



Bilgisayar Destekli Restorasyonlar ve Diş Hekimliğinde Kullanımının Değerlendirilmesi

Mehmet Kutluhan Uçuk^{a1*}

^a Altınbaş Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2024) 6 (1): 1-4

<https://doi.org/10.47769/izufbed.1377884>

ORCID ¹0000-0001-6719-9286

YAYIN BİLGİSİ

Yayın geçmişi:

Gönderilen tarih: 18 Ekim 2023

Kabul tarihi: 13 Aralık 2023

Anahtar kelimeler:

Bilgisayar yardımlı imalat,

Bilgisayar yardımlı tasarım,

Diş hekimliği,

Endodonti,

Sağlık hizmeti endüstrisi.

ÖZET

Bilgisayarlar, programlamalar, bilgi ve iletişim teknolojileri, yaşamın her alanında ve sağlık sektöründe olduğu gibi, modern diş hekimliği çerçeveleri de dahil olmak üzere kendine uygulama alanı bulmuştur. CAD/CAM (Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim), yıllar önce geliştirilmeye başlanmıştır ve geliştirilmeye devam etmektedir. Diş hekimliğinde CAD/CAM uygulamaları, hazır blokların ince frezeleme işlemi ile tamamlanmış bir diş restorasyonunun elde edilmesi işlemidir ve daha verimli çalışmak, maliyetleri azaltmak, kullanıcı/hasta memnuniyetini artırmak için, dünyadaki birçok diş hekimi tarafından kullanılır. Yazılım, endüstri, makine mühendislikleri ile sağlık sektörünü bir araya getiren CAD/CAM tarama ve frezeleme sistemleri artık pratik bir klinik uygulama haline gelmiştir ve bu durum, diş hekimlerinin muayenehanede restorasyonlar üretmesini mümkün kılmaktadır. Diş protezlerinin yapımına yönelik geleneksel yöntemlere ek olarak CAD/CAM, diş hekimliği mesleği üzerinde derin etkiler bırakacaktır.

Computer Assisted Restorations and Evaluation of Their Use in Dentistry

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 18 October 2023

Accepted: 13 December 2023

Key words:

Computer-aided design,

Computer-aided manufacturing,

Dentistry,

Endodontics,

Healthcare industry.

ABSTRACT

Computer science, programming, information and communication technologies have found their part in all places of life and in the health sector as well, including modern dental frameworks. CAD/CAM (Computer aided design/computer aided manufacturing) started to be developed many years ago and still is to be developed. CAD/CAM applications in dentistry are the process of obtaining a tooth restoration completed by milling of ready-made blocks and are used by many dentists around the world to work more efficiently, reduce costs, and increase patients' satisfaction. CAD/CAM scanning and milling systems, which bring together software, industry, mechanical engineering and the healthcare sector, have now become a practical clinical application and this makes it possible for dentists to produce restorations in the dental clinics. In addition to the traditional methods for the production of dental prostheses, CAD/CAM will have a significant impact on the dental profession.

1. Giriş

Bilgisayarlar uzun zamandır insanların hayatında geniş yelpazede yer edinmiştir. Ekran maruziyet yaşının düşmekte olduğu günümüzde neredeyse her birey bilgisayarları ve

bilgisayar destekli programları kullanabilmektedir. Bilgisayar kullanmayı öğrenmek kolay değildir, hayat boyu devam eden karmaşık ve aşamalı bir süreçtir (Selwyn, 2005). Doğallıkla birlikte yükselen sanallık, bilgisayarlar aracılığıyla insanlara sunulmaktadır. İnsanlığa sanal bir dünya sunan bilgisayarların

* Sorumlu yazar:

E-mail adresi: kutluhan.ucuk@altinbas.edu.tr (Mehmet Kutluhan Uçuk)

bize sağladığı imkanlar doğadan esinlenmiş öğelerin araştırılmasını da içerir (Bäck vd., 2012). İnsanlığın doğası olan sağlık bilimlerinde popülerleşen bilgisayar destekli cihazlar, aynı hızda diş hekimliğinde de yer edinmiştir. 40 yıldan daha kısa bir süre içinde CAD/CAM teknolojisinde, daha kolay kullanım ve daha güvenilir klinik performans sağlayan donanım ve yazılım iyileştirmeleri yapılmıştır (Paolone vd., 2023). Araştırmacılar, daha yüksek hedefler ve daha fazla bilimsel üretim umuduyla diş hekimliği tedavilerinde geleneksel el becerisi gerektiren işlemlerin otomasyon yönünde ilerlemesine çalışmaktadır (Strub vd., 2006). Üretim sürecinin otomasyonu CAD/CAM tekniklerinin kullanılmasıyla sağlanabilir. Artık günümüzdeki diş hekimliğinde, hastaların daha önce kaybettikleri fonksiyonları geri kazandırmanın yanında estetik kaygılarla mücadele gittikçe önem kazanmaktadır. Bununla birlikte tedavinin süresi geleneksel yöntemlerde göreceli olarak daha uzundur. Geleneksel protezlerin yapımı genellikle beş klinik seans içerir (Alhallak vd., 2023). CAD/CAM sistemleri tedavi süresini kısaltmaktadır ve diş hekimleri bu sistemlerin hızını olumlu karşılamaktadır (Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. 2015). Ayrıca bu sayede yüksek performanslı seramikler başta olmak üzere eskiden teknik nedenlerle işlenemeyen veya ekonomik olarak tercih edilmeyen materyallerin kullanılması mümkün hale gelmiştir (Luthardt vd., 2002). Tedavilerde el işçiliği, beceri ve tecrübe bazen yeterli olmamaktadır ve sonuçta hasta gereksinimleri tamamen karşılanamamaktadır. Bu duruma ek olarak, bazı değerlendirmelerde çok ince hesaplar ve milimetre boyutunda düzenlemeler gerekmektedir. Bazı durumlarda bu ince hesaplar istenmeden gözden kaçabilir. Gözden kaçanlar hastaya zarar verirse, örneğin mekanik kuvvetlerin dengesiz olduğu bir protez tedavisinin sonucunda hasta zarar gördüğü gerekçesiyle hukuki mücadeleye girerse, durum hukuken haksız fiil olarak değerlendirilebilecektir ve hekimin hukuki sorumluluğu doğabilecektir (Uçuk, 2023). CAD/CAM diş hekimliğinin uygulama teknolojisini ve tedavilerin sunulma şeklinde değişim getirmiştir. Teknolojinin ve malzeme kalitesinin sürekli gelişmesiyle, ustalık gerektiren alanlardaki eksikliklerin giderilmesi kaçınılmaz olacaktır. (Sulaiman, 2020). Son yıllarda artan dijitalleşme, hem hekimlere hem öğrencilere büyük faydalar sağlamaktadır ve bu faydaların önemi, insan elinin ve etkileşiminin minimuma indiği pandemi yıllarında daha da artmıştır (Kuşçu, 2023). Dijital üretim, tedavi süresi ve basitlik açısından yakın gelecekte diş hekimliğinin halka bakan yüzünde değişimler yapacaktır (Alhallak vd., 2023). Bu sebeple güncel tedavi prosedürlerinde bilgisayarlar ve programlar da yerini almıştır. Bu derleme, güncel literatür kaynaklarının sunduğu bilgiler çerçevesinde, tedavi görmüş dişlerin daimi restorasyonlarında tercih edilen bilgisayar destekli cihazlar, programlar ve bunların kullanımlarına örnek göstermek, rehber olmak ayrıca kullanımları hakkında değerlendirmeler yapmak amacıyla hazırlanmıştır.

2. Bilgisayar destekli Restorasyonlar

CAD/CAM, materyalin tasarlanmasından ürün şeklinde maddi olarak elde edilmesine kadar olan kapsamındaki süreçlerde bilgisayar programları kullanılmasının genel tanımıdır. CAD, 'Bilgisayar destekli tasarım' ve CAM, 'Bilgisayar destekli üretim' anlamına gelir. CAD/CAM terimi

üretim yöntemi hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir (Beuer, 2008). Desing ve Manufacturing kısımları işlem olarak farklı görevleri olmakla birlikte, planlama, tasarım ve sonucunda materyalden ürün elde edilmesi olarak ele alındığında birbirini tamamlamaktadır. CAD genelde, üretimde ürün sağlanmasının öncesindeki kısımda planlama ve tasarım için bilgisayar desteği alınmasıdır. CAD/CAM sistemleri, restoratif diş hekimliğinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için birçok olanak sunmaktadır (Fasbinder, 2010).

3. Mühendislik ve süreç

CAD/CAM uygulamaları, tasarım ve üretim süreçlerinin makinelerde her ikisinin de birlikte gerçekleştirilmesiyle kullanılır. Modeller ve tasarımlar CAD kısmı için üretilmiş programlar ile hazırlanır, bundan sonra materyalin işlenmesi ve üretilmesi CAM kısmında gerçekleşir. CAD/CAM dijital sistemi, çıkarımlı üretim olarak kabul edilir ve önceden polimerize edilen bir diskin frezelenme sonrası protez elde edilmesini içerir (Alhallak vd., 2023). Halen piyasada bulunan CAD/CAM sistemlerinin yazılımları sürekli olarak geliştirilmektedir (Beuer vd., 2008). İlgili programlardaki taslak çizimlerin ve düzenlemelerin, hastaya protez olarak teslim edilebilmesinin sağlanması, CAM programlarıyla gerçekleşir. Teknolojinin ilerlemeleri, bu boyutta kullanımı ve erişilebilirliği, dijital çağın diş hekimliğinde de başlangıcının yolunu açmıştır. Zorluklar yaratabilen akışkan maddelerle alınan ölçüler yerini, çok daha küçük ağız-ıçi-kameralar ile 3 boyutlu görüntü elde edilmesine bırakmıştır. Tarayıcılar ile ana kalıp temelinde üç boyutlu veriler üretilir. Bu veriler dental tasarım yazılımları aracılığıyla işlenir, değerlendirilir. Bu görüntüler, bir CAD/CAM sistemi kullanılarak restorasyonların tasarlanması ve üretilmesi için kullanılabilir. Dijital sistemler artık alışlagelmiş ölçü malzemeleri, zaman kısıtlaması ve bunlarla ilişkili kullanım sınırlamaları da dahil olmak üzere geleneksel ölçülerin dışında bir imkan sunmaktadır (Fasbinder, 2010). Dijital oklüzal analiz, bir hastanın ısırma temaslarını analiz etmek için dijital sensörlerin kullanılmasını içerir (Haidar, 2023). CAD işleminden sonra veriler laboratuvarında gerçek geometriyi üreten özel bir freze cihazına gönderilir. Son olarak kesimin tam uyumu değerlendirilebilir ve gerekirse ana döküm esas alınarak düzeltilebilir. Ardından elde edilmiş görüntü üzerinden tasarım yapılır. Sonrasında tasarım, özel cihazlar ile belirlenmiş bloklardan kesim yapılarak düzenlenir. Kesimler; freze yolu noktaları X-, Y- ve Z- değerleriyle benzersiz bir şekilde tanımlandığı 3 eksenli kesim, buna ek olarak bileşene ait gerilim köprüsünün de kademesiz olarak döndürülebildiği 4 eksenli kesim, diğerlerine ek olarak, freze milinin de döndürme olanağı mevcut olan 5 eksenli kesim olacak şekilde gerçekleştirilebilir (Beuer vd., 2008).

4. Bilgisayar destekli restorasyonların diş hekimliğinde kullanım alanları

Diş restorasyonlarının imalatı bu nedenle laboratuvar prosedürü olmadan hasta başında gerçekleştirilebilir. Dijitalleştirme aracı, çoğu klinik durumda geleneksel ölçünün yerini alan ağız içi bir kameradır. Bu, zamandan tasarruf sağlar ve hastaya tek randevuda indirekt olarak üretilmiş restorasyonlar üretilmesini sağlar (Beuer, 2008). İşlem gücünün maliyetinin azalması, yeni bir dijital ağız içi

tarayıcı serisinin yakın zamanda piyasaya sürülmesiyle örneklendiği gibi bu gelişmelerin devam etmesini sağlayacaktır. Bir diş laboratuvarının üretmesi beklenen her şey dijital olarak ve potansiyel olarak daha tutarlı, daha hızlı ve daha düşük maliyetle yapılabilir (Van Noort, 2012). CAD/CAM teknolojileri diş hekimliğinde daha güncel materyallerin ve ham maddesi metal olmayan malzemelerin (örneğin zirkonya) kullanılmasını daha da kolaylaştırmaktadır (Helvey, 2007). Zirkonya çalışmaları günümüzde de birçok çalışmada denenmiş ve CAD/CAM destekli tedavilerde sık tercih edilen bir üründür. Estetik ve biyouyumluluk konusundaki farkındalığın artmasıyla birlikte hastalar, posterior sabit bölümlü protezler için bile giderek daha fazla metal içermeyen çözümler talep etmektedir. Çok üniteli posterior protezler için zirkonya seramiklerinin kullanımı CAD/CAM sistemlerinin ortaya çıkmasıyla kolaylaştırılmıştır (Reich vd., 2005). Zirkonya bazlı malzemeler, çatlakların ilerlemesini önleyen ve dolayısıyla güçlendirme etkisi sağlayan biyouyumlulukları ve tetragonal yapıları vardır (Raigrodski, & Chiche, 2001). Laboratuvar ve hasta başı frezeleme üniteleri daha çok yönlüdür ve uzun vadeli klinik başarı sağlayabilecek özelliklere sahip birden fazla malzemeyi frezeleme kapasitesine sahiptir (Sulaiman, 2020). CAD/CAM sistemlerinde titanyum, titanyum alaşımları ve krom kobalt alaşımları, rezin, çeşitli bazlı seramikler işlenebilmekte ve ürün olarak diş protezi elde edilebilmektedir (Beuer vd., 2008). Genel olarak lityum disilikat bazlı seramik malzemeler, zirkonya bazlı seramik malzemelere göre daha yüksek optik özelliklere ve daha düşük mekanik özelliklere sahiptir (Reid vd., 2023). Digital-Smile-Design, dijital gülümseme tasarımı, hastanın endişesinin estetik görselleştirilmesini geliştirerek, potansiyel çözüm hakkında bilgi sunarak, tedavinin avantajları hakkında bilinçlendirerek ve ilham vererek klinisyene yardım etmeyi amaçlayan bir fikirdir. Mevcut CAD/CAM yazılım çözümlerinin arayüzleri, bir tedaviyi gerçekleştirmek için 3-Boyutlu (3B) tanımlama, 3B tasarım ve 3B işleme arasındaki değişiklikleri mümkün kılacak şekilde geliştirilmelidir. Sanal tedavi planlaması ve ardından dijital tedavi imkanı, CAD/CAM teknolojisindeki son gelişmeler ışığında yapılabilir ve bu husus umut verici görünmektedir (Polatoglu, S., & Bahadır, H. S. 2023). Kanal tedavisi yapılmış dişlerde daimi restorasyon olarak endokron kullanıldığında güzel sonuçlar elde edilir. Bununla birlikte endokronlar, adeziv diş hekimliğinin güncel çalışmalarının beraberinde getirdiği yararlı sonuçları kullanarak dişlerde hem dış yüzeyde hem iç yüzeyde destek alınarak kullanılır. Endokron üretimi için mevcut malzemeler zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikleri, fiber kompozitleri, lityum disilikat seramikleri ve hibrit nanoseramikleri içerir. Bazı çalışmalarda endodontik tedavili dişlerde endokron yapımında boşluk izlenirse de bunun klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir (Esraa, 2023). Ortodontik tedavilerde CAD/CAM teknolojisi kullanılarak indirekt braket konumlandırması, laboratuvar ortamlarında önemli bir hassasiyet göstermiştir ve performansı yüksek bulunmuştur (Schwartzler vd., 2023). Hatta cerrahi sistemlerde de bilgisayar destekli kullanımlar güncellenmektedir. İmplant cerrahisinde bilgisayar destekli cerrahi teknikleri yüksek tıbbi fayda sağlayabilmektedir (Ruppin vd., 2008). İmplantların bilgisayar tabanlı planlamasındaki teknolojik ilerlemeler, klinisyenin daha doğru planlama yapmasına ve diş implantlarını daha kesin bir şekilde yerleştirmesine olanak tanımıştır (Spector, 2008).

5. Kullanım kısıtlamaları

Her ne kadar CAD/CAM sisteminin seçimi her durumda

rastgele olsa bile, bazı hastalarda bireysel özellikler nedeniyle olumsuz yan etkiler ortaya çıkabilir. Bu tür özelliklerin neden olduğu olumsuz yan etkileri en aza indirmek için daha fazla hasta verisinin toplanması gereklidir (Reich vd., 2005). Makinelere yapılan yüksek yatırım ve ücret yüksekliği, daha küçük laboratuvarların bütçesini aşabilir. Bazı uygulamalar yazılım ve üretim prosedürlerinden dolayı sınırlıdır (Beuer vd., 2008). Bununla birlikte CAD/CAM ile oluşturulan protezlerin uyumunun doğruluğunun, iç bölgelerde marjinal alana göre daha az doğru olduğu sonuçlar mevcuttur. İnlay yüzeylerde gerçekçiliğin yakalanmadığı durumlar da mevcuttur (Tian vd., 2006). Taramada elde edilen nokta bulutları yazılım tarafından düzgün, sürekli bir yüzeye dönüştürülür. Bu aynı zamanda bazı yanlışlıklara da yol açabilir. İyi bir uyum için daha büyük iç boşluklar meydana gelebilir. (Reich vd., 2005). Gelişen teknoloji ve güncellenen imkanlar sonucunda bu kısıtlayıcı durumların minimuma inmiş olması mümkündür ve mümkün olacaktır. Güncel çalışmalarda güçlü bir geleceğinin olmasından öte, diş hekimliği lisans müfredatına eklenmesini bile savunan veriler mevcuttur (Islam, 2023). Müfredata CAD/CAM eklemesi yapılan hekimlerde klinik performans, kendine güven ve prepare diş sayısında artış gözlenmiştir (Schweyen vd., 2018). Öğrencilerin CAD/CAM eğitimi almaları öğrenciler tarafından da olumlu karşılanmaktadır (Schlenz vd., 2020) ve restorasyonları tasarlaması, frezelemesi, sinterlemesi ve boyaması ile CAD/CAM sistemleri laboratuvar maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır (Browning vd, 2013).

6. Sonuç

Günümüzde hastaların talepleri fonksiyonun yanında estetik yönde olmaktadır. Arz ve talebin, yakın tarihte teknoloji ve yazılımların ilerlemeleri sayesinde birbirini karşılaması daha mümkündür. Şiddetli kuvvetler, parafonksiyon gibi durumlarda standart restorasyonlar bazen renk uyumu, kuvvet dağılımı gibi durumlarda yetersiz kalabilirken bilgisayar destekli restorasyonlar ileriki yıllarda altın standart olma yolunda hareket etmektedir. Dijitalleşme ne kadar ileri giderse gitsin, hekim kendi bilgi ve tecrübelerini de işin içine katmalıdır. Bilgisayarlar, programlar ve yazılımlar yol alırken hekimin deneyimlerinin ışığında ilerlediği sürece çözülemeyen sorunlar gün geçtikçe azalacaktır.

Kaynaklar

- Alhallaq, K., Hagi-Pavli, E., & Nankali, A. (2023). A review on clinical use of CAD/CAM and 3D printed dentures. *British Dental Journal*, 1-5.
- Bäck, T., Kok, J. N., & Rozenberg, G. (2012). *Handbook of natural computing*. Springer, Heidelberg, Overview,1.
- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature. *Journal of international oral health: JIOH*, 7(4), 96-104
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British dental journal*, 204(9), 505-511.
- Browning, W. D., Reifeis, P., Willis, L., & Kirkup, M. L. (2013). Including CAD/CAM dentistry in a dental school curriculum. *Journal (Indiana Dental Association)*, 92(4):40-5, 47.

- Esraa, A., Shatha, A., & Tariq, A. (2023). A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus*, 7:15(6), e40081.
- Fasbinder, D. J. (2010). Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* (15488578), 4, 2-12.
- Haidar, Z. S. (2023). Digital Dentistry: Past, Present, and Future. *Digital Medicine and Healthcare Technology*, 2
- Helvey, G. A. (2007). Zirconia and computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) dentistry. *Funct Esthet Restorative Dent*, 1(3), 28-39.
- Islam, M. S., Al-Fakhri, A., & Rahman, M. M. (2023). Computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM) technology in the undergraduate dental programs in the MENA region. *Eur J Dent Educ*. 2023;00:1–6.
- Kuşçu, H. Y. Y., (2023). Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları IV. (KESİM, B. Ed.). *Akademisyen Kitabevi*, 53.
- Luthardt, R., Weber, A., Rudolph, H., Schöne, C., Quaas, S., & Walter, M. (2002). Design and production of dental prosthetic restorations: basic research on dental CAD/CAM technology. *International journal of computerized dentistry*, 5(2-3), 165-176.
- Paolone, G., Mandurino, M., De Palma, F., Mazzitelli, C., Scotti, N., Breschi, L., ... & Vichi, A. (2023). Color Stability of Polymer-Based Composite CAD/CAM Blocks: A Systematic Review. *Polymers*, 15(2), 464.
- Polatoglu, S., & Bahadır, H. S. (2023). Digital dentistry. *Current Research in Health Sciences*, 56-64.
- Raigrodski, A. J., & Chiche, G. J. (2001). The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *The journal of prosthetic dentistry*, 86(5), 520-525.
- Reich, S., Wichmann, M., Nkenke, E., & Proeschel, P. (2005). Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *European journal of oral sciences*, 113(2), 174-179.
- Reid, D. A., Matis, J. I., Lien, W., Raimondi, C. J., Arnason, S. C., DuVall, N. B., & Vandewalle, K. S. (2023). Optical and mechanical properties of new ceramic CAD/CAM materials. *Operative Dentistry*, 48(4), 425-434.
- Ruppin, J., Popovic, A., Strauss, M., Spüntrup, E., Steiner, A., & Stoll, C. (2008). Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clinical oral implants research*, 19(7), 709-716.
- Schlenz, M. A., Michel, K., Wegner, K., Schmidt, A., Rehmann, P., & Wöstmann, B. (2020). Undergraduate dental students' perspective on the implementation of digital dentistry in the preclinical curriculum: a questionnaire survey. *BMC oral health*, 20, 1-10.
- Schwärzler, A., Lettner, S., Nemeč, M., Rank, C., Schedle, A., & Jonke, E. (2023). CAD/CAM indirect bonding trays using hard versus soft resin material: a single-blinded in vitro study. *Dental Materials*, 39(9), 831-838.
- Schweyen, R., Beuer, F., Bochska, M., & Hey, J. (2018). Implementing a new curriculum for computer-assisted restorations in prosthetic dentistry. *European Journal of Dental Education*, 22(2), e237-e247.
- Selwyn, N. (2005). The social processes of learning to use computers. *Social Science Computer Review*, 23(1), 122-135.
- Sulaiman, T. A. (2020). Materials in digital dentistry—A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(2), 171-181.
- Spector, L. (2008). Computer-aided dental implant planning. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 761-775.
- Strub, J. R., Rekow, E. D., & Witkowski, S. (2006). Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *The Journal of the American Dental Association*, 137(9), 1289-1296.
- Tian, S., Wang, M., Yuan, F., Dai, N., Sun, Y., Xie, W., & Qin, J. (2021). Efficient computer-aided design of dental inlay restoration: a deep adversarial framework. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 40(9), 2415-2427.
- UÇUK, M. K. (2023). Endodontik tedavi uygulayan diş hekimlerinin mesleki tecrübeleri, komplikasyon ve malpraktis üzerine görüşlerinin değerlendirilmesi bir anket çalışması/Assesment of endodontic treatment administering dentists' views on their professional experience, complications and malpractise: a survey study (Doctoral dissertation), 24.
- Van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental materials*, 28(1), 3-12.