

Diş Hekimliği Öğrencilerinin Metal Seramik Kron Preparasyonlarının Total Okluzal Konverjans ve Basamak Genişliklerinin Dijital Olarak Değerlendirilmesi

Digital Evaluation of Total Occlusal Convergence and Margin Widths of Tooth Preparations for Metal Ceramic Crowns by Dental Students

Mehmet Esad GÜVEN¹ 
meguven@erbakan.edu.tr

Hümanur İNAL² 
inalhumanur@gmail.com

ÖZ

Amaç: Çalışma Amaç: Bu çalışmanın amacı, diş hekimliği fakültesi 2. sınıf öğrencilerinin preklinik şartlarında fantom model üzerinde hazırladıkları diş preparasyonlarının dijital olarak ölçülmesi, incelenmesi, değerlendirilmesidir. Çalışmada kullanılan preparasyonların bukkal, lingual, mesial, distal basamak genişliğini; mesio-distal, bucco-lingual total okluzal konverjans (TOC) açısını ölçmek ve literatürdeki değerlerle karşılaştırmaktır.

Gereç ve yöntemler: Bu çalışmada, rastgele seçilmiş 20 farklı öğrenciye ait fantom çenedeki 360 diş preparasyonu kullanılmıştır. Bu çeneler ağız içi tarayıcı ile taranmıştır. Prepare edilen dişlerin TOC açısı ve basamak genişliği dijital ortamda hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler için; grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve post-Hoc Benforoni testi kullanılmıştır. Güven aralığı %95 olarak alınmıştır. (p<0,05)

Bulgular: Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, en yüksek TOC değeri alt molar dişlerin mesio-distalinde ve en düşük TOC değeri ise alt keser dişlerin mesio-distalinde ölçülmüştür. Basamak genişliklerine ait en yüksek değer alt premolar dişlerde, en düşük değer ise alt keser dişlerde ölçülmüştür. Ortalama basamak genişliği değerlendirildiğinde alt keser dişlerin ortalama basamak genişliğinin diğer tüm gruptaki dişlerden anlamlı derecede daha dar olduğu görülmüştür.

Sonuç: Diş hekimliği öğrencilerinin hazırladığı preparasyonlardaki basamak genişliği ve TOC değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diş Preparasyonu, Total Okluzal Konverjans, Basamak Genişliği

Geliş: 26.07.2022

Kabul: 28.08.2022

Yayın: 31.08.2022

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to digitally measure, examine and evaluate the tooth preparations prepared on the phantom model by the 2nd year dentistry students. To measure the buccal, lingual, mesial, distal margin width and mesio-distal, bucco-lingual total occlusal convergence (TOC) angle of the preparations used in the study and to compare them with the values in the literature.

Material and Methods: In this study, 360 tooth preparations in the phantom jaw of 20 randomly selected students were used. These jaws were scanned with an intraoral scanner. TOC angle and margin width of the prepared teeth were digitally measured and evaluated. One-way ANOVA and post-Hoc Benforoni test were used to compare the between groups. Confidence interval was taken as 95%. (p<0.05)

Results: When the obtained results were evaluated, the highest TOC value was measured in the mesio-distal of the lower molars, and the lowest TOC value was measured in the mesio-distal of the lower incisors. The highest value of the step widths was measured in the lower premolars, and the lowest value was measured in the lower incisors. When the mean margin width was evaluated, it was found that the mean margin width of the lower incisors was significantly lower than the other groups.

Conclusion: It was calculated that the margin width and TOC values in the preparations prepared by the dentistry students were in the acceptable range.

Keywords: Tooth preparation, Total occlusal convergence, Margin widths

Received: 26.07.2022

Accepted: 28.08.2022

Published: 31.08.2022

Atıf / Citation: Güven ME, İnal H. Diş hekimliği öğrencilerinin metal seramik kron preparasyonlarının total okluzal konverjans ve basamak genişliklerinin dijital olarak değerlendirilmesi. NEU Dent J. 2022;4:67-72.

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Konya, Türkiye

2. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Konya, Türkiye



"This article is licensed under a
[Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)(CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Eksik dişlerin ve koronal diş yapılarının yerine sabit protez kullanılması hastaların sıklıkla tercih ettiği restoratif seçeneklerden biridir.¹ Son zamanlarda tam seramik sabit protezlerin popülaritesi artmış olsa da özellikle dayanıklılık ve estetiğin birlikte sağlanması gereken durumlarda, estetik görünümünü yüksek derecede geçirgen ve doğal görünümlü porselenden, dayanıklılığını ise metal altyapıdan alan metal seramik restorasyonlar günümüzde en yaygın kullanılan restorasyonlardır.^{2,3}

Sabit protezlerin biyolojik toleransı ve başarısı öncelikle hekimin endikasyonuna ve diş preparasyonuna bağlıdır. Bu yüzden diş hekimi adaylarının hastayla karşılaşmadan diş preparasyon becerilerini geliştirmiş olmaları gereklidir. Öğrenciler preklinikte gözetim altında gerçek hastane ortamına benzer durumda anatomik modeller üzerinde hem becerilerini hem de hasta ilişkileri ile ilgili uygulamalarını defalarca tekrarlayarak pratik yapmalıdır. Model üzerinde çalışmalarla beceri kazanıp belirli bir yeterliliğe ulaşan öğrenciler klinik ortamında gerçek hasta ile çalışabilirler. Dental fantom ve modellerde uygulama yapmak; hastaya zarar vermeyi en aza indirger, kontrollü ve güvenli bir ortamda öğrencilerin kabiliyet kazanmasına yardımcı olur.^{4,5}

Metal seramik protez preparasyonu yapılırken dişin anatomik formuna mümkün olduğunca sadık kalınmalı, metal ve seramiğin hem estetik hem de mekanik gereksinimleri karşılması için yeterli alan sağlayacak uygun diş redüksiyonu yapılmalıdır.⁶ Daha invaziv preparasyonun endodontik komplikasyonlara neden olma olasılığı daha yüksektir.⁷ Tam kron protezler için yapılan preparasyonlardaki tipik risk, koruyucu mine ve dentin bariyerinin azalmasından kaynaklanan pulpa irritasyonudur.⁸ Pulpa önemli ölçüde iyileşme gücüne ve genellikle irritasyondan kurtulma yeteneğine sahip olmasına rağmen, sürekli uyarılan yaralanmalar uzun vadede önemli hale gelebilir. İnflamasyon ve onarım sonucu oluşan yara, dokunun sinirsel ve damarsal beslenmesini engeller ve daha fazla hasara karşı direncini tehlikeye atmaktadır.⁹ Kalan dentin kalınlığı, restoratif materyallere karşı pulpa reaksiyonunu etkileyen ana faktörlerden biri olarak bildirilmiştir.¹⁰

Sabit protezler ile ilgili birçok klinik problemin ana nedeni olarak yetersiz preparasyon gösterilmektedir.⁶ Yetersiz diş preparasyonu; çürük, endodontal veya periodontal hastalık komplikasyonları gibi biyolojik yönlerden kaynaklanan erken başarısızlıklardan sorumlu görülmektedir.¹¹

Sabit protez için dişlerin preparasyonunda dikkat edilmesi gereken temel ilkeler vardır. Bu ilkeler; diş yapısının korunması, tutuculuk ve direnç, yapısal dayanıklılık, marjinal bütünlük, periodonsiyumun korunması olmak üzere 5 maddede toplanabilir.¹²

Kaybedilen diş yapısını telafi etmenin yanı sıra, yapılan restorasyon kalan diş yapısını da korumalıdır.¹² Kaldırılan diş dokusu miktarı, restorasyon tipine ve materyale bağlı olarak değişir. Mevcut diş yapısını korumak, sağlam diş yapısını gereksiz yere feda etmemek, pulpa canlılığının korumak ve tutuculuk için önemlidir.¹³

Tutuculuk ve direnç birbirinden ayrı düşünülemez. Tutuculuk, protezin giriş yolu doğrultusunda yerinden uzaklaşmasına karşı koyma yeteneğidir. Direnç ise protezi giriş yolu dışındaki yönlerden etkileyen kuvvetlere karşı restorasyonun yerinden oynamasına engel olma yeteneğidir.¹⁴ Bir restorasyonun amacına ulaşması için diş üzerinde olduğu yerde kalması gerekir. Canlı diş yapısı ve oral kavitenin biyolojik ortamı ile uyumlu olan hiçbir siman, yalnızca adezyon yoluyla bir restorasyonu yerinde tutmak için yeterli adeziv özelliklere sahip değildir. Diş preparasyonunun geometrik konfigürasyonu, gerekli tutuculuk ve direnci sağlamak için simanı sıkıştırarak yerleştirmeye elverişli olmalıdır.¹² Aksiyal duvarların paralelliği arttıkça tutuculuk da artar.¹⁵ Bununla birlikte, klinik koşullar altında undercut riski olmadan paralel duvarlar elde etmek zordur.¹⁶ Mack,¹⁷ undercut olmamasını sağlamak için minimum 12 derecelik bir taper açısının gerekli olduğunu hesaplamıştır.

Tutuculuk, adezyondan çok dişin preparasyon geometrisine bağlıdır. Dişin uzunluğu, genişliği ve aksiyal duvarların eğimi direnci doğrudan etkiler. Aksiyal duvarları uzun olan kronlar daha tutucudur. Karşılıklı aksiyal duvarların eğimi, total okluzal konverjans açısı (TOC) olarak adlandırılır. TOC değerinin 2 -20 derece arası olması tavsiye edilmiştir.¹⁴

Protezin dayanıklılığı sağlamak için preparasyon sırasında yeterli diş dokusu kaldırılarak restoratif materyal için yeterli bir kalınlık elde edilmelidir. Yeterli materyal tabakası oluşturmak için yeterli okluzal redüksiyon, yeterli aksiyel redüksiyon ve fonksiyonel tüberkülün bizotajı yapılmalıdır.¹²

Bu çalışmanın amacı; öğrenci prelinik laboratuvarında yapılan preparasyonların bukkal, lingual, mesial, distal yönlerden basamak genişliğini ölçmek ve mesio-distal ve bukkal-lingual olarak TOC değerlerini ölçmektir.

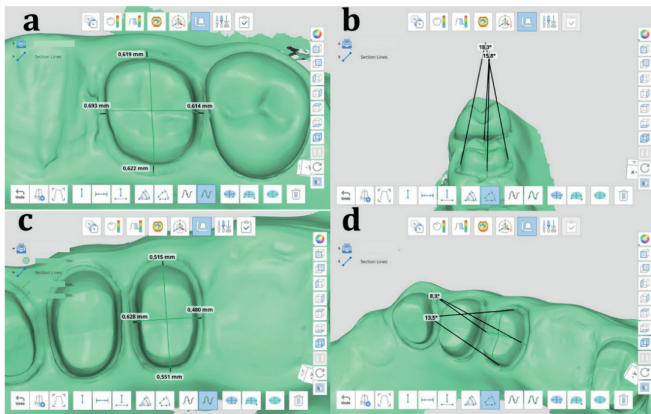
Bu bilgiler ışığında çalışmamızda 2 tane sıfır hipotezi kurulmuştur. I. Sıfır hipotezi; farklı diş gruplarının mesio-distal ve bukko-lingual TOC değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur. II. Sıfır hipotezi; alt ve üst keser, premolar, molar diş preparasyonlarının basamak genişlikleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada Necmettin Erbakan Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi 2. sınıf öğrencilerinin pratik sınav şartlarında, fantom çenede, metal seramik restorasyona göre hazırladığı preparasyonlar kullanılmıştır. Çalışma için Necmettin Erbakan Üniversitesi DHF İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Etik Kurulundan etik onay alınmıştır.

Öğrencilerin kullandıkları fantom çenenin, standart ve aynı marka olmasına dikkat edilmiştir. Yirmi farklı öğrenciye ait fantom çene modelleri rastgele seçilmiştir. Her modelde 18'er adet toplamda 360 adet prepare edilmiş diş incelenmiştir. Bu dişler 11, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 27, 31, 33, 35, 37, 41, 43, 45, 46, 47 nolu dişlerdir. Daha sonra modellerin taranması, ağız içi tarayıcı 3Shape TRİOS (Copenhagen K, Denmark) ile gerçekleştirilmiştir. Dijitalize edilen modeller STL (Standard Tessellation Language) formatında Medit Link (Seoul, Korea) programına aktarılmış ve analiz edilmiştir. (Şekil 1) Analiz için 2 parametre kullanılmıştır. Bu parametreler: 4 bölgeden (bukkal, lingual, mesial, distal) ölçülen basamak genişlikleri ve total okluzal konverjans açısıdır (TOC). Ayrıca, prepare edilen dişler bölgelerine göre; üst ve alt molar, premolar keser olarak da sınıflanmıştır.

Şekil 1: Medit LINK programı üzerinde a: Molar dişte kesit alınması ve basamak genişliklerinin ölçülmesi b: Molar dişte TOC ölçülmesi c: Premolar dişte kesit alınması ve basamak genişliğinin ölçülmesi d: Premolar dişte TOC ölçülmesi



BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 360 dişin bölgelerine göre dağılımı, ortalama basamak genişlikleri ve taper açıları tablo-1 de verilmiştir. Ortalama en geniş basamak genişliği üst premolarların bukkalinde (0,70 mm) izlenirken, en dar basamak genişliği alt keserlerin mesial ve distalinde (0,55 mm) izlenmiştir.

Ortalama basamak genişliği değerlendirildiğinde alt keser dişlerin ortalama basamak genişliği diğer tüm gruptaki dişlerden anlamlı derecede daha dar bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer diş gruplarının basamak genişliği benzerdir.

Bukkal basamak genişlikleri değerlendirildiğinde; alt keser dişler, üst premolar ve üst molar dişlerden anlamlı derecede daha dar basamak genişliğine sahiptir ($p<0,05$). Diğer karşılaştırmalar arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

Lingual basamak genişliği için de alt keser dişler diğer tüm dişlerden anlamlı derecede daha dar basamak genişliği sergilemiştir ($p<0,05$). Diğer diş grupları arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

Mesial basamak genişlikleri değerlendirildiğinde; üst keser ve alt premolar ve üst keser dişler alt keser dişlerden anlamlı derecede daha geniş geniştir ($p<0,05$). Diğer diş gruplarının basamak genişliği benzer bulunmuştur ($p>0,05$).

Distal basamak genişlikleri değerlendirildiğinde; alt keser dişlerin basamak genişlikleri diğer diş gruplarından anlamlı derecede daha dardır ($p<0,05$). Diğer diş grupları arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

Bukko-lingual taper açısı değerlendirildiğinde; üst molar ve üst keserlerin konverjans açısı diğer diş gruplarına göre anlamlı olarak daha yüksektir ($p<0,05$). Diğer diş grupları arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

Mesio-distal taper açısı değerlendirildiğinde; üst molar ve alt molarların konverjans açısı üst keser ve alt keser dişlere göre anlamlı olarak daha yüksektir ($p<0,05$). Diğer diş gruplarının basamak genişliği benzerdir ($p>0,05$).

Tablo 1: Diş gruplarının farklı yüzlerdeki ortalama basamak genişlikleri ve bukko-lingual ve mesio-distal Total Okluzal Konverjans (TOC) açısı ve standart sapma değerlerinin gösterilmesi. ((SS): standart sapma. Üs şeklindeki küçük harfler gruplar arasındaki anlamlı farkı ifade etmektedir. Post-Hoc Benforoni testi sonucuna göre özetlenmiştir.)

	BUKKAL	SS	LİNGUAL	SS	MESİAL	SS	DİSTAL	SS	BUKKO-LİNGUAL TOC	SS	MESİO-DİSTAL TOC	SS
ÜST MOLAR (60)	0,66b	0,15	0,65b	0,15	0,58ab	0,13	0,6b	0,13	13,76a	4,95	13,68a	4,87
ÜST PREMOLAR (80)	0,7b	0,15	0,64b	0,16	0,6ab	0,14	0,64b	0,15	10,62b	5,08	9,4b	5,48
ÜST KESER (40)	0,64b	0,18	0,63b	0,13	0,66a	0,14	0,63b	0,18	12,32a	4,96	7bc	6,36
ALT MOLAR (60)	0,63b	0,13	0,65b	0,15	0,61ab	0,12	0,63b	0,14	9,01b	5,39	15,26a	4,69
ALT PREMOLAR (40)	0,63b	0,15	0,69b	0,14	0,65a	0,16	0,66b	0,15	9,36b	4,37	10,5b	6,65
ALT KESER (80)	0,58a	0,14	0,58a	0,16	0,55b	0,12	0,55a	0,11	10,7b	5,26	4,94c	4,02
p	,02		,01		,041		,032		,038		,036	

TARTIŞMA

Bu çalışmada diş hekimliği fakültesi 2. sınıf öğrencilerinin fantom çenelerde yapmış oldukları preparasyonlar, basamak genişliği ve TOC açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın I. Sıfır hipotezi kısmen kabul edilmiştir. Üst molar dişlerin TOC açısı diğer gruplardan yüksekken, diğer tüm gruplar arasında anlamlı bir farklılık yoktu. Basamak genişliği ve TOC açısı, sabit protezlerin tutuculuk ve direncine etki eden önemli özelliklerdendir. Preparasyonların geometrik özellikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Jorgensen¹⁸ TOC değeri 5° de maksimum retansiyonun olduğunu hesaplamıştır. Shillingburg ve ark.¹² ise TOC açısının 10° ile 22° arasında olmasını önermiştir. Basamak genişliği kullanılan materyale özgüdür. Metal seramik protezler için minimum 0,3- 0,5 mm olması tavsiye edilmektedir.²⁰ Ayad ve ark.¹⁶ tarafından yapılan çalışmada diş hekimliği öğrencileri tarafından hazırlanan preparasyonlarda; bukko-lingual TOC değerinin 15,6° ile 19,8° arasında, mesio-distal TOC değeri ise 14,1° ile 19,4° arasında değişkenlik gösterdiği hesaplanmıştır. Yaptığımız bu çalışmada ise ortalama TOC açısının 5 ile 15,26 arasında değiştiği görülmüştür. Mesio-distal TOC değeri 5° ile 15,2° arasında değişirken bukko-lingual TOC açısı 9 ile 13,7 arasında değiştiği izlenmiştir. Diş gruplarına göre TOC açısı değerlendirildiğinde en yüksek değerler alt ve üst molar dişlerde ortalama 13- 15° olarak izlenmiştir. Bununla birlikte tüm değerler,

literatür değerleri ile benzerdir.

Winkelmeyer ve ark.²¹ yaptıkları çalışmada, STL formatındaki preparasyonları incelediklerinde TOC değerini 17,9° ±9,7° derece aralığında hesaplamışlardır. Çalışmada diş hekimliği öğrencileri tarafından hazırlanan üst molar dişleri kullanan Okuyama ve ark.²² mesio-distal konverjans açısını 10,4° ±6,5°, bukko-lingual konverjans açısını 17,1° ±9,6° olarak hesaplanmıştır. Khamas ve ark.²³ diş hekimliği öğrencilerinin üst premolar ve üst keserlerde tam seramik protetik restorasyon için hazırladıkları preparasyonları incelediklerinde en yüksek TOC değerini üst premolarlarda (14,3°±6,94°) ve en düşük TOC değerini ise üst keserlerde (9,91°±4,92°) elde etmişlerdir. Bu çalışmalarda ortalama standart sapma oldukça yüksektir. Bizim çalışmamızda da standart sapma değerinin yüksek olduğu izlenmiştir. Bu dahil edilen öğrencilerin preparasyonlarının ne kadar farklı olduğunu gözler önüne sermektedir. Diğer yandan, çalışmamızda en yüksek ortalama TOC değerleri üst molarlarda ölçülürken, en düşük TOC değerleri alt keserlerde izlenmiştir.

Daha önce yapılan araştırmalarda konverjans açısı ve basamak genişliği mikroskop¹⁶, siluet görüntüleme²², model izdüşümleri ve dijital kesit görüntü oluşturma gibi çeşitli yöntemler kullanılarak ölçülmüştür.¹⁹ Çalışmamızda ulaştığımız sonuçların daha güvenilir olması ve standardizasyonu sağlamak için üç boyutlu dijital tarama ve ölçüm kullanılmıştır.

II. sıfır hipotezimiz, alt ve üst keser, premolar, molar diş preparasyonlarının basamak genişlikleri arasında anlamlı bir fark yoktur hipotezi kısmen reddedilmiştir. Alt keser dişlerin basamak genişliği diğer tüm gurplardan anlamlı derecede düşük iken, diğer dişler arasında fark yoktu.

Seymour ve ark.²⁴ tarafından çekilmiş dişler üzerinde yapılan bir çalışmada; incelenen metal seramik restorasyon preparasyonlarının basamak genişlikleri ortalama $0,752 \pm 0,174$ mm olarak hesaplanmıştır. Esser ve ark.²⁵ tarafından yapılan çalışmada öğrenciler tarafından 21 nolu dişe yapılan metal seramik restorasyon preparasyonları incelenmiş ve en yüksek basamak genişliği 0.671 mm ölçülmüştür.

Çalışmamızda yapılan ölçümler sonucunda basamak genişlikleri ortalaması 0,626 mm olarak ölçülmüştür. Ortalama basamak genişliği; en yüksek üst premolar dişlerde(0,7mm), en düşük alt keserlerde(0,56 mm) hesaplanmıştır. Bu da literatürdeki veriler ile benzerdir.

Bu çalışmada öğrenci preparasyonları elde edilirken rastgele yöntemle seçilmiştir. Ve dahil edilen modellerin değerlendirme sonucu kaç puan aldığı bilinmemektedir.

Diğer yandan çalışmanın limitasyonları arasında; dişin total aksının değerlendirilmesi ve çok üyeli restorasyonlar için giriş yolunun analizi ve uygunluğu, yüzey pürüzlülüğü, kalitesi gibi parametrelerin değerlendirilmemiş olması sayılabilir. Gelecekteki çalışmalarda öğrencinin aldığı puan ve preparasyonun dijital değerlendirmesi karşılaştırılabilir. Giriş yolu analizi ve dijital kayıt edilen veriler üzerinden yüzey pürüzlülüğü değerlendirilebilir.

SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları sonucunda;

Öğrenci preparasyonlarında basamak genişliği klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindeydi.

TOC açısı en yüksek molar dişlerde iken alt keser dişlerde en azdır. Tüm TOC değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisindeydi.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma için gerekli etik onay Necmettin Erbakan Üniversitesi İlaç ve Tıbbi Cihaz dışı etik kurul tarafından alınmıştır (2022/20-04).

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları: Tasarım: MEG, Hİ Veri toplama veya veri girişi yapma: MEG, Hİ Analiz ve yorum: MEG Literatür tarama: Hİ, MEG Yazma: Hİ, MEG.

KAYNAKLAR

1. Marghalani TY. Convergence angles of metal ceramic crowns prepared by dental students. J Prosthet Dent. 2014;112:1250-6.
2. Ram HK, Shah RJ, Agrawal HS. Evaluation of three different tooth preparation techniques for metal ceramic crowns by comparing preparation depths: an in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2015;15:162-7.
3. Gözneli R, Uludamar A, Akalın Evren B, Kulak Özkan Y. Metal üzerine preslenebilir seramik restorasyonlar ve klinik uygulaması: olgu sunumu. Cumhuriyet Dent J. 2012;15:55-62.
4. Hey J, Schweyen R, Kupfer P, Beuer F. Influence of preparation design on the quality of tooth preparation in preclinical dental education. J Dent Sci 2017;12:27-32.
5. Akaltan KF. Diş hekimliğinde prelinik ve klinik eğitim çeşitliliği. Selcuk Dent J. 2019;6:37-51.
6. Seymour KG, Cherukara GP, Samarawickrama D, Zou L. Consistency of labial finish line preparation for metal ceramic crowns: an investigation of a new bur. J Prosthodont. 2008;17:14-9.
7. Schwindling FS, Waldecker M, Rammelsberg P, Rues S, Bömicke W. Tooth substance removal for ceramic single crown materials-an in vitro comparison. Clin Oral Investig. 2019;23:3359-36.
8. Podhorsky A, Rehmann P, Wöstmann B. Tooth preparation for full-coverage restorations-a literature review. Clin Oral Investig. 2015;19:959-68.
9. Whitworth JM, Walls AWG, Wassell RW. Crowns and extra-coronal restorations: endodontic considerations: the pulp, the root-treated tooth and the crown. Br Dent J. 2002;192:315-20, 323-7.
10. Camps J, Déjou J, Rémusat M, About I. Factors influencing pulpal response to cavity restorations. Dent Mater. 2000;16:432-40.
11. Hey J, Schweyen R, Kupfer P, Beuer F. Influence of preparation design on the quality of tooth preparation in preclinical dental education. J Dent Sci 2017;12:27-32.
12. Shillingburg HT, Sather DA, Wilson EL, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, et al. Fundamentals of fixed prosthodontics. 4th ed. Oklahoma: Quintessence Publishing Company; 2012. 222 p.
13. Tiu J. Tooth Preparation - measuring, understanding, and reporting tooth preparation and its influence on fracture of all-ceramic crowns. University of Otago. Doctoral thesis. Dunedin, New Zealand, 2015.
14. Committee of the Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms: ninth edition. J Prosthet Dent. 2017;117:1-105.
15. Rosella D, Rosella G, Brauner E, Papi P, Piccoli L, Pompa G. A tooth preparation technique in fixed prosthodontics for students and neophyte dentists. Ann. Stomatol. 2015;6:104-9.

16. Ayad MF, Maghrabi AA, Rosenstiel SF. Assessment of convergence angles of tooth preparations for complete crowns among dental students. *J Dent.* 2005;33:633-8.
17. Mack PJ. A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. *J Oral Rehabil.* 1980;7:255-65.
18. Jorgensen KD. The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand.* 1955;13:35-40.
19. Aslan İ, Tuna SH, Tam seramik kron preparasyonlarının dijital verilerinin incelenmesi. *Sdü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2020;11:152-60.
20. Hunter AJ. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. part I: terminology and widths. *J Prosthet Dent.* 1990;64:548-52.
21. Winkelmeier C, Wolfart S, Marotti J. Analysis of tooth preparations for zirconia-based crowns and fixed dental prostheses using stereolithography data sets. *J Prosthet Dent.* 2016;116:783-9.
22. Okuyama Y, Kasahara S, Kimura K. Quantitative evaluation of axial wall taper in prepared artificial teeth. *J Dent Sci.* 2005;4:129-33.
23. Khamas MY, Al-Rawi I, Saleh AA. Computer-aided measurement of total occlusal convergence of teeth preparations for all-ceramic crowns by dental students. *Indian J Forensic Med Toxicol.* 2021;15:1744-51.
24. Seymour K, Zou L, Samarawickrama DY, Lynch E. Assessment of shoulder dimensions and angles of porcelain bonded to metal crown preparations. *J Prosthet Dent.* 1996;75:406-11.
25. Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Krage T, Faber FJ. A comparison of the visual and technical assessment of preparations made by dental students. *Eur J Dent Educ.* 2006;10:157-61.