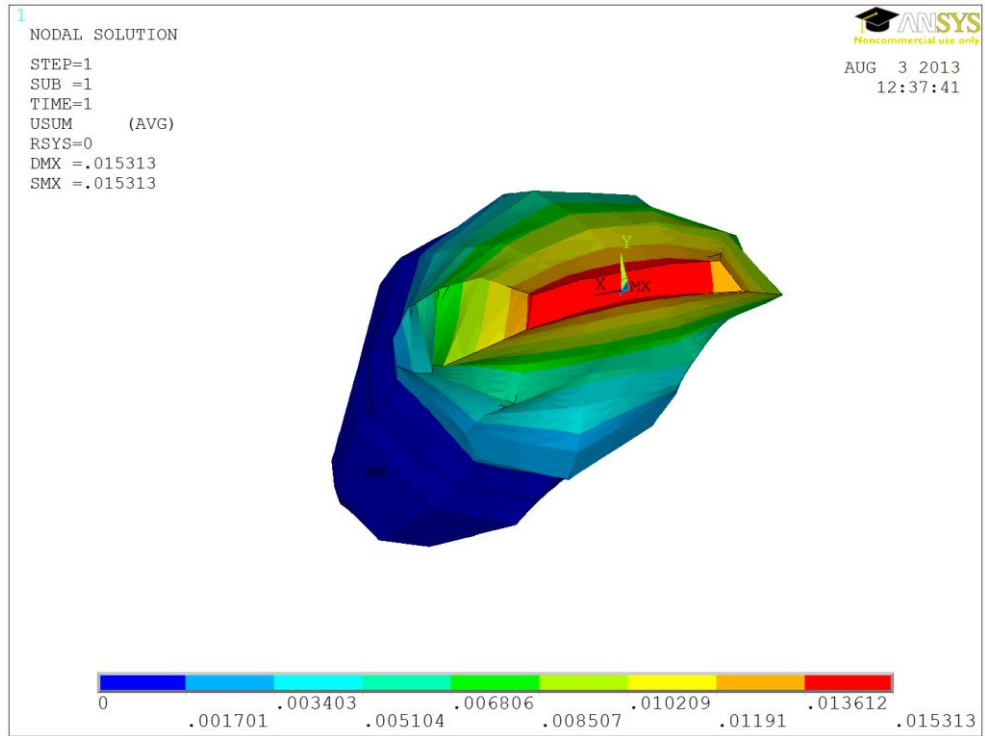
Şekil 97: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



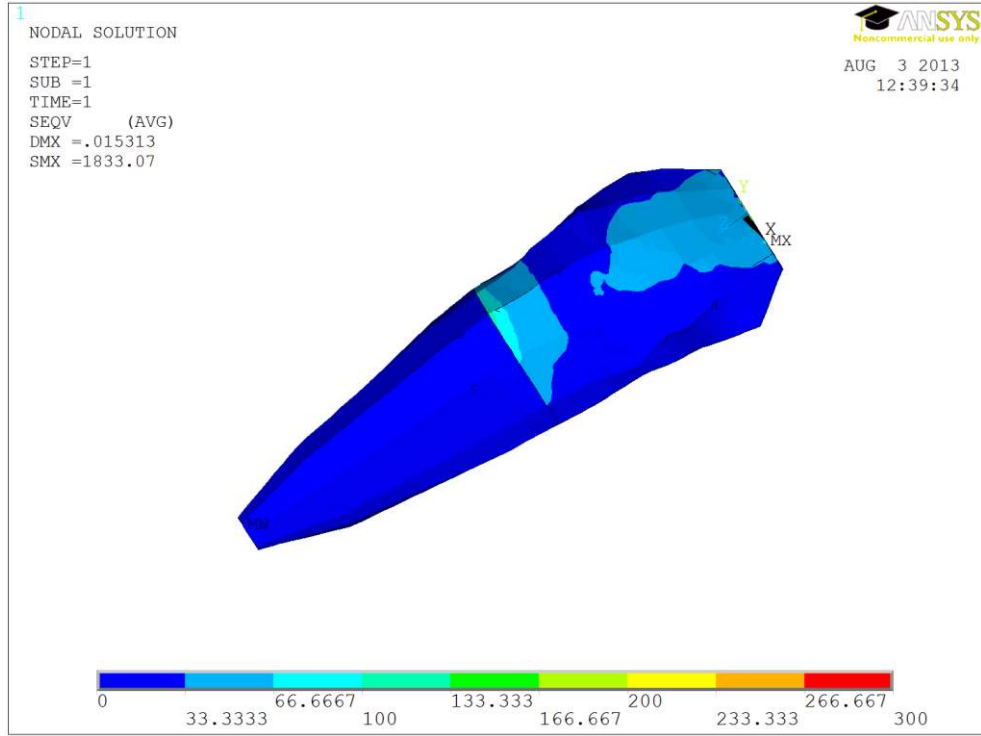
Şekil 98: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.7. Yüksek Derecede Harabiyetli Dişte Light-Post™ Uygulamaları

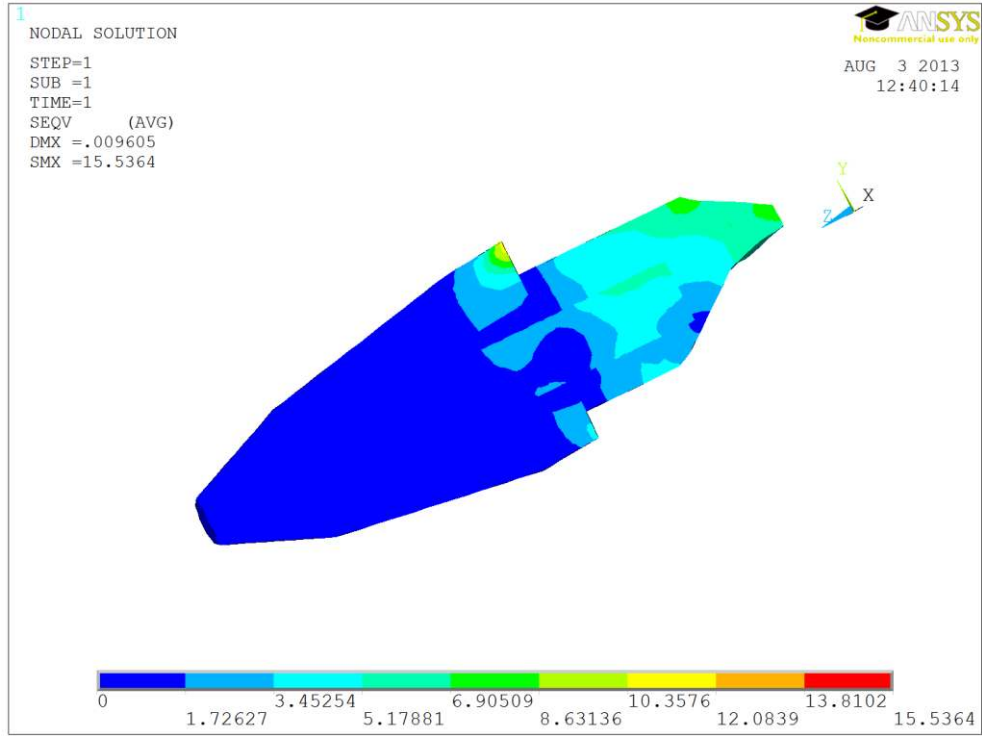
4.7.1. Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları



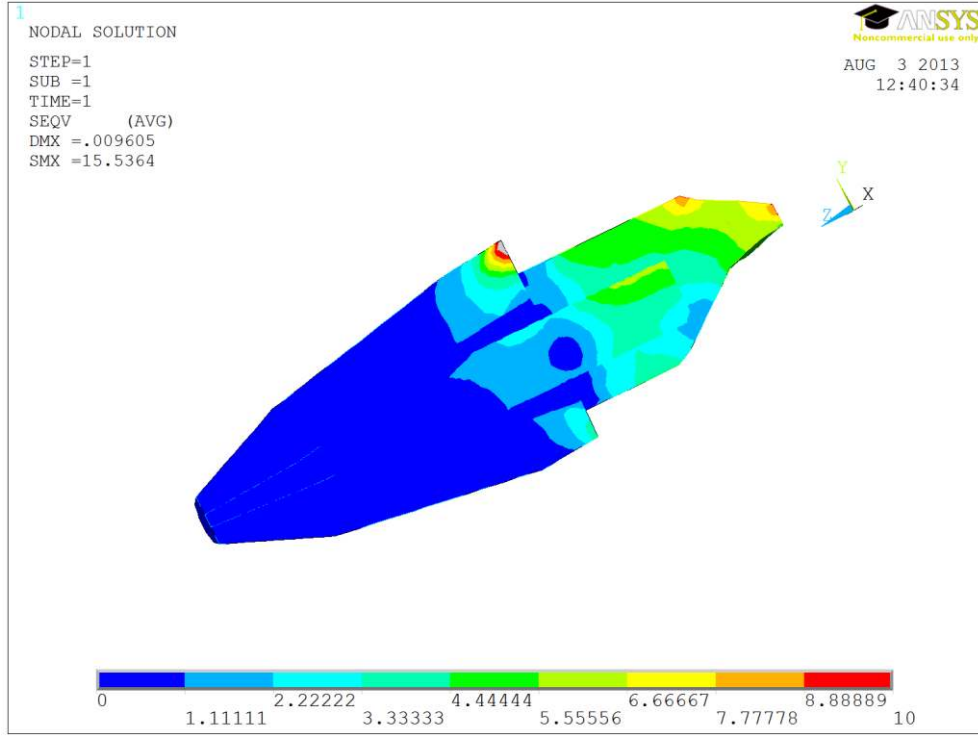
Şekil 99: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 100: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.

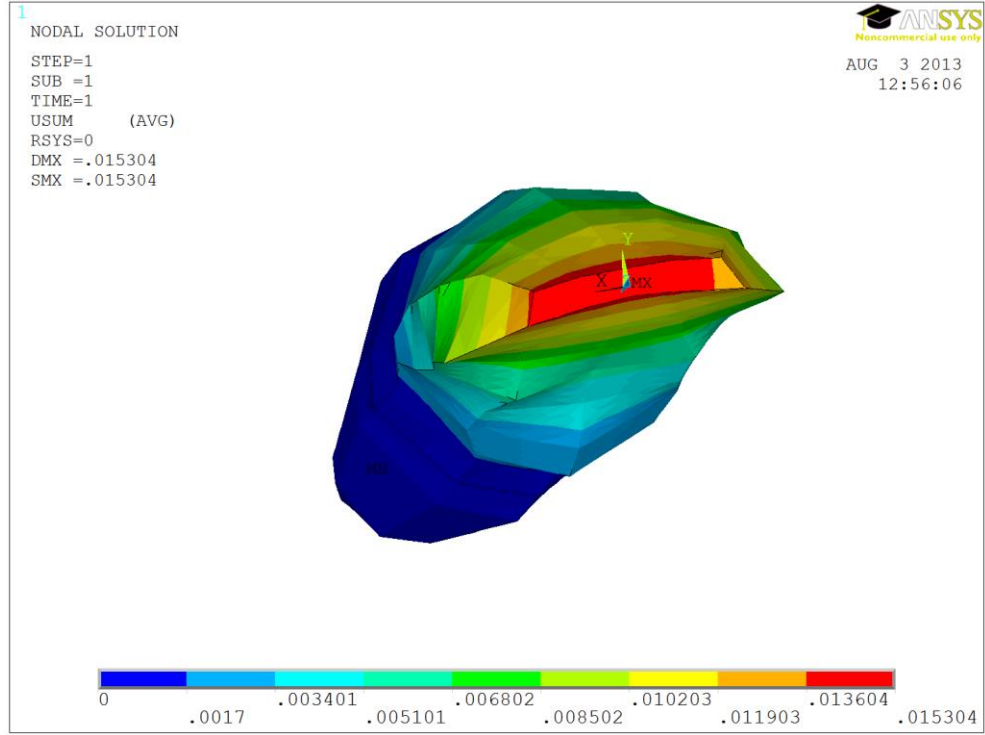


Şekil 101: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

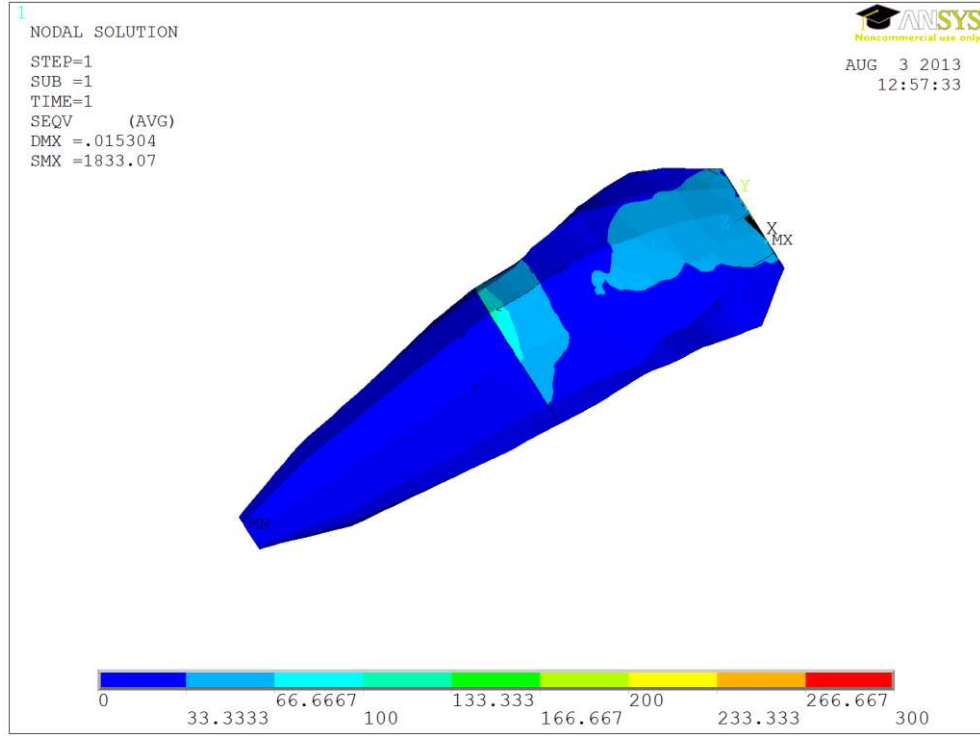


Şekil 102: Light-Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

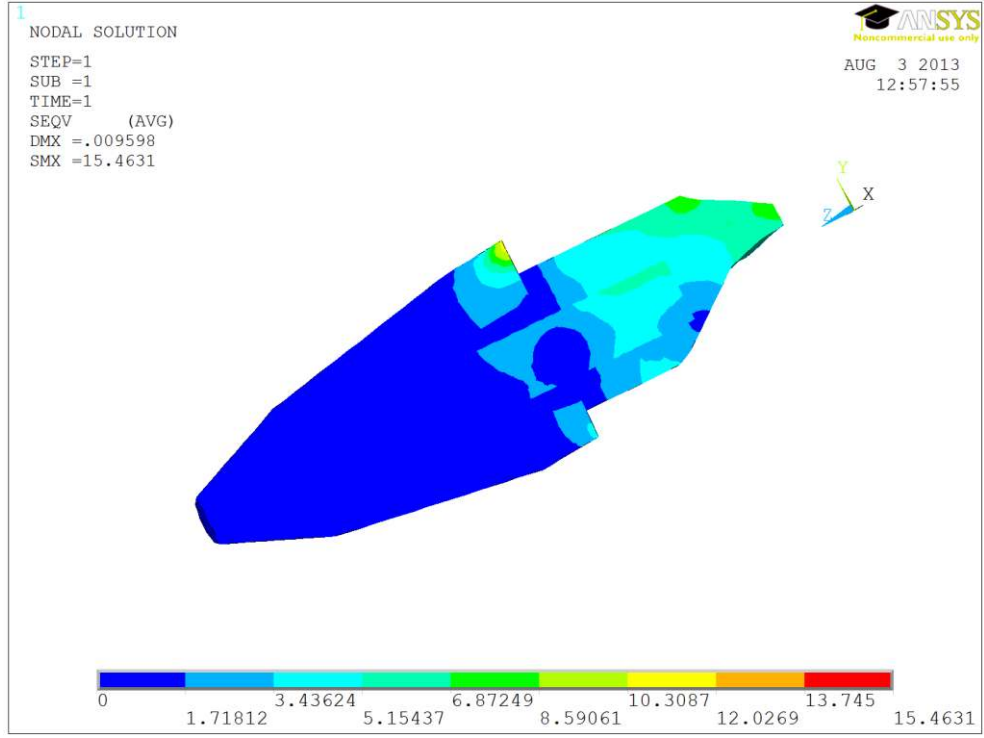
4.7.2. Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları



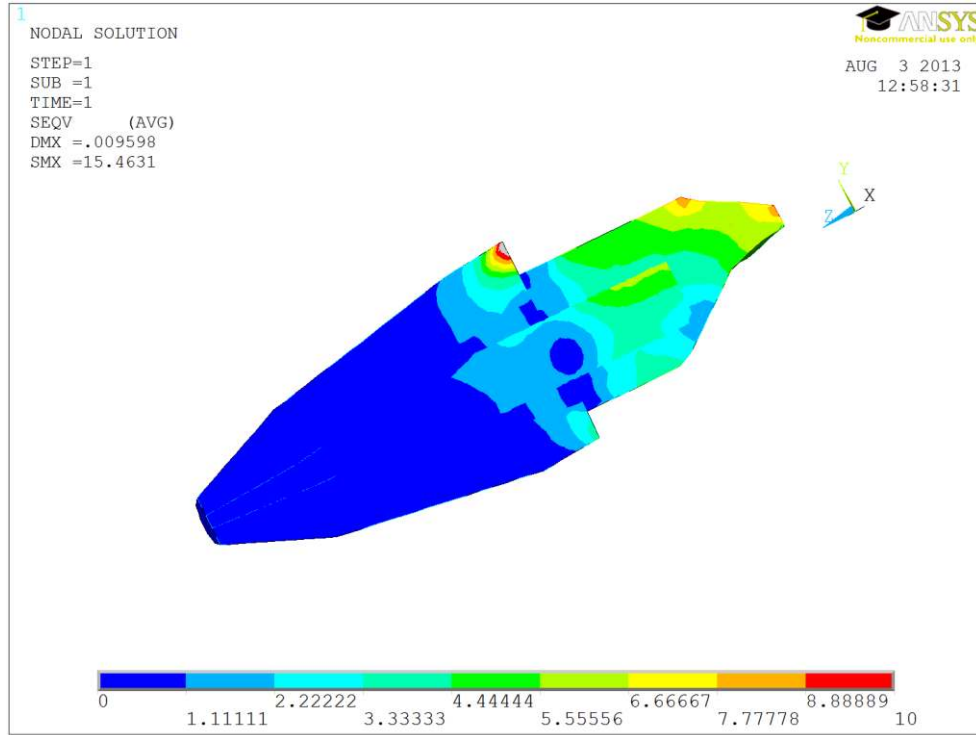
Şekil 103: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 104: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 105: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 106: Light-Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

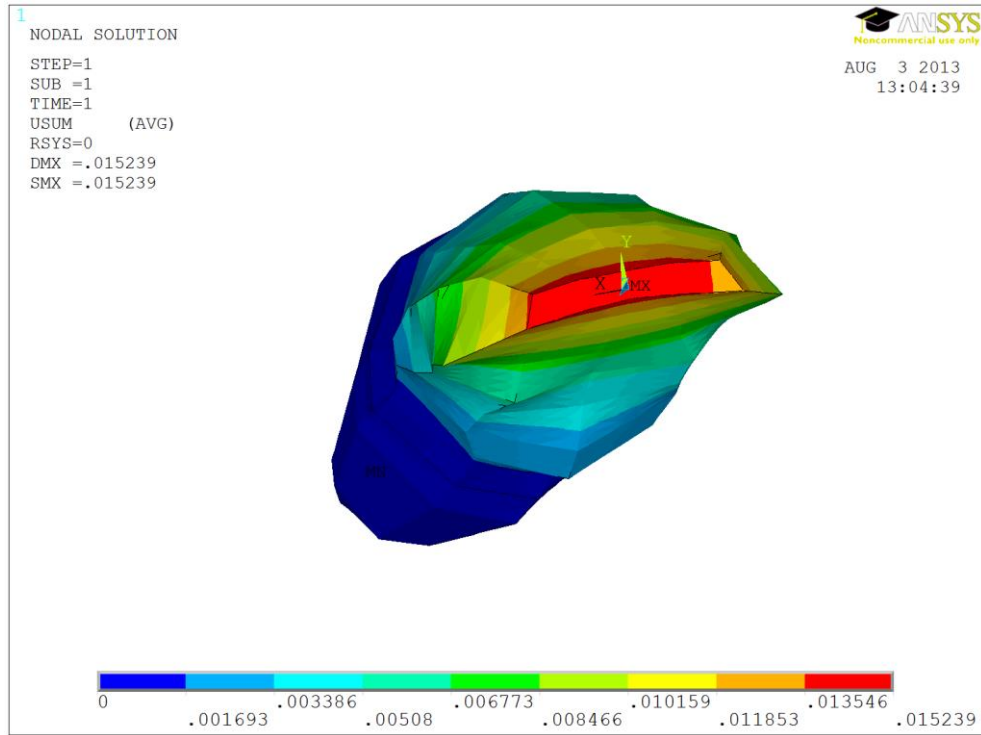
Clearfil™ SA Cement ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin simanlarla birlikte Light-Post™ uygulanmış, orta derece ve yüksek derece dentin harabiyetli bir üst ön keser dişte oluşan gerilmeler değerlendirildiğinde maksimum gerilme değerleri pek fazla değişmese de, gerilme dağılımlarında farklar görülmüştür.

Kaybolan dentin yerine uygulanan adeziv rezin siman, dentine göre daha yumuşak bir malzeme olduğu için gerilmeleri absorbe etmiş ve böylece çiğneme kuvvetinin krondan başlayarak tüm dişte oluşturduğu gerilmeler, harabiyetli dişlerin iç elemanlarında, köke doğru azalmıştır.

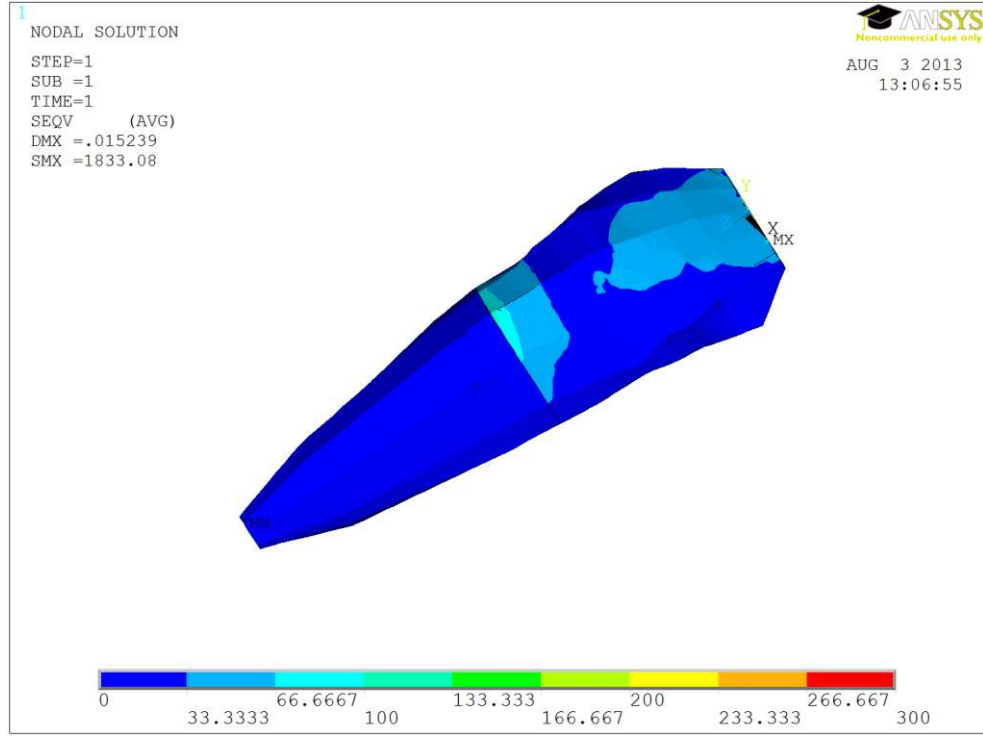
Bu genel sonuç iki farklı adeziv resin siman göz önünde tutularak tekrar irdelendiğinde daha yüksek elastikiyet modülüne sahip olan Panavia™ F 2.0 adeziv resin siman uygulamasında, Clearfil™ SA Cement uygulamasına göre daha yüksek gerilmelerin olduğu görülmüştür.

4.8. Orta Derecede Harabiyetli Dişte Aestheti-Plus Post™ Uygulamaları

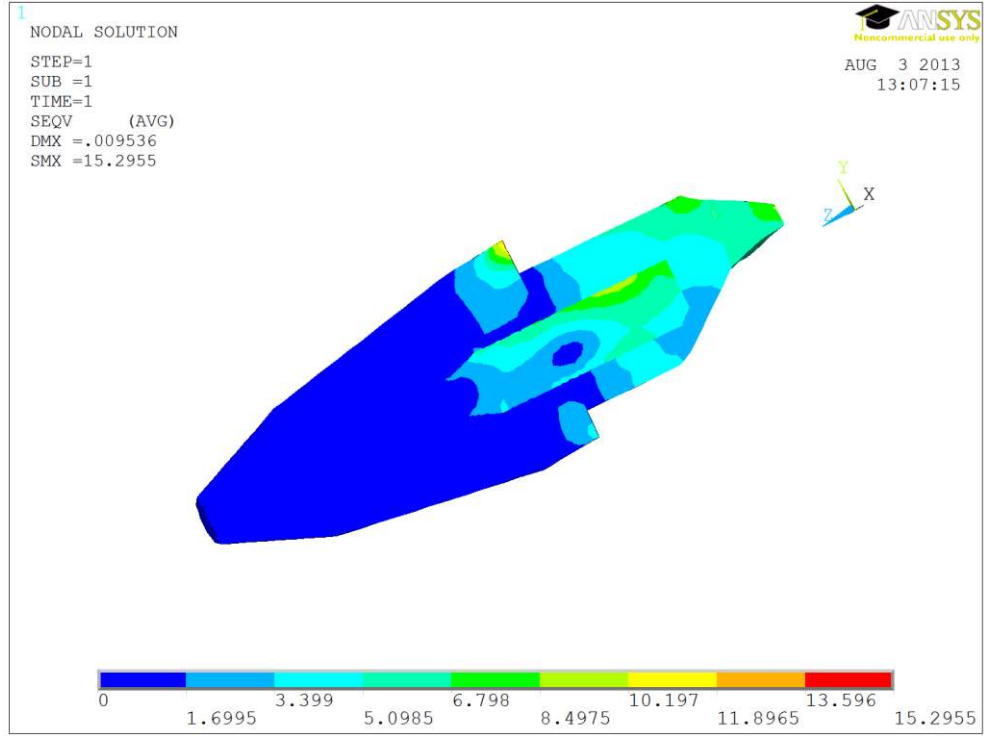
4.8.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları



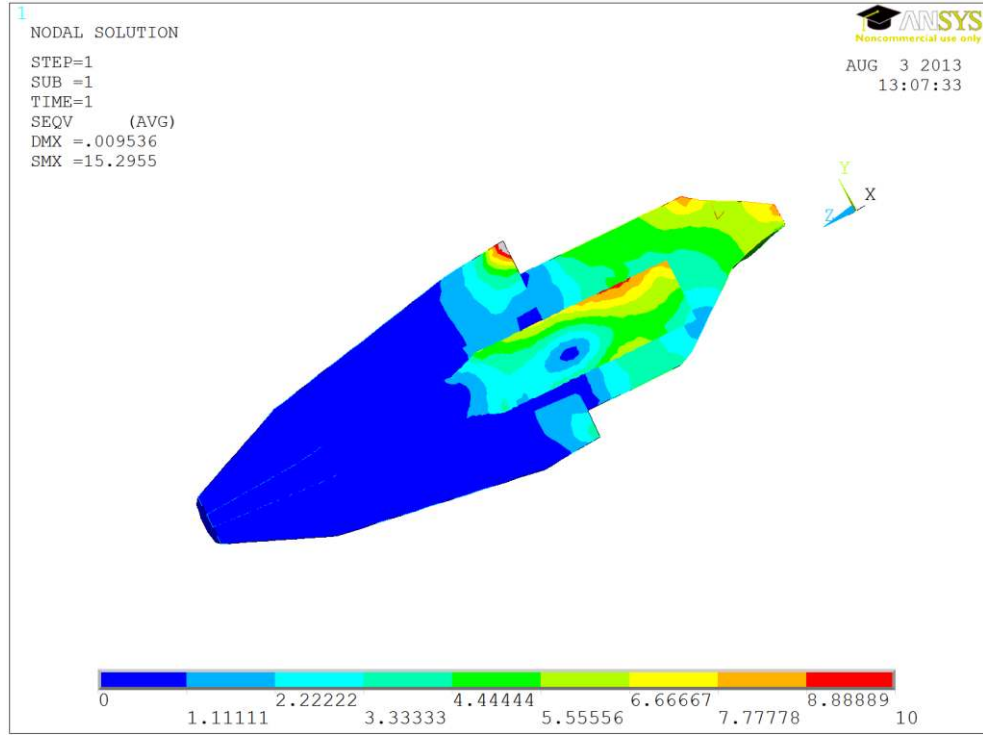
Şekil 107: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv resin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 108: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.

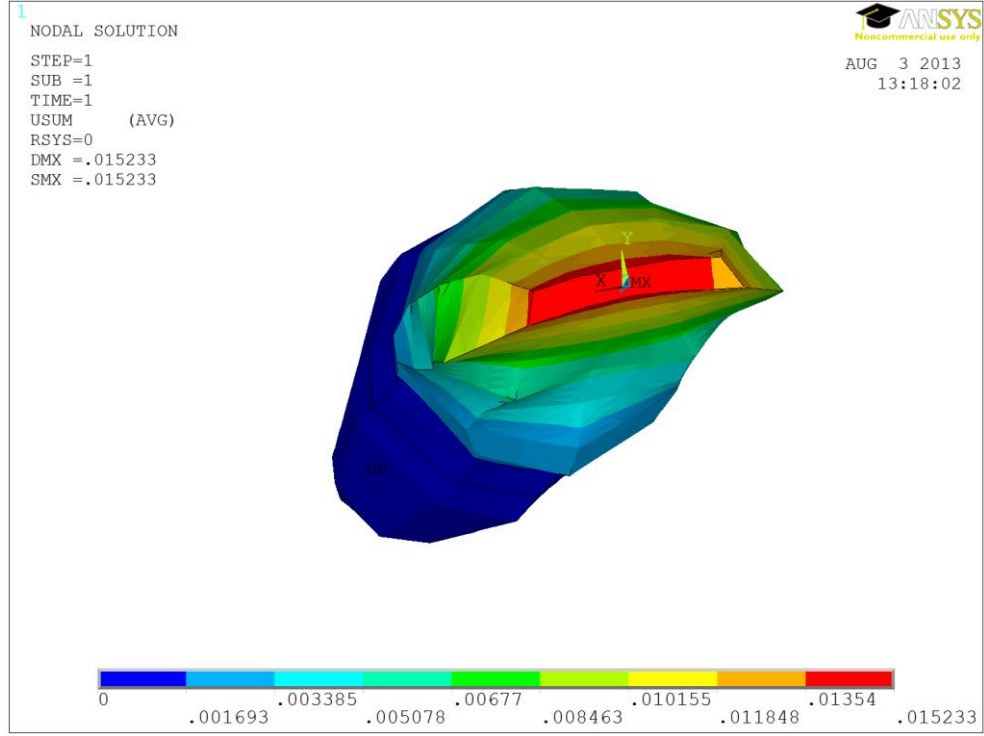


Şekil 109: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

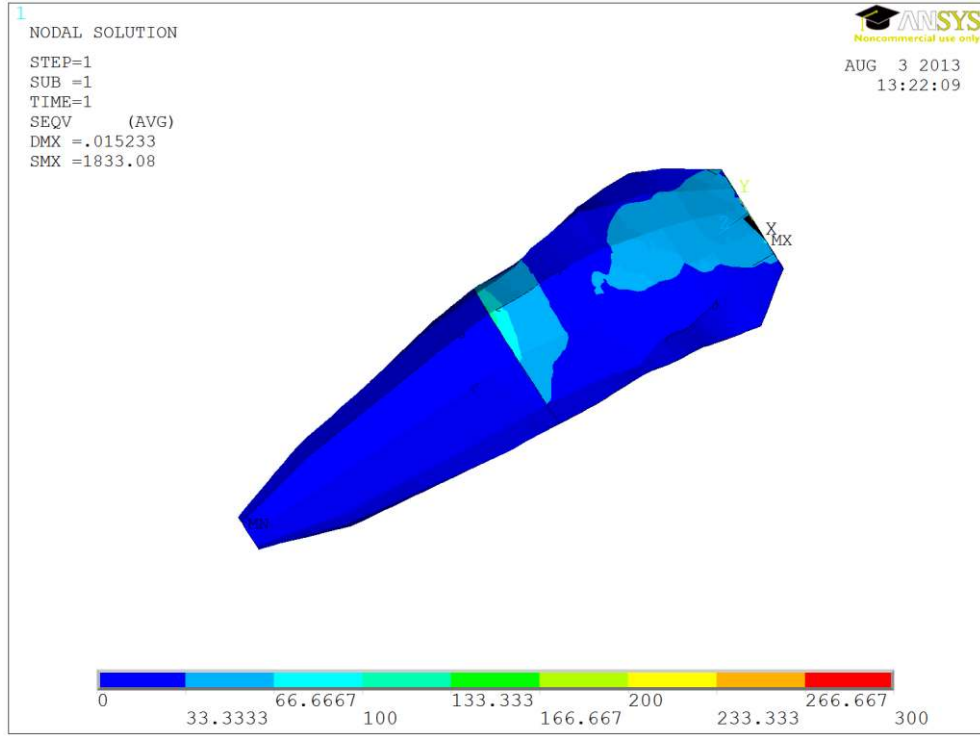


Şekil 110: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

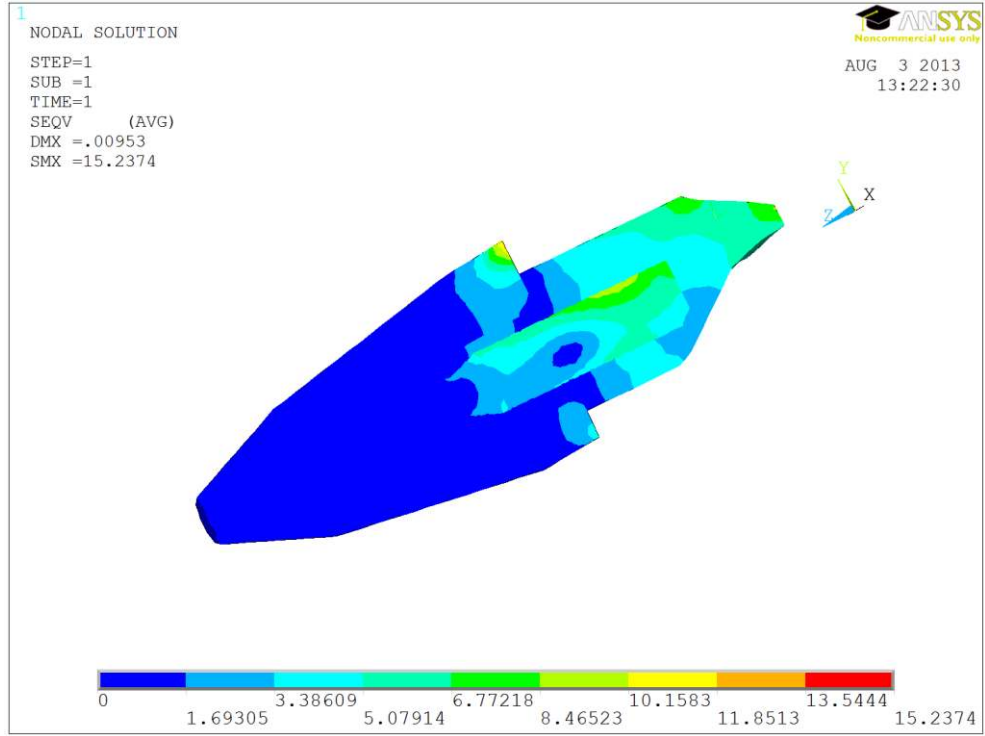
4.8.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Uygulamaları



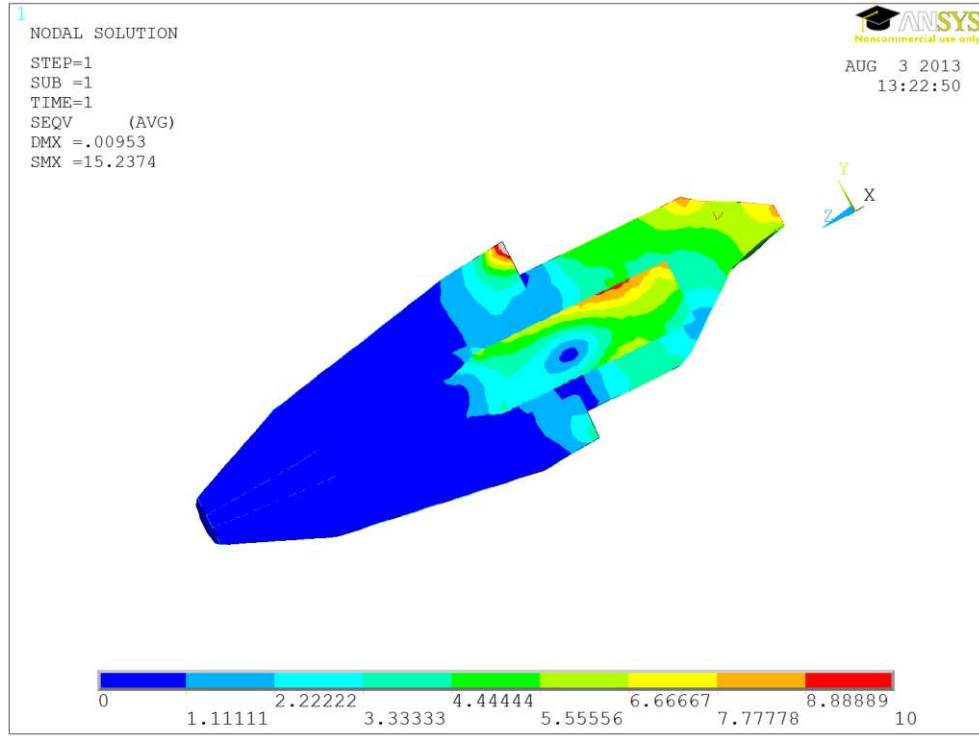
Şekil 111: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 112: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



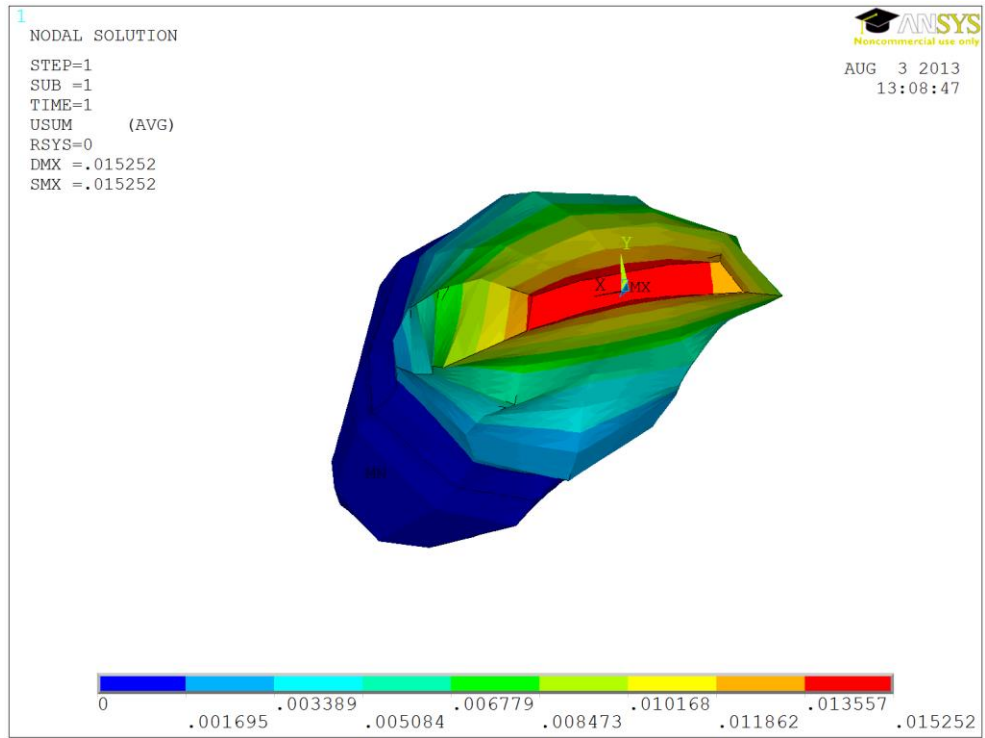
Şekil 113: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



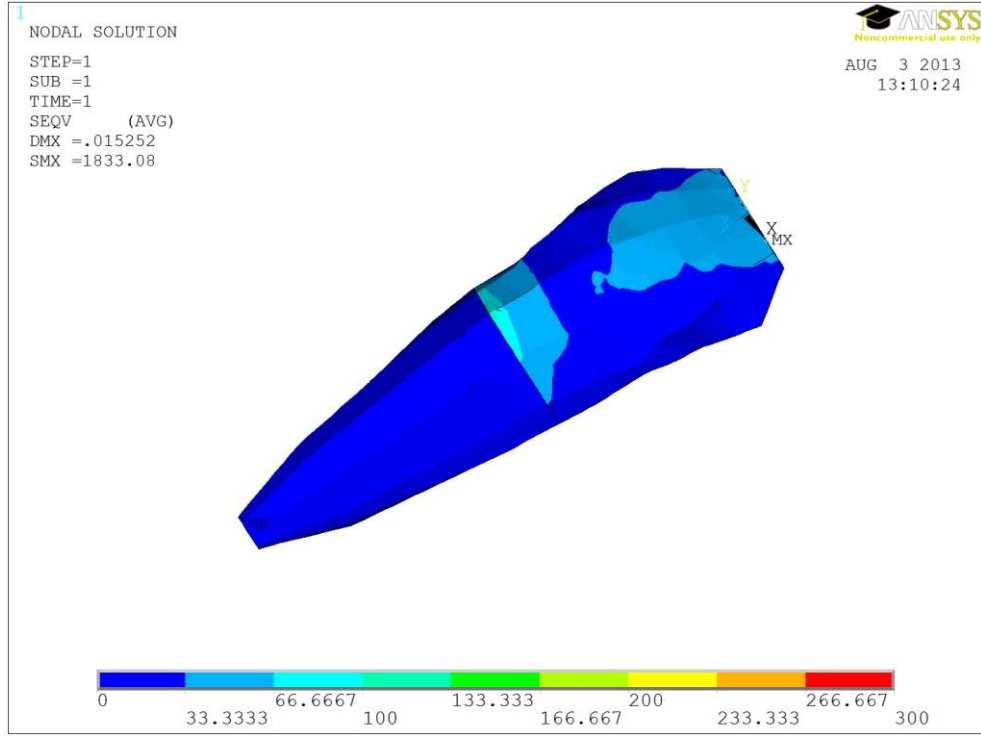
Şekil 114: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan orta derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.9. Yüksek Derecede Harabiyetli Dişte Aestheti-Plus Post™ Uygulamaları

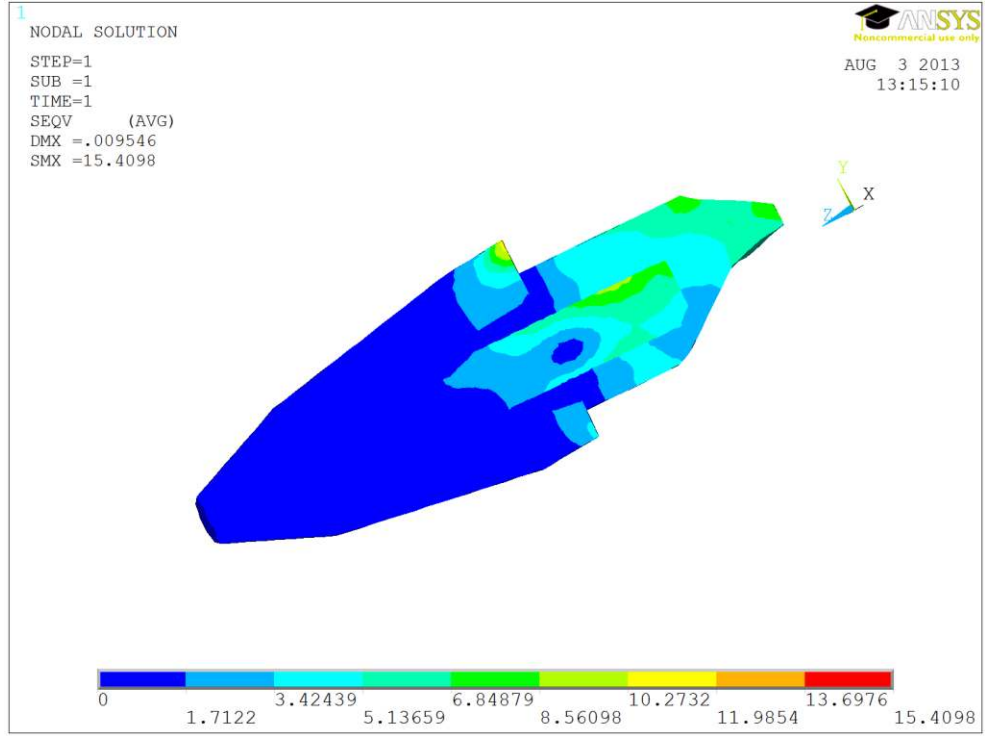
4.9.1. Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement Uygulamaları



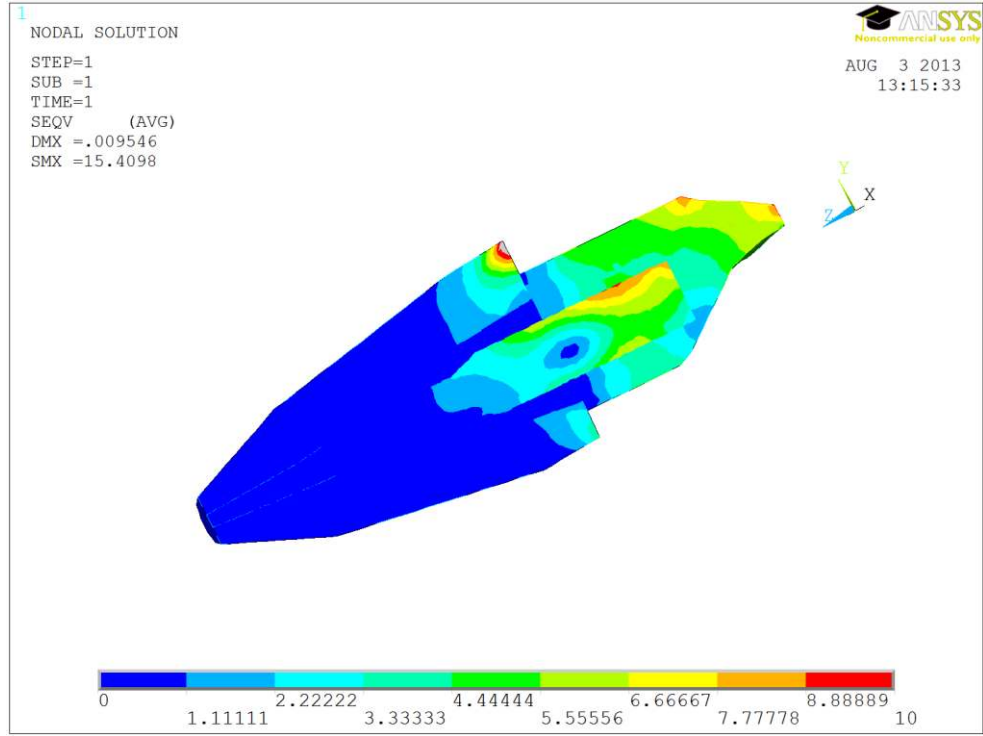
Şekil 115: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 116: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



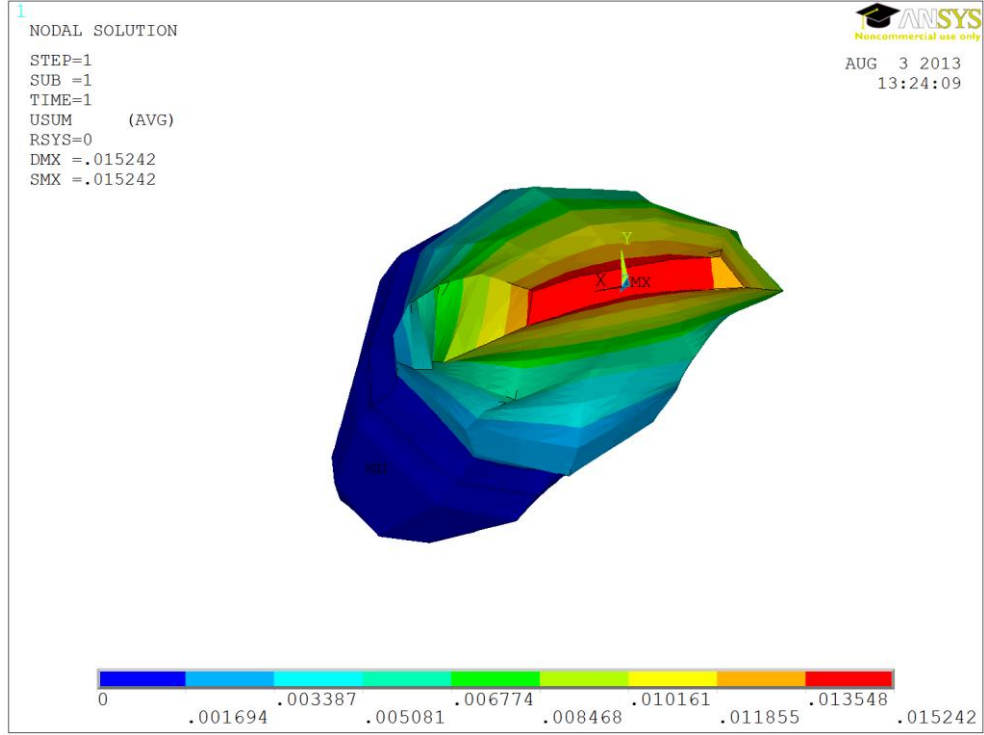
Şekil 117: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



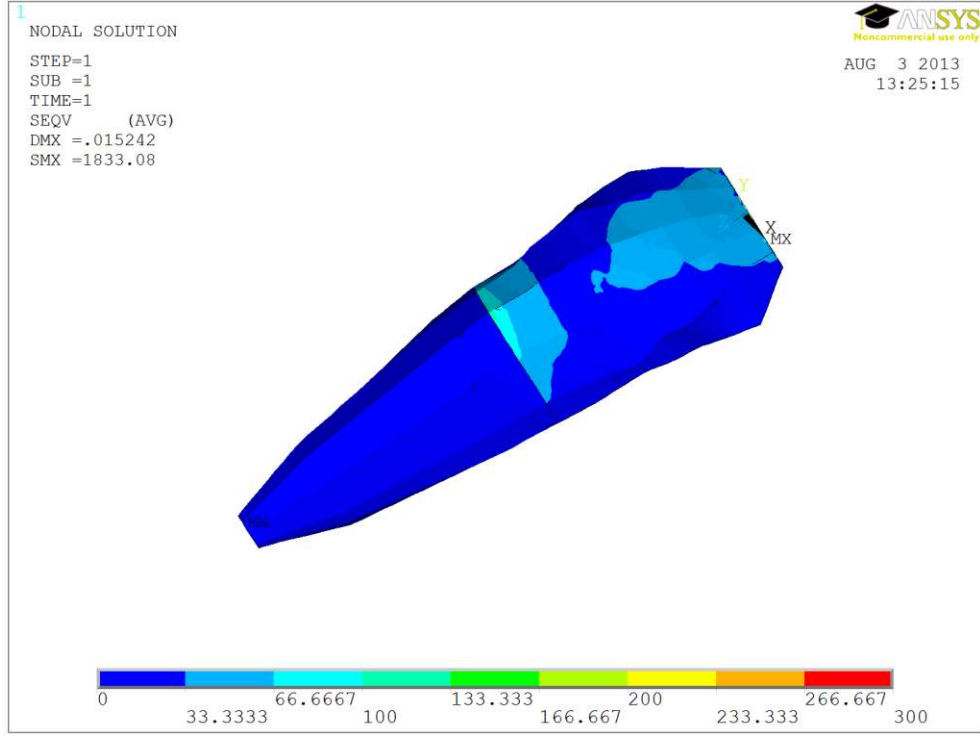
Şekil 118: Aestheti-Plus Post™ ve Clearfil™ SA Cement adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

4.9.2. Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 Cement

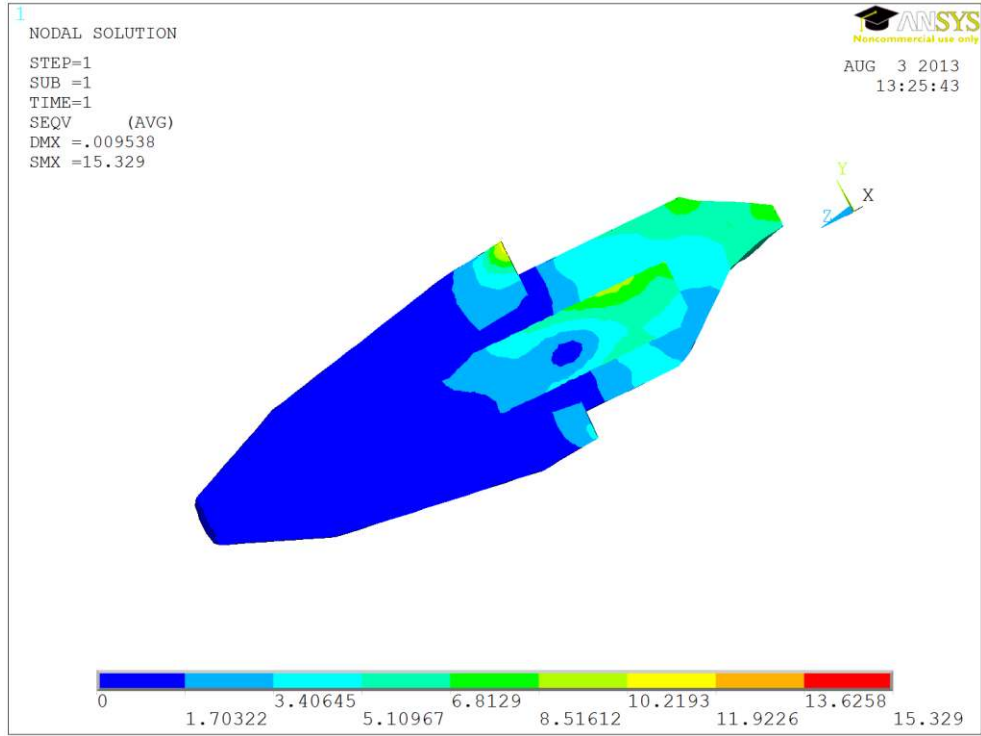
Uygulamaları



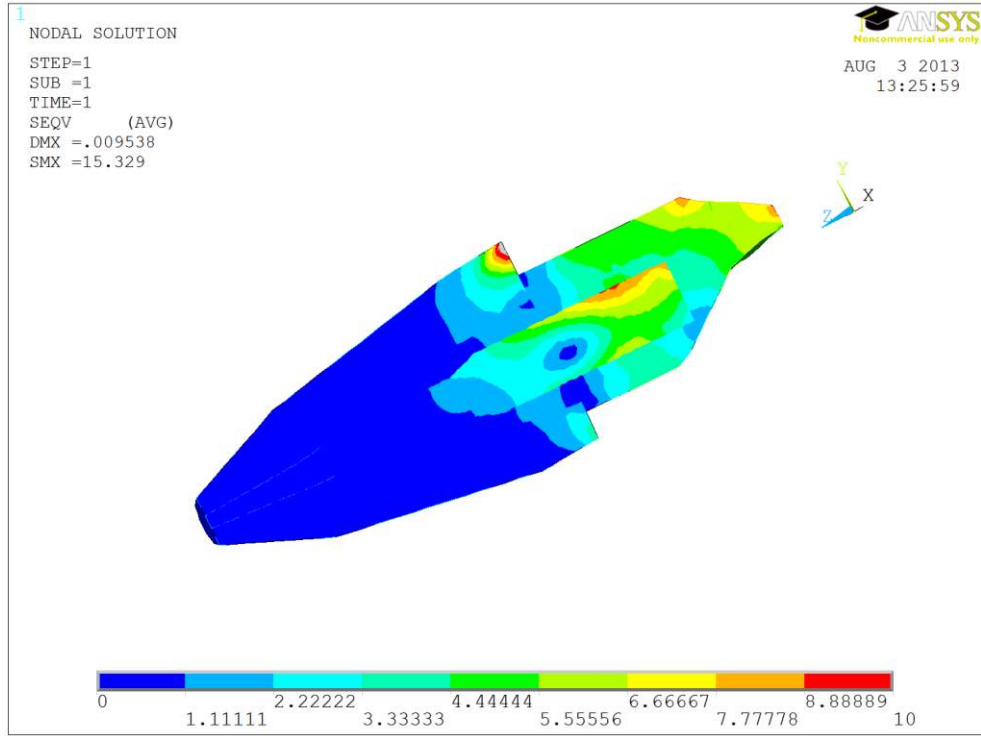
Şekil 119: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki toplam yer değiştirme, insizal görünümü.



Şekil 120: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, tüm dişin görünümü.



Şekil 121: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.



Şekil 122: Aestheti-Plus Post™ ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulaması yapılan yüksek derecede harabiyetli dişteki von Mises gerilmeleri, kor, post, adeziv rezin siman, kök dentini ve guta-perka görünümü.

Clearfil™ SA Cement ve Panavia™ F 2.0 adeziv rezin simanlarla birlikte Aestheti-Plus Post™ uygulanmış, orta derece ve yüksek derece dentin harabiyetli bir üst ön keser dişte oluşan gerilmeler değerlendirildiğinde; aynı adeziv rezin simanlar kullanılarak yapılan Light-Post™ uygulamalarına benzer nitelikte gerilmeler saptanmıştır.

Light-Post™ uygulamalarında bulunduğu gibi maksimum gerilme değerleri belirgin olarak değişmese de gerilme dağılımları değişkenlik göstermiştir. Kaybolan dentin yerine uygulanan adeziv rezin siman sonucu, yine Light-Post™ uygulamalarında da açıklandığı gibi, dişteki gerilmeler, harabiyetli dişlerin iç elemanlarında, köke doğru azalmış ancak daha yüksek elastikiyet modölüne sahip olan Panavia™ F 2.0 adeziv rezin siman uygulamasında, Clearfil™ SA Cement uygulamasına göre daha yüksek gerilmelerin olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlarla, harabiyetsiz dentin uygulamalarında da gösterildiğı gibi, gerilme analizlerindeki temel faktörün malzemelerin elastikiyet modülleri olduğu gösterilmiştir.

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi görmüş dişlerde fraktür oluşumunu önlemek ve kron retansiyonunu geliştirmek için endodontik post kor uygulamaları yapılmaktadır. Ancak post kor uygulamaları endodontide daima ortak bir sorun olarak kalmaktadır.

Doğal dişlere gelen yükler, post kor uygulanmış dişlerde problem yaratabilir. Özellikle ön kesici dişlerde dişin uzun eksenine gelen yükler restore yapı için tehlikeli olabilmektedir. Dolayısıyla kesici dişe gelen yüklerin açısı ve miktarı restorasyonun uzun dönemdeki başarısını etkilemektedir. Bunun yanında sağlam kök yapılarına sahip dişlerde olduğu kadar, çeşitli sebeplerle hasara uğramış, zayıflatılmış kök kanal duvarlarına sahip dişlerde de restorasyon, çözülmesi gereken bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. İnce kök kanal duvarlarına sahip dişlerde restorasyonun daha zor olduğu ve prognozunun da belirli olmadığı belirtilmektedir ve dişin dayanıklılığı direkt olarak dentin miktarı ile ilişkilendirilmiştir¹⁰¹. Dişte oluşabilecek fraktüre karşı direnç sağlanması açısından diş-restorasyon kompleksinde gerilme dağılımı ve miktarı anahtardır^{90, 102-104}.

Endodontide karşılaşılan bu sorunlardan dolayı bu çalışmanın amacı sağlam ve harabiyete uğramış ince duvarlı kök kanallarında post kor uygulanarak yapılan restorasyonlarda, uygulanan yük altında dişte oluşan gerilmeler ve buna bağlı olarak da dişin ve restorasyonun prognozunu değerlendirmektir.

Endodontik tedavi uygulanmış ve çeşitli sebepler nedeniyle zayıflatılmış kök kanal duvarına sahip dişlerde sistemi güçlendirmek amacıyla çeşitli teknikler önerilmiştir. Bunun sonucu olarak da geçmişten

günümüze kadar farklı özelliklere sahip post kor uygulamaları yapılmıştır. Önceleri döküm post korlar uzun yıllar kanal tedavisi uygulanan dişlerde kullanılmıştır, bu geleneksel yöntemler kademeli olarak metal post, fiber post ve kompozit kor uygulamalarıyla yer değiştirmiştir¹⁰⁵.

Endodontik post yerleştirilmesi doğal olmayan bir restore edilmiş yapı oluşturmaktadır, çünkü kök kanalı sert bir materyal ile doldurulmaktadır ki bu da pulpaya benzemez. Bu nedenle dişte orijinal gerilme dağılımı yaratmak mümkün değildir. Özellikle metal post kullanımı kök yapısı için en tehlikeli olduğu ve fraktüre neden olduğu belirtilmiştir⁶¹,¹⁰⁶. Metalik postlarda elastikiyet modülünün dentinin elastikiyet modülünden çok farklı olması tehlike yaratmakta ve dentinde homojen olmayan bir gerilme dağılımı oluşturmaktadır¹⁰⁷. Özellikle metalik postlar farklı sertlik yapısı nedeniyle ince duvarlı kök kanallarında kama etkisi yaparak fraktüre neden olmaktadır.

Ukon ve arkadaşları yüksek elastikiyete sahip post materyallerinin daha büyük gerilmeleri yapılarında toplayarak, komşu yapılara gerilmeleri yaydıklarını ve kök yapılarında belirgin olarak kama etkisi yaparak fraktüre neden olabileceğini belirtmiştir¹⁰².

Diğer bir çalışmada zayıflatılmış kök kanallarında farklı post kor sistemlerinin gerilme dağılımını değerlendirilmiş ve rezinle güçlendirme yapılmayan döküm post korlarda, rezinle güçlendirilen post korlara göre belirgin şekilde daha yüksek gerilme değerleri görülmüştür¹⁰⁸.

Endodontik olarak tedavi edilen dişte uygun restorasyon seçiminde öncelik dayanıklılık ve estetik olmalıdır. Metal alaşımlarından oluşan post sistemleri düşük tutuculuk ve ciddi tipte fraktürler

oluştururken¹⁰⁹, estetikten yoksun ve de korözyon veya alerjik reaksiyon riski taşımaktadırlar¹¹⁰.

Endodontide estetik post kor gerekliliği, özellikle kuartz ve cam fiber gibi, metal içermeyen postların geliştirilmelerine neden olmuştur^{109, 111}. Fiberle güçlendirilen kompozit postların popüler olması öncelikli olarak elastikiyet modüllerinin dentine yakın olmasına bağlanmaktadır¹⁰⁹. Fiberle güçlendirilen kompozit postların diğer avantajları arasında kök kanallarında pasif uygulama ile simante edilebilmesi, okluzal gerilmeleri eşit olarak kök dentininde dağıtması sayılabilir. Karbon, mineral ya da cam içeren fiberle güçlendirilmiş kompozit postlar dentine yakın elastikiyet modülleri nedeniyle dentine benzer davranış göstermektedir¹¹². Fiber postlar içinde en iyi gerilme dağılımının cam fiber postlarda olduğu belirtilmiştir⁶¹.

Fiber postların fraktür oluşturma riski metal postlara göre daha düşüktür ve oluşan fraktürler daha kolay tamir edilebilmektedir^{8, 42, 59, 109, 113-115}.

Akkayan ve arkadaşları¹⁰⁶ çalışmalarında adeziv rezin simanlarla uygulanan titanyum, kuartz fiber, cam fiber ve zirkon postların fraktüre oluşan dirençlerini karşılaştırmışlardır. Kuartz fiber postların diğer post gruplarına göre daha yüksek fraktür direnci gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında cam ve kuartz fiber gruplarında oluşan fraktürler tekrar tedavi edilebilecek seviyelerdeyken, titanyum ve zirkon postlarda izlenen fraktürlerin yeniden tedavi edilemeyecek düzeyde olduğunu, bu durumun da elastikiyet modüllerinin dentin dokusundan çok yüksek olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir¹⁰⁶.

Yapılan bir çalışmada da kuartz fiber, karbon-kuartz fiber ve zirkonyum postlara uygulanan belirli zaman aralığındaki tekrarlanan yüklemelerde fiber postların kök fraktür riskini azaltabildiği belirtilmiştir¹¹⁶.

Metal postların elastikiyet modüllerinin çevre anatomik yapılardan yüksek olması sonucu, gerilmelerin homojen dağılımını engelleyerek, fraktür oluşma olasılığını arttırdığını ve fiber postların elastikiyet modülü metal postlara göre dentine daha yakın olduğu için daha az fraktür olasılığı olduğunu bildiren birçok çalışma da bulunmaktadır^{1, 117-121}.

Barjau-Escribano ve arkadaşları aynı geometriye ve farklı elastikiyet modülüne sahip cam fiber ve paslanmaz çelik postların deneysel ve sonlu elemanlar yöntemiyle mekanik performans ve gerilme dağılımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, metal postların fiber postlara göre belirgin olarak daha yüksek başarısızlık gösterdiğini belirtmişlerdir. Yüksek gerilme konsantrasyonlarının çelik postların ve çevresindeki materyallerin elastikiyet modüllerinin farklılığından kaynaklandığını belirttikleri çalışmanın sonuçlarına göre post materyalinin, dentin ve kor materyaline benzer elastikiyet değerlerinde olduğunda daha iyi mekanik performans elde edileceği belirtilmiştir¹¹⁷.

Adanır ve Belli farklı post materyallerinin üst ön kesici dişlerdeki paslanmaz çelik, titanyum, döküm altın, cam fiber ve karbon fiber postlarda, vertikal ve oblik yüklemelerde en yüksek gerilmenin, kuvvetin uygulandığı bölgede oluştuğunu ve post dentin ara yüzeyindeki gerilmeler karşılaştırıldığında en yüksek gerilme değerlerinin paslanmaz çelik postlarda izlendiğini belirtmişlerdir. Post materyalinin fiziksel özelliklerinin gerilme dağılımında önemli olduğunu, cam fiber postların fonksiyonel gerilmelerde daha dengeli gerilme dağılımı gösterdiğini ve farklı post kor

materyalleriyle kök içindeki gerilmelerin değiştirilebileceğini belirtmişlerdir¹²².

Post kor restorasyonlarının gerilme dağılımlarında, post materyalinin yanında post şeklinin de fraktür direnci üzerine etkileri olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır^{62, 123}. Ancak post şeklinin gerilme dağılımında post materyali kadar etkisi olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır^{81, 103, 112, 122}.

Signore ve arkadaşları paralel ve konik yapıdaki cam fiber postların ortalama 5 yıllık süreçteki başarısını araştırdıkları çalışmanın sonuçlarına göre benzer materyallerde tedavinin uzun dönem başarısında post şeklinin belirleyici bir faktör olmadığını, geride kalan dentin miktarının post kor tedavisinin ömrünü etkilediğini belirtilmiştir⁸⁰.

Fiberle güçlendirilmiş kompozit postların mükemmel klinik performans gösterdiği belirtilmiştir^{5, 13, 21, 80, 124, 125}. Günümüzde endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda sahip oldukları özellikleri nedeniyle fiber postlar tercih edilmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada farklı malzeme özelliklerine sahip olan Light-Post™, Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™, Snowpost olmak üzere beş adet fiber post kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan farklı materyale sahip postlar, sahip oldukları özellikleri nedeniyle konik ve ikili konik şekilde ve farklı çaplarda modellenmiştir. Çalışmada öncelikle harabiyet oluşmamış kök kanallarına sahip dişler değerlendirilmiştir. Bu dişlere uygulanan postlar karşılaştırıldığında öncelikle aynı çap ve şekle ancak farklı elastikiyet modüllerine sahip Light-Post™ ve Aestheti-Plus Post™ karşılaştırılmıştır. Bu postlarda, post çaplarının gerilme dağılımındaki etkileri

değerlendirildiğinde gerilme dağılımlarında, büyük oranda olmasa da, farklılıklar gözlenmiştir. Aestheti-Plus Post™ uygulamasında postun kor kısmında Light-Post™' a göre daha yüksek gerilme değeri gözlemlenmiştir.

Aestheti-Plus Post™ ile çok yakın çap değerine sahip olan D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ karşılaştırıldığında Aestheti-Plus Post™' un daha yüksek gerilme değeri gösterdiği görülmüştür. Burada da Aestheti-Plus Post™' un elastikiyet modülünün daha yüksek olmasının bu sonucu verdiği düşünülmektedir. Ancak bu gerilme değerleri dişte bir hasar yaratabilecek boyutlarda değildir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, gerilme dağılımlarında ve değerlerinde elastikiyet modüllerinin, post çap ve şekillerinden daha etkin olacağı belirgin bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Light-Post™, RelyX™ Fiber Post ile karşılaştırıldığında daha az gerilme değerleri göstermiştir. Light-Post™ daha düşük elastikiyet modülüne sahip olduğu için, bu sonuçlar elde edilmiştir. Oluşan gerilme değerleri dişe zarar verebilecek boyutta değildir.

Light-Post™, Snowpost ile karşılaştırıldığında, daha düşük elastikiyet modülüne sahip Light-Post™' un daha düşük gerilme değerlerine neden olduğu bulunmuştur. Oluşan gerilme değerleri dişe zarar verebilecek boyutta değildir.

Light-Post™, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ile karşılaştırıldığında gerilme dağılımı ve değerleri benzerlik göstermiştir. Çünkü her iki postun elastikiyet modülü benzerdir. Burada da ortaya çıkan gerilme değerleri dişe zarar verebilecek düzeyde değildir.

Aestheti-Plus Post™, Snowpost' la karşılaştırıldığında gerilme değerleri benzerlik göstermektedir, bu durum yine her iki postun elastikiyet modülünün benzer olmasından kaynaklanmaktadır. Bulunan gerilme değerleri dişte bir problem oluşturmamaktadır.

Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post ile karşılaştırıldığında daha yüksek gerilme değerleri göstermiştir. Burada da Aestheti-Plus Post™' un elastikiyet modülünün daha yüksek olması bu sonucu vermiştir. Ancak bu gerilme değerleri dişte bir hasar yaratmamaktadır.

Aestheti-Plus Post™, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ ile karşılaştırıldığında, Aestheti-Plus Post™'un elastikiyet modülünün daha yüksek olması nedeniyle daha yüksek gerilme değerleri gözlenmiştir. Bu gerilme değerleri dişte bir hasar yaratmamaktadır.

RelyX™ Fiber Post ile Snowpost karşılaştırıldığında RelyX™ Fiber Post' ta gerilme değerleri daha düşüktür çünkü elastikiyet modülü daha küçüktür, verilerdeki farklılık dişte bir problem oluşturmamaktadır.

RelyX™ Fiber Post ile D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ karşılaştırıldığında RelyX™ Fiber Postta gerilme değerleri daha yüksektir, çünkü elastikiyet modülü daha yüksektir, sonuçlar dişte bir problem oluşturmamaktadır.

Snowpost ile D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™ karşılaştırıldığında Snowpost' ta gerilme değerleri daha yüksektir, çünkü elastikiyet modülü daha yüksektir, sonuçlar dişte bir problem oluşturmamaktadır.

Orta derecede ve yüksek derecede harabiyete uğramış diş modelleri değerlendirildiğinde, aynı şekle fakat farklı fiziksel özelliklere sahip postlar ve farklı özelliklere sahip adeziv rezin simanlar karşılaştırılmıştır. Bu nedenle post olarak Aestheti-Plus Post™, Light-Post™ ele alınmıştır. Göz önüne alınan postlardan, Aestheti-Plus Post™, Light-Post™' a göre daha yüksek gerilme değeri göstermiştir. Bunun nedeni Aestheti-Plus Post™' un elastikiyet modülünün daha yüksek olmasıdır. Ancak çalışmada ortaya çıkan gerilme değerleri dişe zarar verebilecek boyutlarda değildir.

Bu sonuçlar postların yarattığı gerilme dağılımlarındaki ve gerilme değerlerindeki farklılıkların, temel olarak postların elastikiyet modülleri ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar aşağıdaki çalışmalarla desteklenmektedir.

de Castro Albuquerque ve arkadaşları farklı açığa sahip konik yapı, farklı anatomik şekil ve elastikiyet modülüne sahip postların gerilme dağılımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında post şekillerinin gerilme dağılımında daha az etki gösterdiğini buna karşı post materyalinin gerilme dağılımında daha büyük etkisinin olduğunu belirtmişlerdir¹⁰³.

Ausiello ve arkadaşları yaptıkları çalışmada farklı kron materyalleriyle konik ve silindirik yapıdaki karbon ve cam fiber postların gerilme dağılımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında postların şekillerinin gerilme dağılımına bir etkisinin olmadığını, elastikiyet modüllerinin ise gerilme dağılımında büyük bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir⁸¹.

Boschian Pest ve arkadaşları sonlu elemanlar yöntemiyle post materyalin sertliği, post derinliği ve çapının tek köklü dişlerdeki gerilme dağılımına etkisini inceledikleri çalışmalarında cam fiberle güçlendirilen

kompozit postların titanyum ve paslanmaz çelik postlara göre gerilme dağılımlarının daha düzgün olduğunu, farklı post derinliklerinde ve farklı apikal çaplarda gerilme dağılımları karşılaştırıldığında postların çapının gerilme dağılımında belirgin bir farklılık göstermediğini belirtmişlerdir¹¹².

Mahmoudi ve arkadaşları² yaptıkları çalışmada alt ikinci molar dişte post kor ve kronla yapılan restorasyonlarda kron materyali, post materyali ve post geometrisinin gerilme dağılımına etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında yüksek elastikiyet modülüne sahip materyallerin yüksek gerilme oluşturdıklarını belirtmişlerdir².

Bu çalışmada kullanılan fiber postların elastikiyet modüllerine bakıldığında kuartz, cam ve zirkonla güçlendirilmiş cam fiber yapısındaki Aestheti-Plus Post™ ve Snowpost fiber postlarının elastikiyet modülleri birbirlerine yakın ve diğerlerinden yüksek değerlerde iken, kuartz fiber yapısındaki Light-Post™ ve D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™' nun elastikiyet modülleri birbirine yakın ve diğer post gruplarından daha düşüktür. Yaptığımız çalışmanın sonuçlarına göre yüksek elastikiyet modülüne sahip olan post uygulamalarında ortaya çıkan gerilme değerlerinde, dişe herhangi bir zarar vermeyecek sınırlar içinde kalmak koşuluyla, düşük elastikiyet modülüne sahip olanlara göre çok hafif artışlar görülmüştür.

Endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerin restorasyonunda fiber postlar rutin olarak adeziv tekniklerle birlikte kullanılmaktadır. Bu nedenle çok çeşitli adeziv sistemler diş hekimliğine sunulmaktadır. Adeziv teknikler postların kök kanal duvarlarına bağlanmasını sağlayarak güvenli bir teknik oluşturmaktadır, bu da postun kök kanalında sıkı şekilde kalmasını ve konservatif bir preparasyon yapılmasını sağlamaktadır¹²⁶.

Yapılan bir çalışmada post uygulanan dişlerde adeziv kullanımı ile dentine bağlanmanın postlardaki gerilmenin düşürülmesinde önemli olduğu belirtilmiştir³.

Li ve arkadaşları¹²⁷ ön keser dişte genişletilmiş kök kanalına farklı simanlarla titanyum post uygulamışlar ve SEY ile değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında simanların elastikiyet modüllerinin gerilme dağılımında önemli olduğunu, dentine yakın elastikiyet modülüne sahip simanlar seçildiğinde, dentinde gerilmenin azalacağını belirtmişlerdir.

Ön dişlerde post materyalinin uzunluğu, şekli ve kullanılan simantasyon ajanının gerilme dağılımı ve miktarını etkilediği belirtilmektedir^{3, 128}.

Bu çalışmada sağlam köklere uygulanan tüm post ve kor gruplarında simanların gerilme dağılımı üzerinde kayda değer bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Lanza ve arkadaşları⁶¹ yaptıkları çalışmalarında düşük ve yüksek elastikiyet modülüne sahip adeziv rezin simanlarla çelik, karbon ve cam fiber post uygulanmış üst kesici dişlerde dentin ve siman tabakalarındaki gerilme dağılımlarını 3 boyutlu sonlu elemanlar yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Fiber postta farklı elastik özelliğe sahip siman uygulandığında oluşan gerilme dağılımı benzer bulunmuştur. Bu sonuçlarına göre, postların esnekliği artıkça simanların rijiditesi ile ilişkisi azalmaktadır. İlaveten farklı post ve siman uygulanarak yapılan restorasyonlarda oluşan gerilmeler önemli olarak farklı bulunmuş ancak bu gerilme değerlerinin hiç biri diş modellerinde başarısızlık limitlerine ulaşmamıştır.

Bu sonuçlar bu tezin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada da farklı fiber postlar ve farklı elastik özelliğe sahip adeziv rezin simanlar kullanılmış, aynı postta farklı siman kullanımı sonucu oluşan gerilme dağılımı ve gerilme değerleri benzerlik göstermiştir. Hiçbir uygulamada dişte hasar oluşmamaktadır.

Bu çalışmada orta derece ve yüksek derece dentin harabiyetli bir üst ön keser dişte Clearfil™ SA Cement ve Panavia™ F2.0 adeziv rezin simanlarla birlikte Light-post™ uygulanmış modellerde gerilmeler değerlendirildiğinde maksimum gerilme değerleri pek fazla değişmese de, gerilme dağılımlarında farklar görülmüştür.

Kaybolan dentin yerine uygulanan adeziv rezin siman, dentine göre daha yumuşak bir malzeme olduğu için gerilmeleri absorbe etmiş ve böylece çiğneme kuvvetinin krandan başlayarak tüm dişte oluşturduğu gerilmeler, harabiyetli dişlerin iç elemanlarında, köke doğru azalmıştır.

Bu genel sonuç iki farklı adeziv rezin siman göz önünde tutularak tekrar irdelendiğinde daha yüksek elastikiyet modülüne sahip olan Panavia™ F2.0 adeziv rezin siman uygulamasında, Clearfil™ SA Cement uygulamasına göre daha yüksek gerilmelerin olduğu görülmüştür.

Mezzomo ve arkadaşları¹²⁹ üst santral kesicilerde farklı kök hasarlarında altın döküm ve cam fiber postların gerilme dağılımlarını 3 boyutlu SEY kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında inceltirilmiş kök kanallarına sahip dişlerde cam fiber post, kalın siman tabakası ve kompozit kor uygulamışlardır ve bu dişlerin çiğneme kuvvetleri altında, sağlam dişlerle benzer mekanik davranışlar gösterdiklerini belirtmişlerdir¹²⁹.

Zogheib ve arkadaşları¹⁰¹ yaptıkları çalışmada zayıflamış köklerde, cam fiber post, kompozit rezin korlar ve metal kronlarla yapılan restorasyonlardaki fraktür dayanıklılığı değerlendirilmiştir. Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre geride kalan kök dentin kalınlığının endodontik olarak tedavi uygulanan dişlerde önemli olduğunu, zayıflamış dentin duvarları bulunan dişlerin, zayıflamamış köklerle aynı derecede fraktür direnci göstermediğini belirtmişlerdir. Ancak zayıflamış köklerde yapılan restorasyonlarda kırılma olasılığını azaltmak için adeziv rezin ve cam fiber post uygulamalarının seçenek olabileceğini belirtmişlerdir.

Mattos ve arkadaşları⁹⁸ yaptıkları çalışmada aşırı madde kaybına uğramış üst santral dişlere yapılan cam fiber post, kompozit kor tam metal kron uygulamalarında, sağlam ve hasarlı kök varlığında kırılma dirençlerini ve gerilme dağılımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında zayıflamış köklerde adeziv uygulamalarının, yapı olarak sağlam dişlerdeki yükleme direncini sağlayamadığını söylemişlerdir. Ancak zayıflamış dişlerde fiber postların dentinde oluşturdukları gerilmeler göz önüne alındığında uygun bir tercih olabileceğini belirtmişlerdir ⁹⁸.

Endodontik tedavi görmüş dişlerde post yapıların üzerinde çeşitli kor materyaller kullanılmaktadır. Bunlar döküm metal alaşımlar, amalgam, porselen, cam iyonomer siman, kompozit gibi kor materyallerdir. Ancak seçilecek olan kor materyalinin, restorasyonun ömrü için önemli olduğu belirtilmektedir⁴¹. Rezin bazlı kompozit materyaller estetik özelliklerinin yanında dentin ve posta bağlanma özellikleri nedeniyle kor yapılarının oluşturulmasında tercih sebebidir.

Restoratif materyalin elastikiyet modülünün çok farklı olması tedavi edilen dişi ve uygulanan restorasyonun sağlığını tehdit edecek şekilde düzensiz gerilme dağılımına ve birikimine neden olur. Gerilmelerin

homojen dağılımı için elastikiyet modülünü dentine yakın değerlerde olan materyaller tercih edilmelidir¹²⁷.

Hayashi ve arkadaşları¹³⁰ alt premolar dişlerin döküm metal, prefabrik metal ve fiber postlarla restorasyonları sonrası fraktür dirençlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, fiber post, kompozit kor ve tam kronla restore edilen dişlere yapılan yüklemelerin geride kalan diş dokuları için en sağlıklı restorasyon şekli olduğunu belirtmiştir.

Pegoretti ve arkadaşları yaptıkları çalışmada cam fiber postlarla birlikte esnek yapıdaki kor materyallerinin kullanıldığı durumlarda servikal bölgedeki gerilmelerin yoğunlaşacağını belirtmişlerdir¹⁰. Bununla beraber Pierrisnard ve arkadaşları ferrul uygulamalarının servikal bölgede kor materyalinin etkisini önlediğini ancak ferrul uygulanamayan durumlarda kor materyalinin rijit materyallerden seçilmesi gerektiğini belirtmiştir¹³¹.

Bolla ve arkadaşları yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre kök yapılarındaki gerilmelerin dağılımında postun elastikiyet modülü ve yükleme yönünün, kor yapının elastikiyet modülüne göre daha önemli olduğunu belirtmişlerdir¹³².

Aggarwal ve arkadaşları⁹⁶ yaptıkları 2 boyutlu sonlu elemanlar analizi çalışmasında 3 farklı fiber post sistemiyle restore edilen üst kesici dişlerde oblik okluzal yüklemelerdeki gerilme dağılımlarını değerlendirmişlerdir. Bütün fiber post modellerinde servikal bölgede gösterdikleri gerilme yoğunluğu dışında gerilme etkilerinin doğal dişlere yakın olduğu ve etkilerinin doğal dişlere yakın olduğu belirtilmiştir.

Sorrentino ve arkadaşları¹³³ yaptıkları çalışmada çelik ve fiber post sistemleriyle restore edilen üst santral dişlerde gerilme dağılımları karşılaştırılmıştır. Kron ve kor materyallerinin mekanik özelliklerinin dişin gerilme seviyelerini etkilediğini, kronun düşük sertlikte olmasının posta daha yüksek gerilme ilettiği ve çelik postların restoratif sistem içinde en yüksek gerilme yoğunluğu oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Coelho ve arkadaşları⁴ farklı post ve kor grupları uygulanan zayıflamış dişlerde sonlu elemanlar yöntemi kullanarak gerilme dağılımlarını incelemişlerdir. Döküm bakır/alüminyum post ve kor, paslanmaz çelik post/kompozit kor, cam fiber post/kompozit kor, karbon fiber post/kompozit kor, zirkonyum post/kompozit kor, titanyum post/kompozit kor ve sağlam diş modellerini porselen kronla oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre zayıflamış kök yapılarında metalik olmayan postların kullanımının daha homojen gerilme dağılımı oluşturduğu, daha az başarısızlık oluşturduğu, karbon fiber ve cam fiber post kor restorasyonlarının endodontik tedavi görmüş dişlerde daha uzun ömürlü olacağı, seramik kron ve kompozit kor kullanımının da daha düşük gerilme konsantrasyonu oluşturduğunu belirtmişlerdir⁴.

Bu çalışmada, farklı şekle ve materyal özelliklerine sahip postlar, farklı materyal özelliklerine sahip adeziv rezin simanlar, kompozit kor ve seramik kron uygulanan bir üst kesici dişte uygulanan yük altında oluşan gerilme dağılımı değerlendirilmiştir. Farklı şekle sahip post uygulamalarındaki gerilme dağılımı değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların post şeklinden ziyade post elastik modülü ile ilintili olduğu görülmüş ve daha yüksek elastik modülüne sahip postların daha yüksek gerilme değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte gerilme değerleri arasındaki bu farklılık dişte sorun yaratabilecek düzeyde önemli bir etki oluşturmamıştır. Farklı elastik modülüne sahip postların yarattığı gerilme dağılımları ve gerilme değerleri de beklenildiği gibi, belirgin olmasa da, farklı

olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonuçlarına göre, çalışmanın sınırları dahilinde, hesaplanan hiçbir gerilme değeri diş için bir tehlike oluşturmamıştır. En yüksek gerilme değerleri yüklemenin uygulandığı seramik kron yapıda olmuş, kompozit kor gelen yükü absorbe ederek gerilmeleri de azaltmıştır. Bu çalışmada kullanılan farklı elastik modülüne sahip adeziv rezin simanlar değerlendirildiğinde ise, adeziv rezin simanların gerilme dağılımında belirgin bir etkisi olmadığı da saptanmıştır. Sonuç olarak, bu koşullar altında tüm bu uygulamalar dişte fraktür riskini oluşturmamıştır.

6. ÖZET

ÇEŞİTLİ POST VE ADEZİV REZİN SİMAN UYGULANAN ÜST ÖN KESER DİŞTEKİ GERİLME DAĞILIMININ ÜÇ BOYUTLU SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Bu çalışmanın amacı sağlam ya da harabiyete uğramış köklere sahip üst ön keser dişteki farklı materyal özelliklerine sahip post ve adeziv rezin siman uygulamalarının dişte oluşturduğu gerilme dağılımını üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile incelemektir.

Çalışma ANSYS Sonlu Elemanlar Paket programı kullanılarak yapıldı. Sağlam diş köklerinde Light-Post™, Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™, Snow Post olmak üzere 5 farklı post uygulaması yapıldı. Her bir post uygulamasında sahip Panavia™ F 2.0, Clearfil™ SA Cement ve RelyX™ Unicem 2 olmak üzere üç farklı adeziv siman kullanıldı. Orta ve yüksek düzeyde harabiyete uğramış dişlerde ise sadece iki post için (Light-Post™, Aestheti-Plus Post™) iki farklı adeziv rezin siman uygulamaları yapıldı. Tüm uygulamalarda diş kompozit rezin kor (Filtek™ Z250 Universal Restorative) ve seramik kron IPS Empress® ile restore edildi. Dişin kesici kenarına dişin uzun eksenine ile 26 derecelik bir açı yapacak şekilde 200 N yük uygulandı ve 3 Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılarak dişteki gerilme dağılımı değerlendirildi.

Çalışmanın sonuçlarına göre farklı materyal özelliklerine sahip postlarda gerilme dağılımları ve gerilme, belirgin olmasa da, farklı olarak bulundu. Bu farklılık postun elastik modülü ile ilişkilendirildi. Daha yüksek elastik modülüne sahip postlar daha yüksek gerilme değerleri gösterdi. Bununla birlikte gerilme değerleri arasındaki bu farklılık dişte sorun yaratabilecek düzeyde önemli bir etki oluşturmadı. Bu çalışmada kullanılan

farklı elastik modülüne sahip adeziv rezin simanlar değerlendirildiğinde ise, adeziv rezin simanların gerilme dağılımında belirgin bir etkisi olmadığı saptandı.

Sonuç olarak, göz önüne alınan tüm uygulamaların dişte fraktür riski oluşturmadığı gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Post, adeziv rezin siman, sonlu elemanlar yöntemi

7. SUMMARY

ANALYSIS OF STRESS DISTRIBUTION IN A MAXILLARY CENTRAL INCISOR SUBJECTED TO VARIOUS POST AND ADHESIVE RESIN CEMENT APPLICATIONS BY USING A THREE DIMENSIONAL FINITE ELEMENT METHOD

The purpose of this study is to analyze the stress distribution in a maxillary central incisor by using a three dimensional Finite Element Method. The tooth considered was assumed to have sound and weakened roots together with post and adhesive cement applications of different materials.

The study was conducted by using ANSYS package program. Light-Post™, Aestheti-Plus Post™, RelyX™ Fiber Post, D.T.Light-Post® Illusion™ X-Ro™, Snow Post applications were considered for teeth with sound roots. In each post application Panavia™ F 2.0, Clearfil™ SA Cement and RelyX™ Unicem 2 adhesive cements were utilized. For the teeth which were assumed to be slightly or heavily weakened, only two different post applications of Light-Post™ and Aestheti-Plus Post™ were considered together with two different adhesive cement applications. In all the teeth models studied, the restoration was made by using composite resin core Filtek™ Z250 Universal Restorative and ceramic crown IPS Empress®. A 200 N force, which made 26° with the longitudinal axis of the tooth, was applied on the incisal side and the stress distributions were calculated by using Three Dimensional Finite Element Method.

The results revealed that the stress distributions, although not significant, were different for different post applications. This was attributed to the Young's Moduli of the posts. The posts with higher Young's Modulus

resulted in von Mises stress values. Although they were different the stress levels by no means close to the so called dangerous levels which could lead to probable fracture in the teeth. On the other hand different adhesive cements were found to yield not appreciable differences in the stress levels for the same post applications.

Keywords: Post, adhesive resin cement, Finite Element Method

8. KAYNAKLAR

1. Zicari F, Van Meerbeek B, Debels E, Lesaffre E, Naert I. An up to 3-Year Controlled Clinical Trial Comparing the Outcome of Glass Fiber Posts and Composite Cores with Gold Alloy-Based Posts and Cores for the Restoration of Endodontically Treated Teeth. *Int J Prosthodont* 2011;24(4):363-72.
2. Mahmoudi M, Saidi A, Gandjalikhan Nassab SA, Hashemipour MA. A three-dimensional finite element analysis of the effects of restorative materials and post geometry on stress distribution in mandibular molar tooth restored with post-core crown. *Dent Mater J* 2012;31(2):171-9.
3. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent* 2005;94(4):321-9.
4. Coelho CS, Biffi JC, Silva GR, et al. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. *Dent Mater J* 2009;28(6):671-8.
5. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:77-83.
6. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003;19(3):199-205.

7. Rathke A, Haj-Omer D, Muche R, Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci* 2009;117(5):604-10.
8. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30(5):289-301.
9. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent* 2007;20(6):353-60.
10. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23(13):2667-82.
11. Li Q, Xu B, Wang Y, Cai Y. Effects of auxiliary fiber posts on endodontically treated teeth with flared canals. *Oper Dent* 2011;36(4):380-9.
12. Hegde J, Ramakrishna, Bashetty K, et al. An in vitro evaluation of fracture strength of endodontically treated teeth with simulated flared root canals restored with different post and core systems. *J Conserv Dent* 2012;15(3):223-7.
13. Al-Omiri MK, Mahmoud AA, Rayyan MR, Abu-Hammad O. Fracture resistance of teeth restored with post-retained restorations: an overview. *J Endod* 2010;36(9):1439-49.
14. Chang HS, Noh YS, Lee Y, Min KS, Bae JM. Push-out bond strengths of fiber-reinforced composite posts with various resin cements according to the root level. *J Adv Prosthodont* 2013;5(3):278-86.

15. Bacchi A, Dos Santos MB, Pimentel MJ, et al. Influence of post-thickness and material on the fracture strength of teeth with reduced coronal structure. *J Conserv Dent* 2013;16(2):139-43.
16. Darendeliler S, Darendeliler H, Kinoglu T. Analysis of a central maxillary incisor by using a three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil* 1992;19(4):371-83.
17. Yaman SD, Alacam T, Yaman Y. Analysis of stress distribution in a vertically condensed maxillary central incisor root canal. *J Endod* 1995;21(6):321-5.
18. Yaman SD, Sahin M, Aydin C. Finite element analysis of strength characteristics of various resin based restorative materials in Class V cavities. *J Oral Rehabil* 2003;30(6):630-41.
19. Romeed S, Hayes RN, Malik R, Dunne S. Extra-sinus zygomatic implant placement in the rehabilitation of the atrophic maxilla: 3D-Finite element stress analysis. *J Oral Implantol* 2013.
20. Zicari F, Van Meerbeek B, Scotti R, Naert I. Effect of fibre post length and adhesive strategy on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *J Dent* 2012;40(4):312-21.
21. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int* 2008;39(2):117-29.
22. Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):vi, 397-416.

23. Rivera EM, Yamauchi M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Arch Oral Biol* 1993;38(7):541-6.
24. Tait CM, Ricketts DN, Higgins AJ. Restoration of the root-filled tooth: pre-operative assessment. *Br Dent J* 2005;198(7):395-404.
25. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992;18(7):332-5.
26. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67(4):458-67.
27. Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1995;21(2):57-61.
28. Fu G, Deng F, Wang L, Ren A. The three-dimension finite element analysis of stress in posterior tooth residual root restored with postcore crown. *Dent Traumatol* 2010;26(1):64-9.
29. Alaçam T. *Endodonti*, Ankara: Özyurt Matbaacılık; 2012.
30. Alaçam T, Nalbant, L., Alaçam, A. *İleri restorasyon teknikleri*. Turkey: Polat Yayınları; 1998.
31. Abramovitz L, Lev R, Fuss Z, Metzger Z. The unpredictability of seal after post space preparation: a fluid transport study. *J Endod* 2001;27(4):292-5.
32. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont* 2001;14(4):355-63.

33. Fredriksson M, Astback J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent* 1998;80(2):151-7.
34. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int* 2005;36(9):737-46.
35. Huysmans MC, Klein MH, Kok GF, Whitworth JM. Parallel post-space preparation in different tooth types ex vivo: deviation from the canal centre and remaining dentine thickness. *Int Endod J* 2007;40(10):778-85.
36. Alomari QD, Barrieshi KM, Al-Awadhi SA. Effect of post length and diameter on remaining dentine thickness in maxillary central and lateral incisors. *Int Endod J* 2011;44(10):956-66.
37. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent* 1999;81(4):380-5.
38. Buttel L, Krastl G, Lorch H, et al. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J* 2009;42(1):47-53.
39. Erdemir U, Sar-Sancakli H, Yildiz E, Ozel S, Batur B. An in vitro comparison of different adhesive strategies on the micro push-out bond strength of a glass fiber post. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011.
40. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent* 2003;90(6):556-62.
41. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005;136(5):611-9.

42. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. J Dent 1999;27(4):275-8.

43. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. J Endod 2001;27(12):758-61.

44. Yavuzylmaz H. Metal destekli estetik (veneer-kaplama) kronlar. Ankara: Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi; 1996.

45. Dikbaş İK, T. Post kor uygulamalarında başarısızlıklar. Atatürk Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg. 2006;16(2):41-51.

46. Bitter K, Eirich W, Neumann K, Weiger R, Krastl G. Effect of cleaning method, luting agent and preparation procedure on the retention of fibre posts. Int Endod J 2012.

47. Perdigao J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. J Prosthodont 2007;16(3):154-64.

48. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. J Endod 2012;38(4):432-5.

49. Uzun G. KF. Geleneksel Post-Core Sistemlerine Bir Alternatif: Polietilen Fiber Post. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2007;31(2):43-48.

50. Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. Dent Clin North Am 2002;46(2):367-84.

51. Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J* 2012;23(2):135-740.

52. Ricketts DN, Tait CM, Higgins AJ. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. *Br Dent J* 2005;198(9):533-41.

53. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. *J Prosthet Dent* 1978;39(4):400-5.

54. Johnson JK, Sakumura JS. Dowel form and tensile force. *J Prosthet Dent* 1978;40(6):645-9.

55. KORKMAZ T, NALBANT L. ZİRKONYUM SERAMİK POST UYGULAMASI. *Cumhuriyet üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 1998;1(1):64-67.

56. Corum J. M. BRL, Liu K. C. , Ruggles M.B. Basic Properties of Reference Crossply Carbon-Fiber Composite [online]. 2000 [cited 2011 Feb 23]. Available from : URL :<http://web.ornl.gov/~webworks/cpr/v823/rpt/106099.pdf>.

57. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int* 1996;27(2):93-7.

58. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater* 2002;18(8):596-602.

59. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J* 2003;195(1):43-8; discussion 37.

60. Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod* 2002;28(9):629-33.
61. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dent Mater* 2005;21(8):709-15.
62. Uddanwadiker RV, Padole PM, Arya H. Effect of variation of root post in different layers of tooth: linear vs nonlinear finite element stress analysis. *J Biosci Bioeng* 2007;104(5):363-70.
63. Sorrentino R, Aversa R, Ferro V, et al. Three-dimensional finite element analysis of strain and stress distributions in endodontically treated maxillary central incisors restored with different post, core and crown materials. *Dent Mater* 2007;23(8):983-93.
64. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *Int J Prosthodont* 2007;20(3):293-8.
65. Levent H KL. Protez kaide rezinlerinin güçlendirilmesi. *GÜ Diş Hek Fak Der* 2004;21:135- 42.
66. Stipho HD. Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent* 1998;79(5):580-4.
67. Qualtrough AJ, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent* 2003;28(1):86-91.
68. Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22(8):752-8.

69. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp: Mosby Elsevier; 2010.

70. Sasanaluckit P, Albustany KR, Doherty PJ, Williams DF. Biocompatibility of glass ionomer cements. *Biomaterials* 1993;14(12):906-16.

71. Hubel S, Mejare I. Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. *Int J Paediatr Dent* 2003;13(1):2-8.

72. Cury AH, Goracci C, de Lima Navarro MF, et al. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod* 2006;32(6):537-40.

73. Chutinan S, Platt JA, Cochran MA, Moore BK. Volumetric dimensional change of six direct core materials. *Dent Mater* 2004;20(4):345-51.

74. K.J. A. Phillips' Science of Dental Materials. St. Louis: Saunders; 2003.

75. Oliveira AS, Ramalho ES, Ogliari FA, Moraes RR. Bonding self-adhesive resin cements to glass fibre posts: to silanate or not silanate? *Int Endod J* 2011;44(8):759-63.

76. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011;38(4):295-314.

77. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent* 2008;10(4):251-8.

78. Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hammerle CH, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mater* 2012;28(11):1183-90.

79. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent* 1999;81(5):597-609.

80. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, et al. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent* 2009;37(2):115-21.

81. Ausiello P, Franciosa P, Martorelli M, Watts DC. Mechanical behavior of post-restored upper canine teeth: a 3D FE analysis. *Dent Mater* 2011;27(12):1285-94.

82. Christensen GJ. The all-ceramic restoration dilemma: where are we? *J Am Dent Assoc* 2011;142(6):668-71.

83. Ulusoy M, Aydın A.K. *Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler*; 2003.

84. Darendeliler S. Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak Yapılan Üç Boyutlu Gerilme Analizi İle Mine Preparasyon Teknikleri ve Pin Kullanımını Kapsayan Çeşitli Ön Diş Restorasyonlarının Kıyaslanarak Kırılma Olasılığı En Az Olan Restorasyon Tipinin İncelenmesi. Doktora, Ankara, Gazi Üniversitesi, 1988. .

85. Yaman SD, Karacaer O, Sahin M. Stress distribution of post-core applications in maxillary central incisors. *J Biomater Appl* 2004;18(3):163-77.

86. Er O, Yaman SD, Hasan M. Finite element analysis of the effects of thermal obturation in maxillary canine teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(2):277-86.

87. Geramy A, Eghbal MJ, Ehsani S. Stress Distribution Changes after Root Canal Therapy in Canine Model: A Finite Element Study. *Iran Endod J* 2008;3(4):113-18.

88. Poiate IA, Vasconcellos AB, Mori M, Poiate E, Jr. 2D and 3D finite element analysis of central incisor generated by computerized tomography. *Comput Methods Programs Biomed* 2011;104(2):292-9.

89. Toksavul S, Zor M, Toman M, et al. Analysis of dentinal stress distribution of maxillary central incisors subjected to various post-and-core applications. *Oper Dent* 2006;31(1):89-96.

90. Yang HS, Lang LA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. *J Prosthet Dent* 2001;85(6):558-67.

91. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *J Prosthet Dent* 2010;104(6):379-88.

92. Silva NR, Castro CG, Santos-Filho PC, et al. Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J Dent Res* 2009;20(2):153-8.

93. Garbin CA, Spazzin AO, Meira-Junior AD, et al. Biomechanical behaviour of a fractured maxillary incisor restored with direct composite resin only or with different post systems. *Int Endod J* 2010;43(12):1098-107.

94. Afroz S, Tripathi A, Chand P, Shanker R. Stress pattern generated by different post and core material combinations: A photoelastic study. *Indian J Dent Res* 2013;24(1):93-7.

95. Nelson SJ, Ash MM. *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion*: SAUNDERS W B Company; 2010.

96. Aggarwal S, Garg V. Finite element analysis of stress concentration in three popular brands of fiber posts systems used for maxillary central incisor teeth. *J Conserv Dent* 2011;14(3):293-6.

97. Jongsma LA. Shear bond strength of three dual-cured resin cements to dentin analyzed by finite element analysis [online]. 2012 [cited 2012 March 20]. Available from : URL : <http://dare.uva.nl/document/353653>.

98. Mattos CM, Las Casas EB, Dutra IG, Sousa HA, Guerra SM. Numerical analysis of the biomechanical behaviour of a weakened root after adhesive reconstruction and post-core rehabilitation. *J Dent* 2012;40(5):423-32.

99. Gonzalez-Lluch C, Perez-Gonzalez A, Sancho-Bru JL, Rodriguez-Cervantes PJ. Mechanical performance of endodontic restorations with prefabricated posts: sensitivity analysis of parameters with a 3D finite element model. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2012.

100. Bessone L. Analysis of biomechanical behaviour of esthetic post-restored teeth through two different methods. *Rev. Assoc. Odontol.* 2010;98(2):149-57.

101. Zogheib LV, Pereira JR, do Valle AL, de Oliveira JA, Pegoraro LF. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. *Braz Dent J* 2008;19(4):329-33.

102. Ukon S, Moroi H, Okimoto K, et al. Influence of different elastic moduli of dowel and core on stress distribution in root. *Dent Mater J* 2000;19(1):50-64.

103. de Castro Albuquerque R, Polleto LT, Fontana RH, Cimini CA. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil* 2003;30(9):936-43.

104. Ko CC, Chu CS, Chung KH, Lee MC. Effects of posts on dentin stress distribution in pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1992;68(3):421-7.

105. Ona M, Wakabayashi N, Yamazaki T, Takaichi A, Igarashi Y. The influence of elastic modulus mismatch between tooth and post and core restorations on root fracture. *Int Endod J* 2013;46(1):47-52.

106. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent* 2002;87(4):431-7.

107. Peters MC, Poort HW, Farah JW, Craig RG. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. *J Dent Res* 1983;62(6):760-3.

108. Yoldas O, Akova T, Uysal H. An experimental analysis of stresses in simulated flared root canals subjected to various post-core applications. *J Oral Rehabil* 2005;32(6):427-32.

109. Torbjorner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995;73(5):439-44.

110. Silness J, Gustavsen F, Hunsbeth J. Distribution of corrosion products in teeth restored with metal crowns retained by stainless steel posts. *Acta Odontol Scand* 1979;37(6):317-21.

111. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000;13(Spec No):9B-13B.

112. Boschian Pest L, Guidotti S, Pietrabissa R, Gagliani M. Stress distribution in a post-restored tooth using the three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil* 2006;33(9):690-7.

113. Duret B, Reynaud M, Duret F. [New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost (1)]. *Chir Dent Fr* 1990;60(540):131-41 contd.

114. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 1999;81(3):262-9.

115. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont* 2004;17(4):476-82.

116. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. *J Adhes Dent* 1999;1(2):153-8.

117. Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, et al. Influence of prefabricated post material on restored teeth: fracture strength and stress distribution. *Oper Dent* 2006;31(1):47-54.

118. Papadopoulos T, Papadogiannis D, Mouzakis DE, Giannadakis K, Papanicolaou G. Experimental and numerical determination of the mechanical response of teeth with reinforced posts. *Biomed Mater* 2010;5(3):035009.

119. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod* 2008;34(8):1006-10.

120. Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, et al. The effect of different full-coverage crown systems on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary incisors restored with and without glass fiber posts. *J Endod* 2008;34(7):842-6.

121. Signore A, Kaitsas V, Ravera G, Angiero F, Benedicenti S. Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. *Int J Prosthodont* 2011;24(3):255-63.

122. Adanir N, Belli S. Stress analysis of a maxillary central incisor restored with different posts. *Eur J Dent* 2007;1(2):67-71.

123. Rodriguez-Cervantes PJ, Sancho-Bru JL, Barjau-Escribano A, et al. Influence of prefabricated post dimensions on restored maxillary central incisors. *J Oral Rehabil* 2007;34(2):141-52.

124. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont* 2008;21(4):328-36.

125. Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NH. Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent* 2007;35(10):778-86.

126. Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent* 2003;5(3):243-7.

127. Li LL, Wang ZY, Bai ZC, et al. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *Chin Med J (Engl)* 2006;119(4):305-11.

128. Nakamura T, Ohyama T, Waki T, et al. Stress analysis of endodontically treated anterior teeth restored with different types of post material. *Dent Mater J* 2006;25(1):145-50.

129. Mezzomo LA, Corso L, Marczak RJ, Rivaldo EG. Three-dimensional FEA of effects of two dowel-and-core approaches and effects of canal flaring on stress distribution in endodontically treated teeth. *J Prosthodont* 2011;20(2):120-9.

130. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater* 2006;22(5):477-85.

131. Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2002;88(4):442-8.

132. Bolla M, Laplanche, O. et al. Elastic modulus and stress distribution: finite element analysis. *J Dent Res. Vol 84 (Spec. Iss. A) Abstract #2933.* 2005.

133. Sorrentino R, Salameh Z, Apicella D, et al. Three-dimensional finite element analysis of stress and strain distributions in post-and-core treated maxillary central incisors. *J Adhes Dent* 2007;9(6):527-36.

9. TEŞEKKÜR

Doktora tezimde ODTÜ'ye ait ANSYS paket programı kullanılmıştır. Bu programın kullanılmasında değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Melin ŞAHİN'e,

Lisans ve doktora eğitimim boyunca insani ve akademik olarak bana her zaman destek olan danışman hocam Prof. Dr. Sis DARENDELİLER YAMAN' a,

Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesinde eğitimimde emeği olan bütün hocalarıma,

Doktora eğitimim boyunca her zaman çok eğlendiğim, sıkıntılarımızı, mutluluklarımızı, hayatımızı paylaştığımız Şebnem EROL, Tandoğan MANGAL başta olmak üzere, doktora biten ve bitecek olan bütün dostlarım ve arkadaşlarıma,

Son olarak da her zaman yanımda olan ve beni destekleyen, her zaman hayatımda olacak olan, annem Münevver ÇELİKKOL, ağabeyim Serdar AKTUNA ve eşi DUYGU AKTUNA, kardeşlerim Tuğcan ÖZSEFER, Ozan BELGE ve eşim Gülce YÜKSEL AKTUNA' ya teşekkür ederim.

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Mehmet Serkan

Soyadı: Aktuna

Doğum Yeri ve Tarihi: Diyarbakır, 24.02.1981

2007-2013: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programı

1998-2004: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

1995-1998: Özel Arı Fen Lisesi

1992-1995: Cebeci Ortaokulu

1987-1992: İltekin İlkokulu

Yabancı Dil: İngilizce