



## ÇEŞİTLİ MALZEMELERLE KAPLANMIŞ ÜST KANİNDE SICAKLIK DAĞILIMININ İNCELENMESİ

(*INVESTIGATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE UPPER CANINE  
COATED BY VARIOUS MATERIALS*)

Mümin KÜÇÜK\*

### ÖZET / ABSTRACT

Bu çalışmada, çeşitli metal ve metal-seramik malzemelerle kaplanmış üst kaninde oluşan sıcaklık dağılımı incelenmiştir. Dişin modellenmesi, hem sonlu eleman modelleyebilen hem de gerilme-şekil değiştirme analizi yapabilen bir paket program olan ANSYS 5.3 kullanılarak yapılmıştır. Metal-seramik kaplamaların yüzeyinde oluşan sıcaklık, metal kaplamaların yüzeyinde oluşan sıcaklıktan daha yüksek çıkmıştır. Metal-seramik kaplamalarda dişin dentin kısmı ile seramik kaplamanın dış yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı, metal kaplamalardaki dişin dentin kısmı ile metal kaplamanın dış yüzeyi arasındaki sıcaklık farkından yaklaşık üç kat daha fazla çıkmıştır. Bu çalışma, ağza alınan yiyecek ve içeceklerin sıcaklığı ile dişin kendi sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle dişte ve dişin kaplama kısmında oluşan ısıl gerilmelerin incelenmesinde yardımcı olacaktır.

*In this study, temperature distribution in the upper canine coated by various metal and metal-ceramic materials has been investigated. The modeling of tooth has been done by using a specific computer program ANSYS 5.3 that is capable of both finite element modeling and stress-strain analysis. Temperature occurring on the surface of the metal-ceramic crowns is higher than the temperature occurring on the surface of the metal crowns. The temperature change between the dentine part of the tooth and the outer surface of the porcelain crown in metal-ceramic crowns, has been found to be approximately three times greater than that between the dentine part of the tooth and the outer surface of the metal crown in metal crowns. This study will be helpful in the investigation of thermal stresses occurring at the tooth and the crown part of the tooth due to the temperature difference between the temperature of the food or drink taken to mouth and the self temperature of the tooth.*

### ANAHTAR KELİMELER / KEY WORDS

Sıcaklık, Kaplama, Kanin, Seramik  
*Temperature, Crown, Canine, Ceramic*

## 1. GİRİŞ

Dişin insan sağlığı açısından çok önemli olduğu şüphesizdir. Bununla birlikte, yaşlanmaya paralel olarak deforme olması kaçınılmazdır. Bu durumda fonksiyonlarını devam ettirebilmesi için restore edilir. Her şeyden önce dişte kullanılan malzemeler hem biyolojik hem de kimyasal olarak uyumlu olmalıdır. Bunun yanında, kaplamaların değiştirme işlemi çok pahalı olduğundan, kaplamaların mümkün olduğu kadar uzun süre aşınmadan, kırılmadan kullanılabilmesini sağlamak gerekmektedir. Bunlara ilave olarak, dayanıklılık, estetik, imalat kolaylığı ve fiyatı gibi faktörlerde tercih sebebidir.

Restoratif dental malzemeler, kullanımdaki kimyasal ve biyolojik etkileşim ve uyum kadar fiziksel ve mekanik özellikler de göz önünde bulundurularak imalatçı tarafından geliştirilir ve hekim tarafından seçilir. Doku, kaplamanın fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin toplamına göre onarıma (restorasyona) tepki gösterir. Dental malzemelerin kalitesinin ölçülmesinde tek özellik kullanılamaz. Malzemenin kalitesinin ölçülmesinde çoğu kez birkaç özellik birlikte kullanılır. Farklı kaplama malzemelerinin özelliklerinin karşılaştırılması önemli olmakla birlikte destek dokusunun kalitesinin bilinmesi gereklidir. Çoğu kaplama kullanım sırasında kırılma ve deformasyon sonucu bozulurken, iyi yapılmış bir restorasyon da destek dokusunun bozulması sebebiyle kullanılamaz hale gelebilir. Netice itibarıyla, restorasyonların tasarımında ve test sonuçlarının yorumlanmasında, restorasyonun başarısının (kalitesinin) yalnızca fiziksel kalitesine bağlı olmadığı aynı zamanda destek dokusunun fizyolojik kalitesine de bağlı olduğu hususu akıldan çıkarılmamalıdır.

Yeni yada geliştirilmiş bir restoratif malzemeyi hekim, biyolog ve malzeme bilimcisi birlikte çalışarak değerlendirmelidir. Restoratif malzemelerin özellikleriyle ilgili olarak yapılan çalışmalar özel bir branş haline gelen biyo-mühendisliğin sürekli gelişmesini sağlamaktadır. Restoratif malzemelere biyo-mühendislik prensiplerinin uygulanması gelecek yıllarda daha çok yaygınlaşacaktır.

Bu çalışmada, ağza alınan sıcak yada soğuk yiyecek ve içecekler sebebiyle çeşitli kaplama malzemeleriyle kaplanmış üst kaninde oluşan sıcaklık dağılımı incelenmiştir. Çalışmada sonlu eleman modellemesi ve gerilme-şekil değiştirme analizi yapabilen özel program olan ANSYS 5.3 yardımıyla, dişin modellemesi yapılmıştır. Daha sonra, ağza alınabilecek en yüksek yiyecek ve içecek sıcaklığıyla ilgili olarak literatür çalışması yapılmıştır. Yapılan bir deneysel çalışmada (Plant vd., 1974) bütün denekler 68 °C nin üzerindeki kahveyi içemeyecek kadar sıcak bulmuşlardır. Deneklerin çoğu 60 °C ile 68 °C arasındaki kahveyi rahatsız edecek kadar sıcak bulmakla birlikte içebilmişlerdir. 55 °C ile 60 °C arasındaki kahveyi deneklerin çoğu hala sıcak bulmakla birlikte içebilmiştir. Bütün denekler 50 °C ile 55 °C arasındaki kahveyi rahatlıkla içebilmişlerdir. Başka bir çalışmada, ağza alınabilecek yiyecek ve içeceklerin en yüksek sıcaklığı 60 °C, en düşük sıcaklığı ise 0 °C olarak alınabileceği belirtilmektedir (Spierings vd., 1987).

Bu çalışmada, daha evvel yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak, sıcak içeceklerin başlangıç sıcaklıkları 60 °C olarak seçilmiştir. Bu sıcaklığın daha sonra ağız sıcaklığına (36.5 °C) bir saniyede ulaştığı kabul edilmiştir (Toparlı, 1996). Seramik kaplamalarda seramiğin ısınması soğumasına nazaran daha tehlikeli olduğundan (McLean vd., 1976) bu çalışma sıcak yiyecek ve içecekler için yapılmıştır.

Bu şartlar altında, çeşitli tipte kaplama malzemeleri kullanılarak dişte ve dişin kaplama kısmında oluşan sıcaklık dağılımı incelendiğinde, yapılan modellemenin daha önce yapılan teorik ve deneysel çalışmalarla son derece uyumlu olduğu gösterilmiştir. Böylece, bu çalışmadan elde edilen değerler dişin ısıl gerilme analiziyle ilgili olarak daha sonra yapılabilecek diğer çalışmalarda da rahatlıkla kullanılabilir. Seramik ve metal-seramik kaplamaların kırılmaya karşı daha hassas oldukları bilinmektedir. Hem metal-seramik hem de

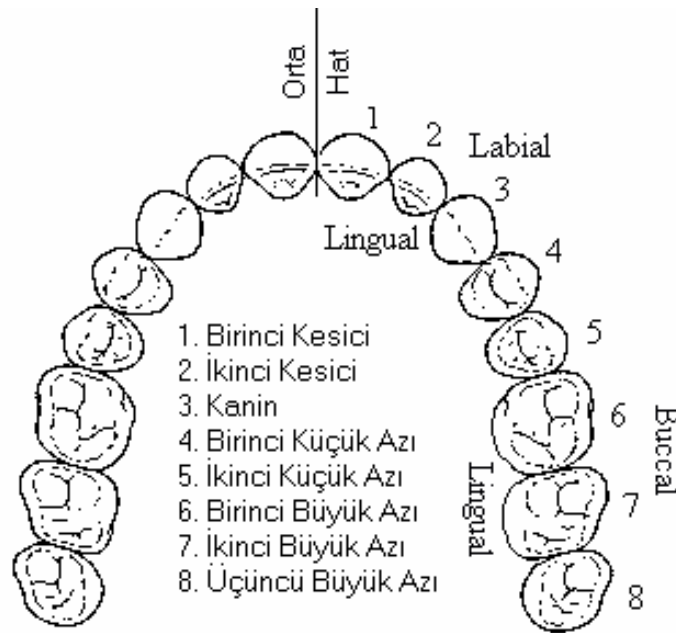
seramik kaplamalarda kullanılan seramiğin yüzeyinde yada iç kısımlarında imalattan gelen kılcal çatlaklar mevcuttur. Zamanla, ısıl gerilmeler bu çatlakların ilerlemesine neden olarak kaplamanın kırılmasına ve bozulmasına neden olabilmektedir (McLean, 1979). Bu durum, ağza alınan yiyecek ve içeceklerin sıcaklığı ile dişin kendi sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle oluşmaktadır. Dişin kaplama kısmında farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli kaplamalar kullanıldığından gerek dişte ve gerekse kaplamada oluşan sıcaklık ve dağılım da birbirinden farklı olacaktır.

Dişin kaplama kısmında metal kaplama ve metal-seramik kaplama olmak üzere iki ana tip kaplama kullanılmıştır. Bütün şartlar göz önünde bulundurularak dişte ve dişin kaplama kısmında oluşan sıcaklık değişimi incelenmiştir.

Metal-seramik kaplamalarda oluşan sıcaklık değişimi metal kaplamalarda oluşan sıcaklık değişiminden çok daha fazla olduğundan, ısıl yönden metal-seramik kaplamaların daha hassas olduğu ve zamanla daha çabuk bozulabileceği anlaşılmaktadır.

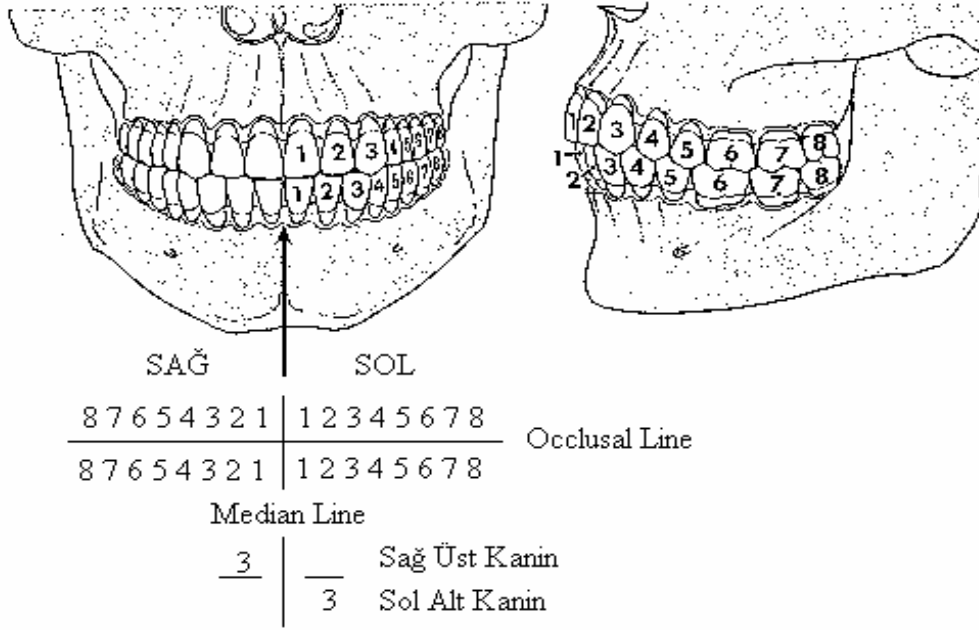
## 2. MALZEMELER VE YÖNTEM

Bu çalışmada sağ üst kanin dişi ele alınmıştır. Bu diş, dişin orta hattından itibaren üçüncü sıradadır. Dişlerin tanımlanmasında ve gösterilmesinde en çok tercih edilen ve kullanılan metod, Palmer Notasyonu veya Palmer Kodu olarak isimlendirilen methodur. Bu methoda yalnızca 8 farklı diş ismi kullanılmaktadır (Şekil 1). Palmer Notasyonunda dişlerin yeri üst, alt, sağ ve sol kavramlarıyla birlikte kolayca tanımlanabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 1 Dişin orta hattına göre diş isimleri ve diş numaraları

Modellemede kullanılan dişin geometrisi (Şekil 3) ve boyutları (Çizelge1) Wheeler's Atlas of Tooth Form (Major, 1984) adlı diş atlası kitabından alınmıştır.

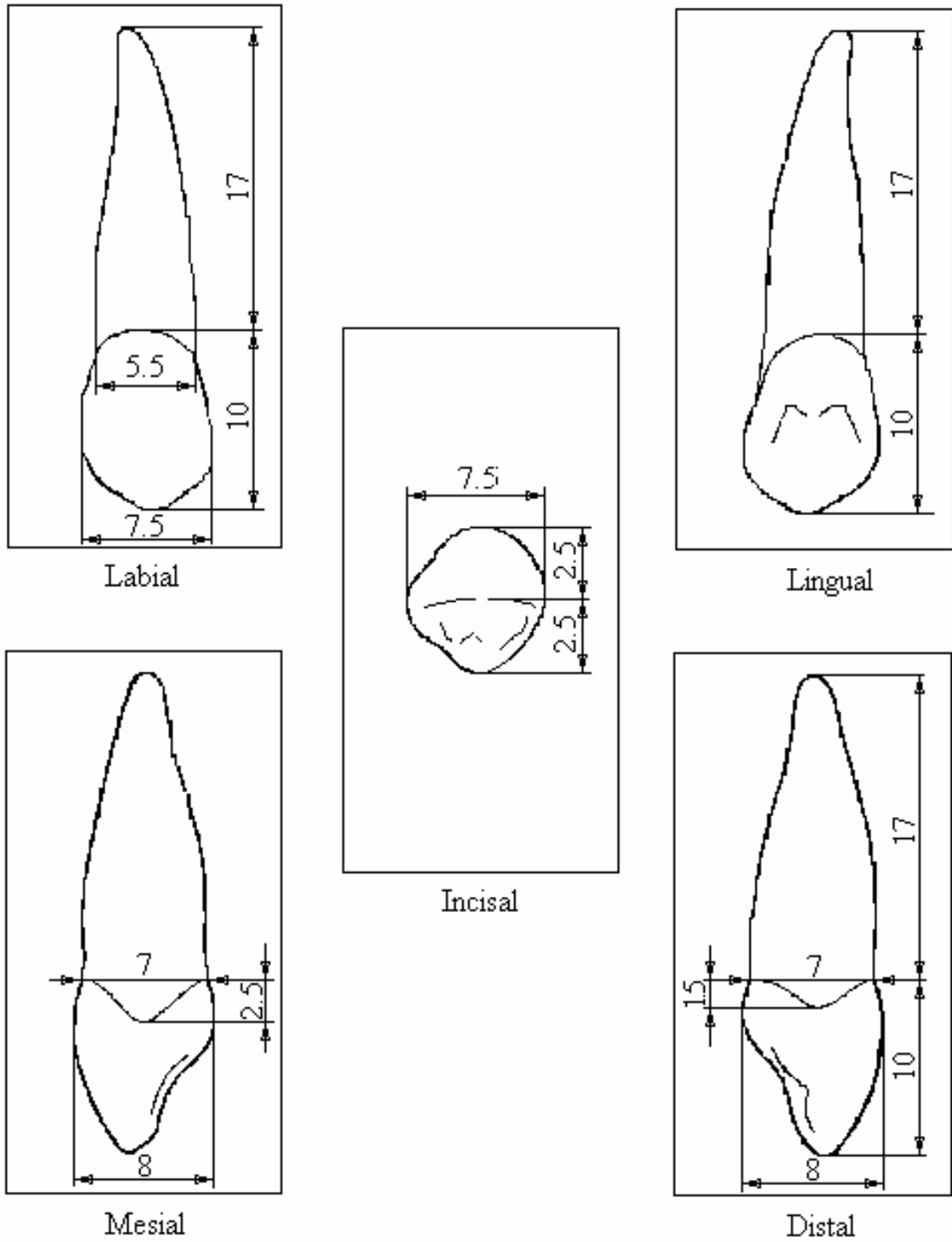


1. Birinci Kesici (First İncisor)
2. İkinci Kesici (Second İncisor)
3. Kanin (Canine)
4. Birinci Küçük Azı (First Premolar)
5. İkinci Küçük Azı (Second Premolar)
6. Birinci Büyük Azı (First Molar)
7. İkinci Büyük Azı (Second Molar)
8. Üçüncü Büyük Azı (Third Molar)

Şekil 2 Palmer notasyonuna göre sağ üst kaninin tanımlanması

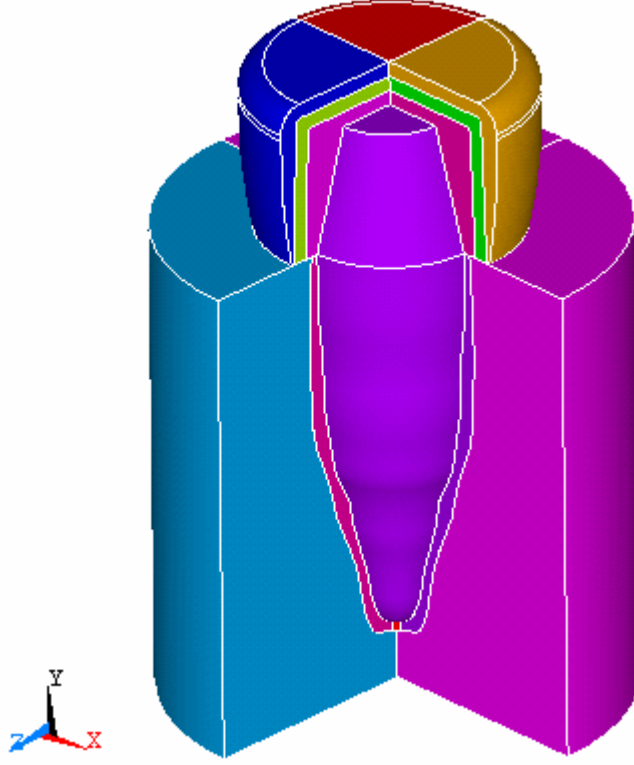
Çizelge 1.Kanin boyutları

Serviko-İncisal Kaplama Uzunluğu	10.0
Kök Uzunluğu	17.0
Mesio-Distal Kaplama Çapı	7.5
Mesio-Distal Çap (Serviks)	5.5
Labio-(or Bucco) Lingual Çap	8.0
Labio-Lingual Çap (Serviks)	7.0
Servikal Hat-Mesial Eğrisi	2.5
Servikal Hat-Distal Eğrisi	1.5

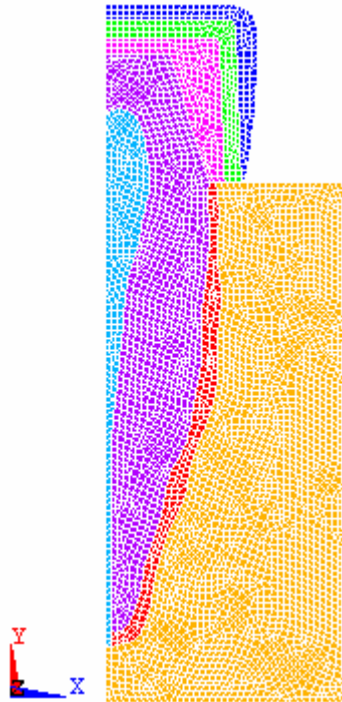


Şekil 3.Kanin geometrisi ve boyutları

Dişin modellemesi, hemsonlu eleman modellemesi hem de gerilme-şekil değiştirme analizi yapabilen özel bir bilgisayar programı olan ANSYS 5.3 yardımıyla yapılmıştır (Şekil 4). Dişin modellemesinde toplam 4101 eleman ve 4255 düğüm kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 4.ANSYS 5.3 ile dişin modellemesi

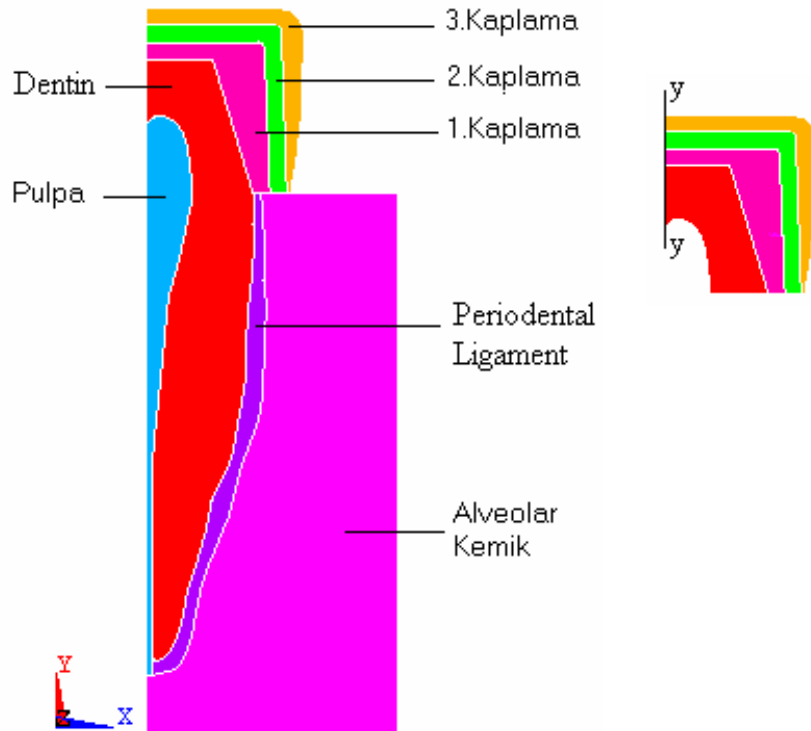


Şekil 5.ANSYS 5.3 ile elde edilen dişin sonlu eleman ağı

Bir diş mine, dentin ve pulp olmak üzere üç ana kısımdan meydana gelmektedir. Dentin ile çene kemiği(alveoler bone) arasında Periodental ligament dokusu bulunmaktadır. Dişin fiziksel özellikleri Çizelge2 de verilmektedir. Dişin mine ve dentin kısmı traşlanarak çeşitli kaplama malzemeleri ile kaplanmaktadır (Şekil 6). Çalışmada ağza alınabilecek yiyecek ve içeceklerin en yüksek sıcaklıkları 60 °C olarak alınmıştır. Diğer bir deyişle yiyecek ve içeceklerin başlangıç sıcaklıklarının 60 °C olduğu ve bir saniyede ağız sıcaklığına(36.5 °C) ulaştığı kabul edilmiştir. Bu şartlar altında dişte ve dişin kaplama kısmında oluşan zamana bağlı sıcaklık değişimi y-y eksenini boyunca incelenmiştir (Şekil 6).

Çizelge 2. Dişin fiziksel özellikleri

Malzeme	Elastisite Modülü (MPa)	Poison oranı	Yoğunluk (kg/mm <sup>3</sup> )x10 <sup>-6</sup>
Mine	48000	0.33	2.97
Dentin	18600	0.31	2.14
Periodental ligament	68.9	0.45	1
Pulpa	2.3	0.45	-
Alveolar Kemik	19620	0.30	1.3



Şekil 6. Dişin yapısı ve sıcaklık değişiminin y-y eksenini boyunca incelenmesi

Dişin kaplama kısmında metal ve metal-seramik kaplama olmak üzere iki ana tip kaplama malzemesi kullanılmıştır. Metal kaplamalar Ti, Au, Au-Ag-Pd-Pt, Co-Cr-Mo, Ni-Cr-Mo olarak 5 tiptir. Metal destekli metal-seramik kaplamaların metal kısmında ise Au-Pt-Pd-Ag, Au-Pd-Ag, Au-Pd, Pd-Ag, Ag-Pd, Co-Cr-Mo olmak üzere 7 değişik tip metal kullanılmıştır.

Kaplama malzemelerinin yüzde miktarı, fiziksel ve termal özellikleri sırasıyla Çizelge3, Çizelge4 ve Çizelge5 te görülmektedir.

Çizelge3 Kaplamaların yüzde alaşım miktarları

Alaşım	Au	Pt	Pd	Co	Ag	Cr	Ni	Mo	Cu
Au-Pt-Pd	85	8	6		1				
Au-Pd-Ag	50	-	30		12				
Au-Ag-Pd	70	3	4		13				10
Au-Pd	58	-	38						
Pd-Ag			60		30				
Ag-Pd			25		70				
Co-Cr				65		25	-	5	
Ni-Cr						17	67	6	

Çizelge4 Kaplama malzemelerinin fiziksel özellikleri

Kaplama Tipi	Elastisite Modülü (MPa)	Poison oranı	Yoğunluk (kg/mm <sup>3</sup> )x10 <sup>-6</sup>
Au-Pt-Pd	90500	0.33	18.30
Au-Pd-Ag	93500	0.33	15.78
Au-Ag-Pd	87900	0.33	16.89
Au-Pd	97200	0.33	15.70
Pd-Ag	106000	0.33	10.80
Ag-Pd	86630	0.33	11.47
Co-Cr	206300	0.33	8.52
Ni-Cr	210500	0.33	8.66
Ti	117000	0.33	4.51
Au	81000	0.33	19.30
Seramik	63000	0.19	2.40

### 3. SONUÇLAR

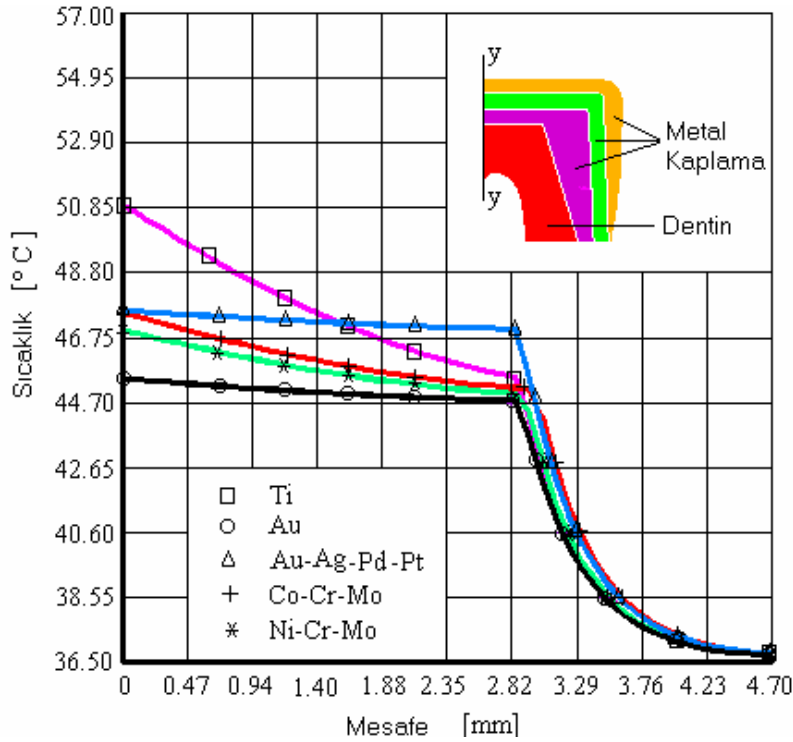
#### 3.1. Metal kaplamalarda sıcaklık değişiminin incelenmesi

Metal kaplamalar, daha evvel belirtilen şartlar göz önünde bulundurularak, termal yönden incelendiğinde en büyük sıcaklık değişiminin Ti kaplamada olduğu görülür (Şekil 7). Ti kaplamanın çevresindeki sıcaklık 60 °C iken bu kaplamanın yüzeyinde oluşan sıcaklık 50.85 °C olmaktadır. En düşük sıcaklık değişimi ise Au kaplamada meydana gelmektedir. Altın kaplamanın yüzeyinde 45.5 °C sıcaklık oluşmaktadır. Au-Ag-Pd-Pt kaplaması Au kaplamaya nazaran daha büyük sıcaklık değişimi (47.5 °C) göstermekle birlikte, termal özellikleri birbirine yakın olduğundan, Au kaplamaya benzer bir dağılım göstermektedir. Au-Ag-Pd-Pt kaplama ile Au kaplama arasındaki Co-Cr-Mo ve Ni-Cr-Mo kaplamaları, termal özellikleri birbirine yakın olduğundan, birbirlerine benzer bir dağılım göstermişlerdir. Dentinin iç kısmında bütün kaplamalar aynı dağılım şeklini göstermişlerdir.



Çizelge 5. Bazı malzemelerin termal özellikleri

Malzeme	Isıl Genleşme Katsayısı $\alpha$ ( $1/^\circ\text{C} \times 10^{-6}$ )	Isı İletim Katsayısı $k$ (Cal mm/ mm <sup>2</sup> sn $^\circ\text{C}$ )x10 <sup>-4</sup>	Özgül Isı $c$ (Cal/kg $^\circ\text{C}$ )
Mine	10	2.23	180
Dentin	11.4	1.36	280
Per. Lig.	-	1.42	1000
Alv. Kemik	11.40	1.40	440
Au-Pt-Pd	15.48	637	33
Au-Pd-Ag	14.24	571	43
Au-Ag-Pd	15	732	42
Au-Pd	13.30	495	42
Pd-Ag	14.30	445	57
Ag-Pd	17.30	781	57
Co-Cr	10	173	100
Ni-Cr	11.14	217	105
Ti	11.90	52.3	124
Au	14.40	710	31
Seramik	7.10	2.39	167



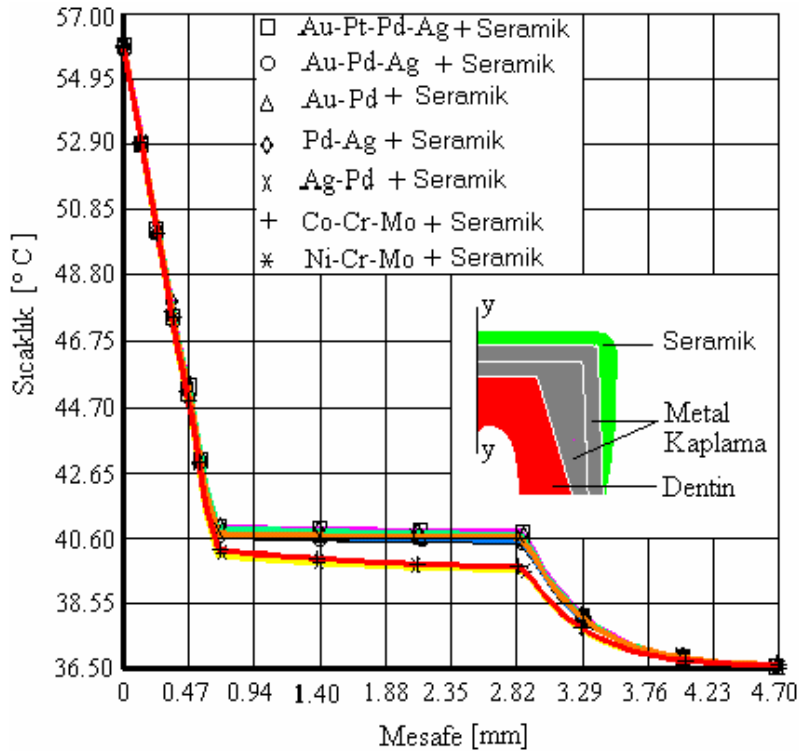
Şekil 7.Çeşitli metal malzemelerle kaplanmış dişte oluşan sıcaklık dağılımı

### 3.2. Metal-Seramik kaplamalarda sıcaklık değişiminin incelenmesi

Metal-seramik kaplamalar, metal kaplamalardan çok farklı bir sıcaklık değişimi göstermektedir. Bunun nedeni metal-seramik kaplamalarda kullanılan porselenin termal genişleme katsayısının diğer metallere nazaran çok küçük olmasıdır. Co-Cr-Mo ve Ni-Cr-Mo birbirlerinin aynı sıcaklık dağılımı gösterirken bunların dışındaki diğer metal-seramik kaplamalarda birbirlerinin aynı dağılımı göstermişlerdir (Şekil 8).

Kaplamanın çevresindeki sıcaklık 60 °C iken bütün metal-seramik kaplamaların dış yüzeyinde (porselenin yüzeyinde) oluşan sıcaklık yaklaşık 56 °C olmaktadır. Bu değer, 0.5 mm kalınlığındaki porselen kaplamanın hemen altındaki metal kaplamanın üst yüzeyinde, Co-Cr-Mo ve Ni-Cr Mo hariç, bütün metal-seramik kaplamalarda yaklaşık 41 °C ye Co-Cr-Mo ve Ni-Cr-Mo kaplamalarda ise yaklaşık 40 °C ye düşmektedir. Bu değerler dentinin üstten itibaren yaklaşık dörtte birine kadar hemen hemen aynı kalmaktadır. Co-Cr-Mo ve Ni-Cr-Mo kaplamalarda ise çok az bir miktar düşmektedir. Bu kısımdan başlayarak bütün metal-seramik kaplamalar benzer bir dağılım göstererek, dentinin alt kısmında 36.5 °C ye düşmektedir.

Metal-seramik kaplamalarda metal kaplamanın üzerindeki 0.5 mm lik porselen kaplamanın üst yüzeyinde oluşan 56 °C sıcaklığın porselenin hemen altındaki metal yüzeyinde yaklaşık 41 °C ye ani bir şekilde düşmesi bu kaplamaların termal yönden metal kaplamalara nazaran çok hassas olduğunu ve bu kaplamalarda termal gerilmelerin metal kaplamalara göre çok daha yüksek olacağını göstermektedir.



Şekil 8. Metal-seramik kaplamalarda y-y eksenini boyunca oluşan sıcaklık dağılımı

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Metal kaplamalarda en yüksek sıcaklık değişiminin Ti kaplamada en düşük sıcaklık değişiminin ise Au kaplamada olduğu görülmüştür.

Ti kaplamanın yüzeyinde oluşan sıcaklık 51 °C, Au kaplamanın yüzeyinde oluşan sıcaklık ise 45 °C olmaktadır.

Metal-seramik kaplamalarda seramik kaplama yüzeyinde oluşan sıcaklık birbirlerine çok yakın olup yaklaşık 56 °C dir.

Metal-seramik kaplamalar metal kaplamalardan çok farklı bir sıcaklık değişimi göstermişlerdir.

Metal seramik kaplamalarda seramik kaplamanın yüzeyindeki sıcaklık porselenin hemen altındaki metal yüzeyinde ani bir şekilde düşmektedir.

Metal kaplamalardaki sıcaklık değişiminde ani düşüşler görülmemektedir.

Metal seramik kaplamalarda sıcaklık değişim aralığı metal kaplamalara göre daha yüksek ve ani olduğundan termal yönden incelendiğinde metal-seramik kaplamaların metal kaplamalara göre çok daha hassas olduğu ve bu kaplamalarda termal gerilmelerin, metal kaplamalara göre çok daha yüksek çıkacağını göstermektedir.

#### KAYNAKLAR

- Major, Mash. (1984): "Wheeler's atlas of tooth form". W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Mclean, J.W.; Kedge, M. I.; Hubbard, J. R. (1976): The bounded alumina crown. "Aust. Dent. J.", p.21-262.
- Mclean, J.W. (1979): "The science and art of dental ceramics. Monographs 1-4". Quintessence Publishing Co., Chicago.
- Plant, C. G.; Johns, D. W.; Darvell, B. W. (1974). The heat evolved end temperatures attained during setting restorative materials. "Br. Dent. J.", p. 233-238.
- Spierings, Th. A. M.; Peters, M. C. R. B.; Bosman, F.; Plasschaert, A. J. M. (1987): Verification of Theoretical Modeling of Heat Transmission in Teeth by in vivo Experiments. "Dent. Mat."
- Toparlı, M. (1996): "An investigation behavior of teeth by using various dental materials". Ph.D. Thesis, İzmir, Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.