



**ALİMINOS PORSELEN DESTEKLİ SERAMİKLE KAPLANMIŞ
ÜST KANİNDE TERMAL GERİLME ANALİZİ**

**(ANALYSIS OF THERMAL STRESSES IN THE UPPER CANINE COATED
BY ALUMINOUS PORCELAIN REINFORCED CERAMICS)**

Mümin KÜÇÜK*

ÖZET/ABSTRACT

Bu çalışmada, Alüminos porselen destekli seramikle kaplanmış üst kaninde alüminos porselen ve seramik kalınlığının değişimine bağlı olarak tasarlanan iki modelde oluşan termal gerilmeler incelenmiştir. Dişin modellemesi, hem sonlu eleman modelleyebilen hem de gerilme-şekil değiştirme analizi yapabilen bir paket program olan ANSYS 5.3 kullanılarak yapılmıştır. Birinci kaplama modelinde oluşan gerilmelerin, ikinci kaplama modelinde oluşan gerilmelerden daha yüksek çıkması, bu modelin termal yönden daha hassas olduğunu ve diğerine göre daha çabuk deforme olacağını göstermektedir. Her iki modelde de; üstteki seramik kaplama ile alttaki destek kaplama arasındaki temas bölgesinde gerilmeler işaret değiştirmektedir. Ağıza sürekli olarak sıcak ve soğuk yiyecek ve içecek alımı dolayısıyla bir kaplamada defalarca oluşan ve işaret değiştiren basma ve çekme gerilmeleri sebebiyle, kaplamada zamanla termal yorulmalar oluşacaktır. Bu da ayrıca kayda değer bir araştırma konusudur.

In this study, temperature distribution in the upper canine coated by Aluminous porcelain reinforced ceramic is investigated by creating two models depending on the thickness variations of aluminous porcelain and ceramic. The modeling process has been carried out by the software program ANSYS 5.3, capable of finite element modeling and for stress-strain analysis. The fact that the stress values are higher in the first model compared to those in the second model indicates that this model is more sensitive in terms of thermal stresses and it will deform more easily than the second model. In both models, the stresses at the contact area between the ceramic coating at the upper region and the reinforced coating at the lower region, change sign. Due to the continuous hot-cold food and drink intake to the mouth, the tensional and compressional stresses generated at the coating, leads to the formation of thermal fatigue with time. This is itself can be a unique subject of research.

ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Kaplama, Kanin, Seramik, Aliminos porselen
Crown, Canine, Ceramic, Aluminous porcelain

1. GİRİŞ

İnsan sağlığında önemli bir yeri olan diş, zamanla deforme olmaktadır. Bu durumda fonksiyonlarını devam ettirebilmesi için restore edilmesi gerekir. Her şeyden önce dişte kullanılan malzemeler hem biyolojik hemde 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 itibariyle, restorasyonların tasarımında ve test sonuçlarının yorumlanmasında, restorasyonun başarısının (kalitesinin) yalnızca fiziksel kalitesine bağlı olmadığı aynı zamanda destek dokusunun fizyolojik kalitesine de bağlı olduğu bir gerçektir.

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, ağıza alınan sıcak yada soğuk yiyecek ve içecekler sebebiyle Aliminos Porselen destekli seramik kaplamada oluşan termal gerilmeler incelenmiştir. Seramik kaplamalar, kırılmaya karşı daha hassastırlar. 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, ağıza alınan yiyecek ve içeceklerin sıcaklığı ile dişin kendi sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle oluşmaktadır.

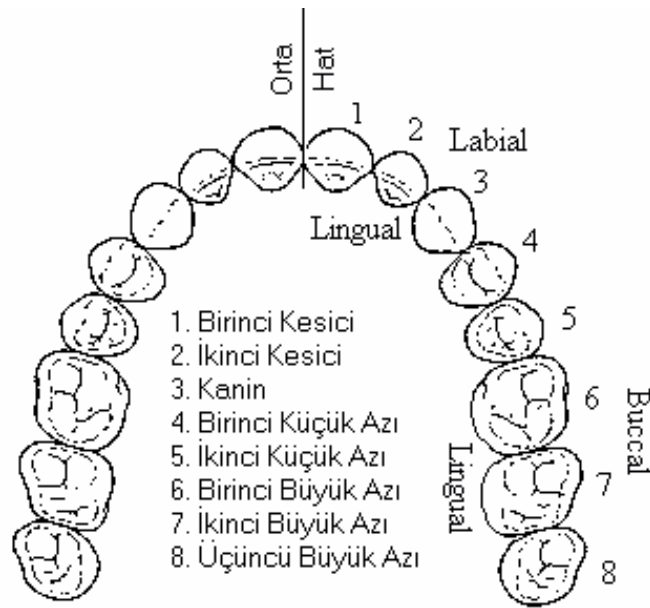
Bu çalışmada , hem sonlu eleman modellemesi ve hemde gerilme-şekil değiştirme analizi yapabilen özel bir program olan ANSYS 5.3 yardımıyla dişin modellemesi yapılmıştır. Dişin çevresindeki sıcaklık, ağıza alınabilecek en yüksek yiyecek ve içecek sıcaklığı ile ilgili olarak yapılan deneysel çalışmalar göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Yapılan bir deneysel çalışmada bütün denekler 68 °C nin üzerindeki kahveyi içemeyecek kadar sıcak bulmuşlardır (Plant vd., 1974). 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, ağıza alınabilecek yiyecek ve içeceklerin en yüksek sıcaklığı 60 °C, en düşük sıcaklığı ise 0 °C olarak alınabileceği belirtilmektedir (Spierings vd., 1987). Yapılan Bu deneysel çalışmaların ışığında, 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 göre daha tehlikeli olduğundan bu çalışma sıcak yiyecek ve içecekler için yapılmıştır (McLean vd., 1976).

Bu şartlar altında, Aliminos Porselen destek kaplamasının kalınlığına bağlı olarak oluşturulan iki seramik kaplama tipine bağlı olarak dişin kaplama kısmında oluşan ısıl gerilmeler incelenmiş, çalışmada Aliminos porselen destek kaplama ve seramik kaplama kalınlığının değişmesine bağlı olarak ısıl gerilmelerinde önemli ölçüde değiştiği gösterilmiştir.

2. MALZEMELER VE YÖNTEM

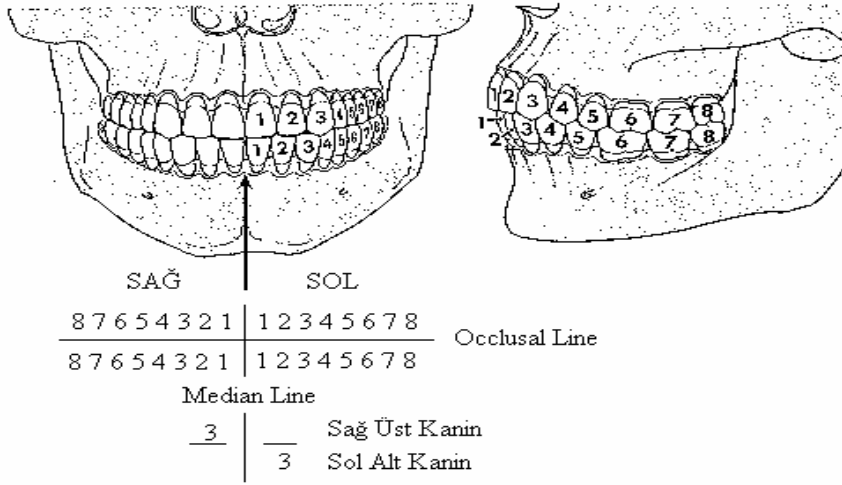
Bu çalışmada sağ üst kanin dişi ele alınmıştır. Bu diş, dişin orta hattından itibaren üçüncü sıradadır. Dişlerin tanımlanmasında ve gösterilmesinde en çok tercih edilen ve kullanılan yöntem, Palmer Notasyonu veya Palmer Kodu olarak isimlendirilen yöntemdir. Bu metotta yalnızca 8 farklı diş ismi kullanılmaktadır (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 ve boyutları Wheeler's Atlas of Tooth Form adlı diş atlası kitabından alınmıştır] (Çizelge 1) (Major, 1984)

Çizelge 1. Kanin boyutları

Serviko-Incisor 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



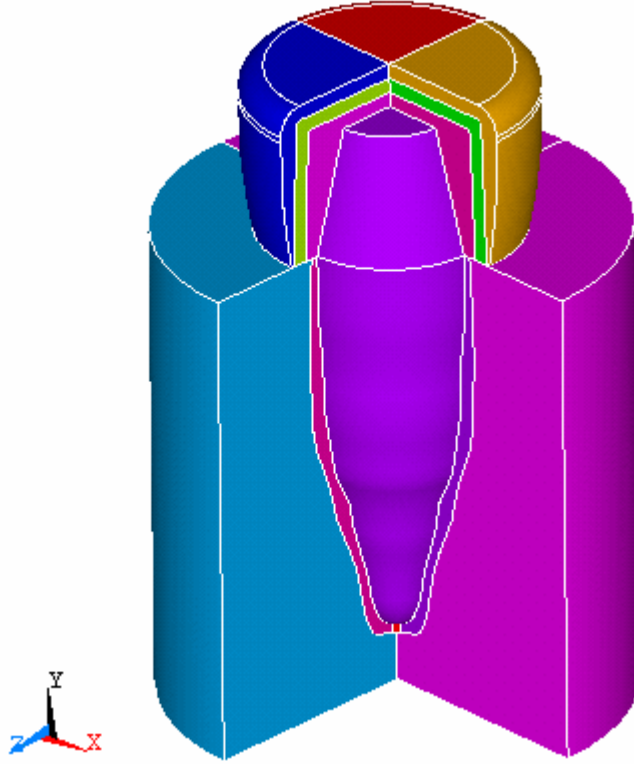
1. Birinci Kesici (First Incisor)
2. İkinci Kesici (Second Incisor)
3. Kanin (Canine)
4. Birinci Küçük Azı (First Premolar)
5. İkinci Küçük Azı (Second Premolar)
6. Birinci Büyük Azı (First Molar)
7. İkinci Büyük Azı (Second Molar)
8. Üçüncü Büyük Azı (Third Molar)

Şekil 2. Palmer notasyonuna göre sağ üst kaninin tanımlanması

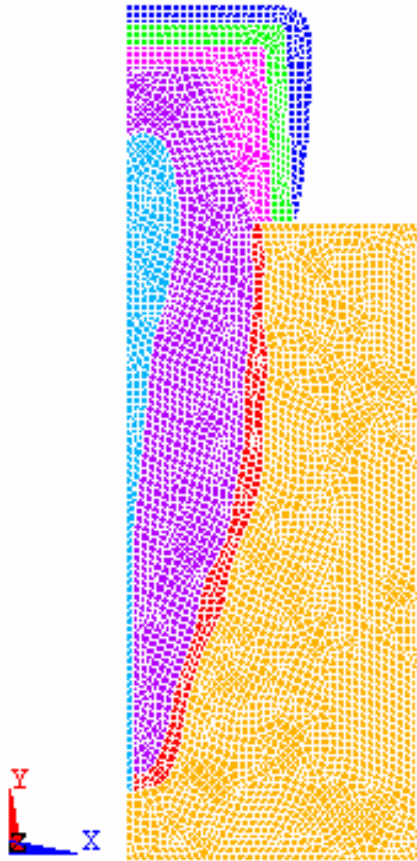
Bir diş mine, dentin ve pulpa olmak üzere üç ana kısımdan meydana gelmektedir. Dentin ile çene kemiği (alveolar bone) arasında Periodental ligament dokusu bulunmaktadır. Dişin fiziksel özellikleri Çizelge 2’de verilmektedir. Dişin modellemesi, ANSYS 5.3 ile yapılmıştır (Şekil 3). Dişin modellemesinde toplam 4101 eleman ve 4255 düğüm kullanılmıştır (Şekil 4).

Çizelge 2. Dişin fiziksel özellikleri

Malzeme	Elastisite Modülü (MPa)	Poison oranı	Yoğunluk (kg/mm ³)x10 ⁻⁶
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 3. NSYS 5.3 ile dişin modellemesi



Şekil 4. ANSYS 5.3 ile elde edilen dişin sonlu eleman ağı

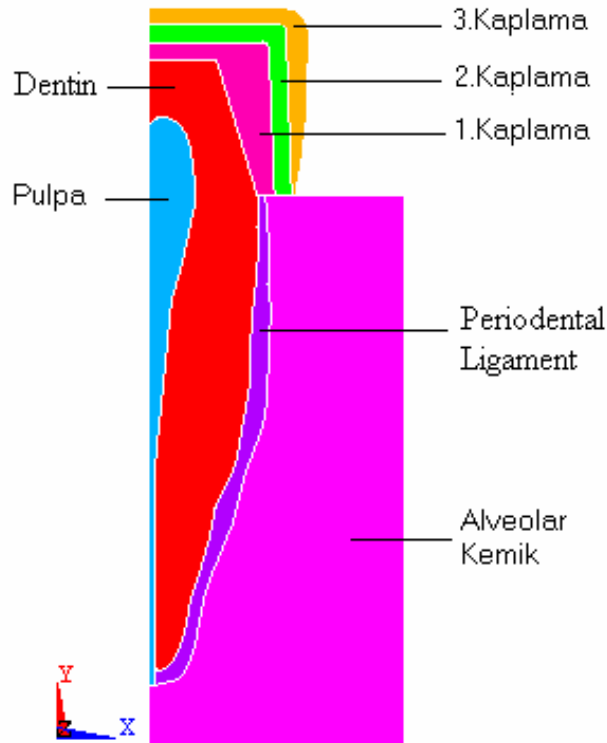
Kaplama malzemelerinin fiziksel özellikleri Çizelge 3'te, dişin kısımlarının ve kaplama malzemelerinin ısı özellikleri Çizelge 4'te, dişin mine ve dentin kısmının traşlanarak kaplanması Şekil 5'te görülmektedir.

Çizelge 3. Kaplama malzemelerinin fiziksel özellikleri

Kaplama Tipi	Elastisite Modülü (MPa)	Poison oranı	Yoğunluk (kg/mm ³)x10 ⁻⁶
Seramik	63000	0.19	2.40
Aluminos Porselen	261000	0.20	3.25

Çizelge 4. Dişin kısımlarının ve kaplama malzemelerinin ısı özellikleri

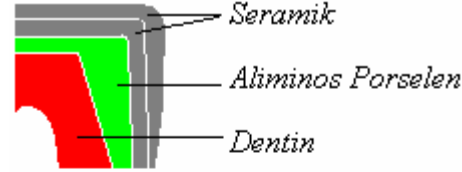
Malzeme	Isıl Genleşme Katsayısı α (1/°C x 10 ⁻⁶)	Isı İletim Katsayısı k(Cal mm/ mm ² sn °C)x10 ⁻⁴	Özgül Isı c (Cal/kg°C)
Mine	10	2.23	180
Dentin	11.4	1.36	280
Per. Lig.	-	1.42	1000
Alv. Kemik	11.40	1.40	440
Seramik	7.10	2.39	167
Alim. Por.	4.48	33.86	188



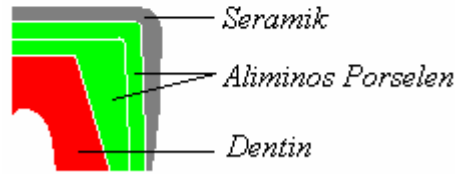
Şekil 5. Dişin yapısı ve ısıl gerilme değişiminin y-y eksenini boyunca incelenmesi

3. UYGULAMALAR

Bu çalışmada, seramik (kaplama) üstte, aliminos porselen (destek kaplama) altta olmak üzere dişin kaplama kısmında iki farklı kaplama modeli kullanılmıştır. Birinci kaplama modelinde (Ser-Ser-Al.Por), seramik kalınlığı 1 mm iken, aliminos porselenin kalınlığı 0.5 mm olarak alınmıştır. İkinci kaplama modelinde (Ser-Al.Por-Al.Por.) ise, seramik kalınlığı 0.5 mm iken aliminos porselen kalınlığı 1mm olarak alınmıştır (Şekil 6). Bu iki kaplama modeli için ısıl gerilmelerdeki değişim x-x ve y-y eksenleri boyunca incelenmiştir (Şekil 7 ve Şekil 8).



Ser-Ser-Al.Por.



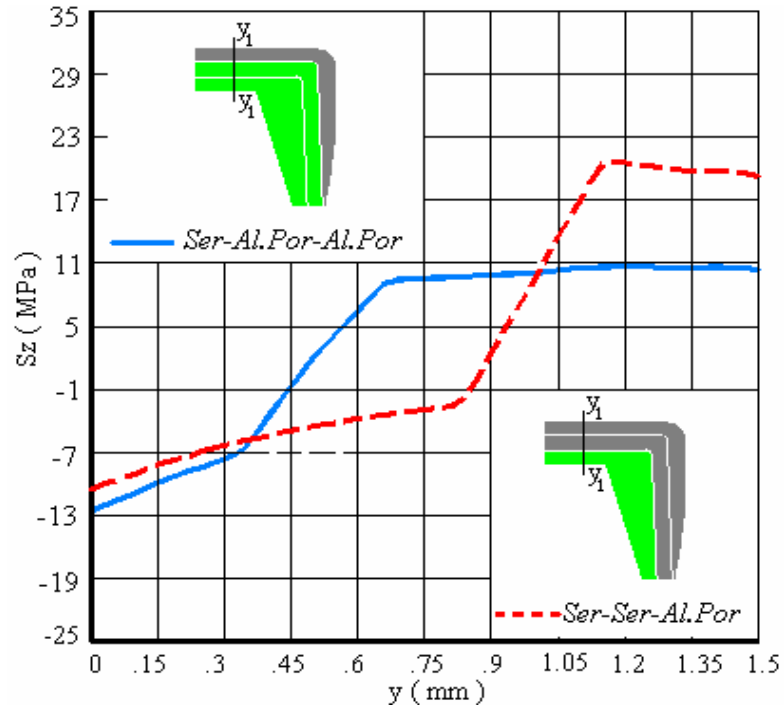
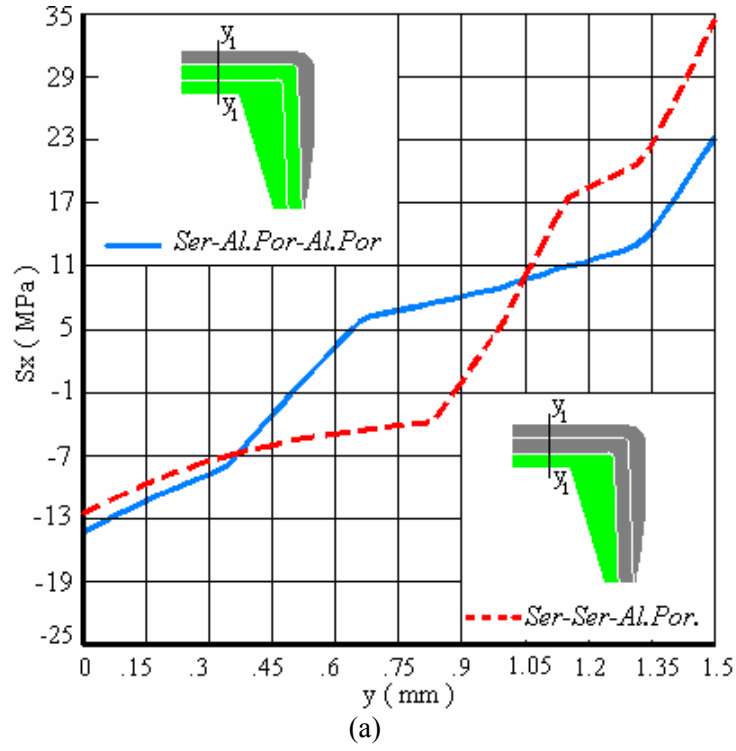
Ser-Al.Por-Al.Por

Şekil 6. Dişin kaplama kısmında seramik ve aliminos porselenin görünüşü

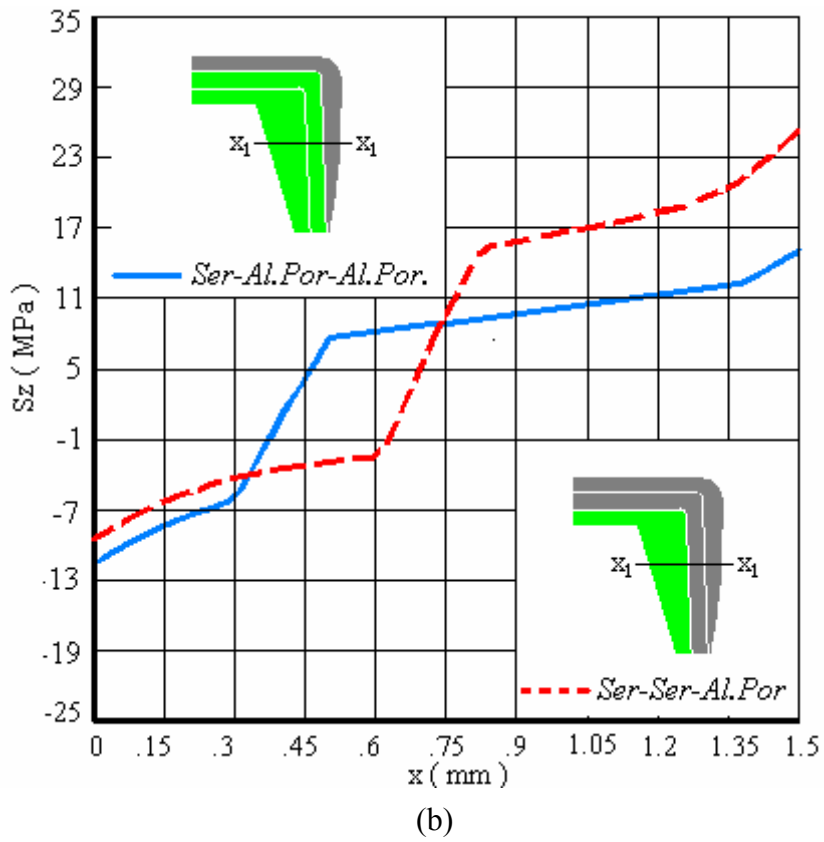
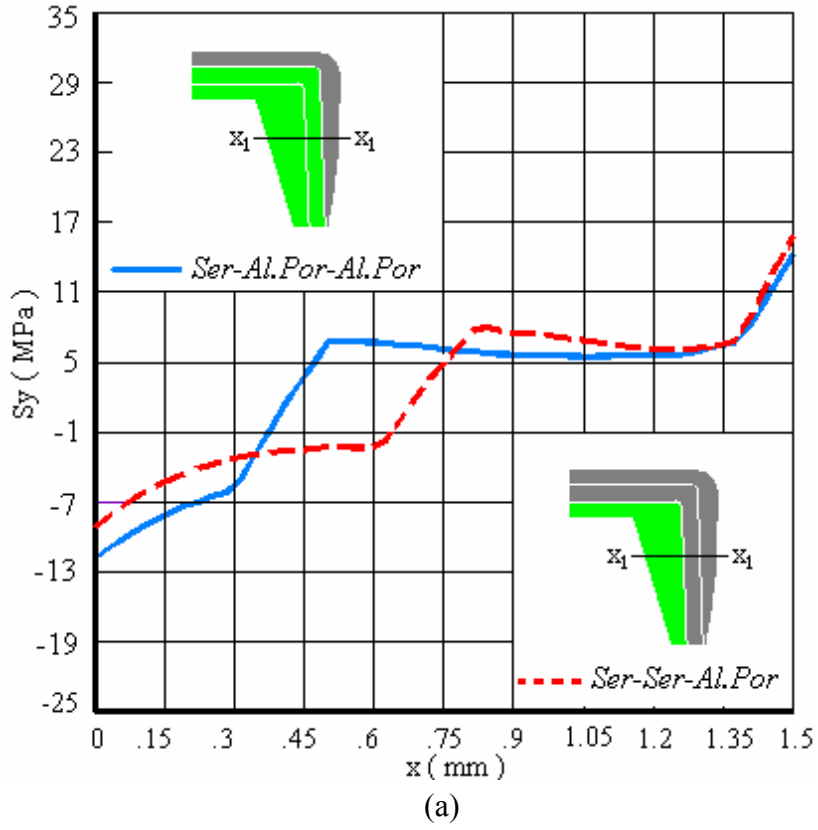
Şekil 7 ve Şekil 8 incelendiğinde kaplamanın alt kısmındaki aliminos porselende çekme gerilmeleri oluşurken kaplamanın üst kısmındaki seramikte basma gerilmeleri olduğu görülmektedir. Seramiğin ısıl genleşme katsayısı, aliminos porseleninkinden daha yüksek olduğundan seramik daha çabuk genleşmek ister. Bu sebepten dolayı seramik, aliminos porselene çekme gerilmesi uygular. Böylece alt kısmdaki aliminos porselende çekme gerilmesi oluşur. Diğer taraftan aliminos porselen, seramik kadar hızlı genleşemediği için seramiğe basma gerilmesi uygular. Bunun sonucunda üst kısmdaki seramikte basma gerilmeleri oluşur.

Dişin kaplama kısmında oluşan gerilmeler incelendiğinde, σ_x gerilmeleri en yüksek σ_y en düşük gerilmeler olduğu görülmektedir. Ser-Ser-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmeler, Ser-Al.Por-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmelerden daha yüksek çıkmıştır (Şekil 7 ve Şekil 8).

Dişin kaplama kısmında oluşan gerilmeler y_1-y_1 eksenini boyunca incelendiğinde, en yüksek gerilmeler, sırasıyla σ_x ve σ_z gerilmeleridir. Ser-Ser-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmeler, Ser-Al.Por-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmelerden daha yüksektir (Şekil 7). Gerilmeler, x_1-x_1 eksenini boyunca incelendiğinde ise en yüksek gerilmeler sırasıyla σ_z ve σ_y gerilmeleridir. Burada da Ser-Ser-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmeler, Ser-Al.Por-Al.Por. kaplamada oluşan gerilmelerden daha yüksektir (Şekil 8).



Şekil 7. Dişin kaplama kısmında y_1 - y_1 hattı boyunca oluşan gerilme dağılımı a) σ_x , b) σ_z



Şekil 8. Dişin kaplama kısmında x_1, x_1 hattı boyunca oluşan gerilme dağılımı a) σ_y , b) σ_z

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Her iki modelde de alttaki destek aliminos porselen kaplamada çekme gerilmeleri, üstteki seramik kaplamada basma gerilmeleri oluşmuştur.
- Her iki modelde de σ_x gerilmelerinin en yüksek, σ_y gerilmelerinin ise en düşük gerilmeler olduğu görülmektedir.
- Birinci kaplama modelinde (Ser-Ser-Al.Por.) oluşan gerilmeler, İkinci kaplama modelinde (Ser-Al.Por-Al.Por.) oluşan gerilmelerden daha yüksek çıkmıştır.
- En yüksek gerilme olan σ_x gerilmesi; birinci kaplama modelindeki destek aliminos kaplamada, dentine doğru giderek artarak 35 Mpa olarak çıkmıştır. İkinci kaplama modelinde ise bu değer 23 Mpa olarak elde edilmiştir.
- Birinci kaplama modelinde gerilmelerin daha yüksek çıkması, bu modelin termal yönden daha hassas olduğunu ve diğerine göre daha çabuk deforme olacağını göstermektedir.
- Her iki modelde de; üstteki seramik kaplama ile alttaki destek kaplama arasındaki temas bölgesinde gerilmeler işaret değiştirmektedir.
- Ağıza sürekli olarak sıcak ve soğuk yiyecek ve içecek alımı dolayısıyla bir kaplamada defalarca oluşan ve işaret değiştiren basma ve çekme gerilmeleri sebebiyle, kaplamada zamanla termal yorulmalar oluşacaktır. Bu da ayrıca kayda değer bir araştırma konusudur.

KAYNAKLAR

- Major M. (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 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.