



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**DİJİTAL TEKNOLOJİNİN PANDEMİ
KOŞULLARINDA ORTODONTİ PRATIĞİNDE
AVANTAJLARI**

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

SANEM SADIKOĞLU
0801170042

Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Muhsin Çifter

Mayıs-2022

BİTİRME TEZİ

İSTANBUL

TEŞEKKÜR

Tüm çalıőmalarım boyunca beni destekleyen ve sorum olduğunda her zaman ulaőabildiėim, mesleki bilgilerini ve tecrübelerini benimle her zaman paylaőan danıőman hocam Dr. Öğr. Üyesi Muhsin ifter'e

Hayatım boyunca sonsuz desteklerini ve sevgilerini hissettiğim Canım Ailem ve Arkadaőlarıma

Teşekkür ederim

ÖZET

Dünyadaki dijital teknolojideki gelişmeler hayatın her alanında olduğu gibi diş hekimliğinde de pek çok avantajı beraberinde getirmektedir. Bu gelişmeler sayesinde üretilen yeni cihaz ve yazılımlar ile diş hekimliğinin ortodonti alanında birçok tedavi ve tanı yönteminde alternatifler oluşturabilmektedir. Bu dijital dönüşüm sayesinde iş akışı tanımı değişmiştir. Geleneksel yöntemlere alternatif olan bu dijital teknolojiler sayesinde, iş akışı hızlanmış, hata payı azalmış, toplam tedavi süresi kısalmıştır. Tanı ve tedavi planlamasının üç boyutlu olarak yapılmasına olanak sağlayan bu gelişmeler ile hasta konforu da artırılabilir. Bunlara ek olarak tedavi sonucunun simülasyonu hastaya gösterilerek, hasta ile hekim arası iletişimin daha objektif hale getirilmesi, böylelikle de hasta memnuniyetinin artması sağlanmıştır.

Çin'in Wuhan kentinde 2019'un sonlarına doğru şiddetli akut hastalığa neden olan yeni bir koronavirüs türü bulunmuş ve DSÖ tarafında COVID-19 ismi verilmiştir. Damlacık yolu ile bulaşan bu virüsün çok hızlı bir şekilde dünya geneline yayılması sonucunda dünyada pandemi ilan edilmiştir. Bu yüzden diş hekimleri ve diş hekimi yardımcıları yüksek risk grubu olarak ilan edilmiştir.

Gün ve gün kullanımı artmakta olan dijital teknoloji, pandemi koşullarında hekimlere birçok avantaj sağlamaktadır. Bulaşıcılığın çok yüksek olduğu bu meslek grubunda enfekte olma riskinin düşürülmesine olanak sağlamış hekimlerin daha güvenli ve konforlu çalışmasını mümkün kılmıştır. Bu çalışmada dijital teknolojinin pandemi şartlarında ortodonti pratiğinde sağladığı avantajlar irdelenmiştir.

ABSTRACT

Developments in digital technology in the world are experienced in dentistry as in all areas of life. Thanks to these developments, new devices and software have been produced and alternatives have been created in many treatment and diagnostic methods. This digital transformation has changed the definition of workflow. These digital technologies, which are an alternative to traditional methods, have accelerated the workflow, reduced the margin of error, and shortened the total treatment time. At the same time, patient comfort has been increased and it has allowed diagnosis and treatment planning to be made in three dimensions. In addition, by showing the simulation of the treatment result to the patient, the agreement between the patient and the dentist was ensured, thus increasing patient satisfaction.

Towards the end of 2019, a new type of coronavirus that causes severe acute illness was found in Wuhan, China, and was named COVID-19 by the WHO. As a result of the rapid transmission of this disease and its spread to other countries, a pandemic has been declared in the world. Dentists and dental assistants are considered to be high-risk groups due to the transmission of this virus through droplets.

The use of digital technology, which is increasing day by day, provides many advantages to dentists under pandemic conditions. It has enabled the risk of being infected to be reduced in this occupational group where the contagiousness is very high and made it possible for dentists to work more safely and comfortably. In this study, the advantages of digital technology in practice of orthodontics under pandemic conditions were addressed.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİL DİZİNİ.....	vii
TABLO DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. Genel Bilgiler.....	2
2.1 Ortodontinin Tanımı	2
2.2 Ortodontinin Tarihçesi	2
2.3. Diş Hekimliğinde Görüntüleme Amaçları ve Stratejileri.....	2
2.4. Diş Hekimliğinde Görüntüleme Teknikleri	3
2.4.1 İki Boyutlu Görüntülemeler.....	3
2.4.1.1.İNTRAORAL TEKNİKLER	3
2.4.1.1.a) Periapikal Radyografi.....	3
2.4.1.1.b) Bite-Wing Radyografi.....	4
2.4.1.1.c) Okluzal Radyografi	5
2.4.1.2 EKSTRAORAL TEKNİKLER.....	5
2.4.1.2.a) Panoramik Radyografi.....	5
2.4.1.2.b) Sefalometrik Radyografi	6
2.4.2. Üç Boyutlu Görüntülemeler	6
2.4.2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	7
2.4.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	7
2.4.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).....	9
2.4.2.4. Stereofotogrametri.....	10
2.5. Dijital Görüntülemeler	11
2.6. Modern Tanı ve Tedavi Araçları.....	12
2.6.1. CAD/CAM Teknolojisi	12
2.6.1.1. CAD/CAM Sistemlerinin Tanımı ve Kısa Tarihçesi	12
2.6.1.2. CAD/CAM Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar	12
2.6.1.3.CAD/CAM Sistemlerinin Yapısal Elemanları	12
2.6.1.4. Geleneksel Yöntem ile CAD CAM Teknolojisinin Karşılaştırılması.....	14
2.6.1.5 CAD/CAM Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları.....	15
2.6.1.6. İntraoral Tarayıcılar	16

2.6.1.7. Masaüstü Tarayıcılar	16
2.6.2. Dijital Ortodontik Modeller	16
2.6.3.1 3 Boyutlu Yazıcılar	17
2.6.3.2. 3 Boyutlu Yazıcıların Ortodontide Kullanım Alanları.....	17
2.6.4. Yüz Tarayıcılar	18
2.6.5. Diş Hekimliğinde Robotik Uygulamalar	18
2.6.6. Tele Dişhekimliği	18
2.6.7. LAZER	18
2.7. Pandeminin Tanımı	20
2.8. Koronavirüs Hastalığı 2019/Covid-19 (Sars-Cov-2 Enfeksiyonu).....	20
2.8.1. Covid-19 Patofizyolojisi	20
2.8.2 SARS-CoV-2'nin Bulaşması	21
2.8.3. Meslek Grupları Açısından COVID-19 Riski	21
2.8.4. Covid-19 Klinik Bulguları	22
2.8.5. Diş Hekimliğinde COVID-19'dan Korunmak İçin Kullanılan Kişisel Koruyucu Ekipmanlar	22
2.9. COVID-19 ve Dijital Diş Hekimliği	24
KAYNAKÇA	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

2D	2 Boyutlu
3D	3 Boyutlu
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	Bilgisayar Destekli Üretim
COVID-19	Koronavirüs Hastalığı 19
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
KIBT	Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi
M.Ö	Milattan Önce
MERS	Orta Doğu Solunum Sendromu
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PVS	Polivinil Siloksan
SARS	Şiddetli Akut Solunum Sendromu
SARS-CoV	Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüsü
TME	Temporomandibular Eklem

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1: Periapikal Radyografi	4
Şekil 2: Periapikal Radyografi Örneği	4
Şekil 3: Bite Wing Radyografi Örneği	5
Şekil 4: Oklüzal Radyografi Örneği	5
Şekil 5: Panoramik Radyografi Örneği	6
Şekil 6: Sefalometrik Radyografi Örneği	6
Şekil 7: Konvansiyonel BT	7
Şekil 8: Konik Işınlı BT	7
Şekil 9: KIBT ile elde edilen görüntüde gömülü dişin durumunun değerlendirilmesi	8
Şekil 10: KIBT ile elde edilmiş görüntüler üzerinde TME'nin değerlendirilmesi	9
Şekil 11: Disfonksiyonu bulunan bir hastanın MR görüntüsü	10
Şekil 12: Stereofotogrametri Cihazı	10
Şekil 13: Her piksele karşılık gelen renk örneği	11
Şekil 14: Mandibula ve maksillada ağız içi tarama stratejileri	13
Şekil 15: Çıkarmalı ve Eklemeli Üretim	14
Şekil 16: Geleneksel Yöntem ile CAD/CAM'in Karşılaştırılması	14
Şekil 17: Dijital Model	17
Şekil 18: Öksürük, hapşurma ve nefes verme sırasında oluşan aerosolün yayılma mesafesi	21
Şekil 19: COVID 19 İçin Kişisel Korunma Malzemeleri	24
Şekil 20: Geleneksel İş Akışı	25
Şekil 21: Dijital İş Akışı	25

TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Tekniklerin Sınıflaması	3
Tablo 2: Lazer Sınıflaması	19

1. GİRİŞ

Dünyada hızla gelişen teknolojik değişimler üretim, sanayi ve hizmet sektörleri gibi diş hekimliğinde de birçok değişime sebep olmuştur. Geleneksel yöntemlere ek olarak birçok tanı ve tedavi yöntemi geliştirilmiş iş akışı yeni bir boyut kazanmıştır. Bu dijital dönüşüm diş hekimliğinin her dalında hekimlere kolaylık sağlamaya başlamıştır. Üretilen yeni cihazlar ve yazılımlar sayesinde hekimlerin iş akışı hızlanmış, tedavi süreleri kısaltmış, daha estetik ve uyumlu işler yapılmaya başlanmıştır. Bu dijital dönüşüm her geçen gün kendini yenilemekte ve ihtiyaçlara göre farklı alternatifler sunmaya devam etmektedir. Sağladığı birçok avantaj sayesinde Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM) teknolojisi diş hekimliğinde oldukça popüler hale gelmiştir ve kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Çin'in Wuhan kentinde 2019'un sonunda şiddetli akut hastalığa neden olan yeni bir koronavirüs (SARS-CoV-2) tespit edilmiş ve bu virüs ülkemiz de dahil olmak üzere tüm dünyada Covid-19 pandemisine sebep olmuştur. Covid-19 hastalığı enfekte kişilerden yayılan damlacıkların solunmasıyla bulaşan bir hastalıktır. Dolayısıyla diş hekimliği, tedavi işlemleri sırasında yayılan aerosoller ve hastayla olan yakın temas sonucunda yüksek riskli meslek gruplarının başlarında gelmektedir. Bu yüzden virüsün yayılımının önlenmesi için temasın azaltılması ve daha korunaklı tanı ve tedavi metotlarının kullanılması gerekmektedir.

Bu tezde dijital teknolojinin ortodonti kliniklerinde pandemi şartlarında hekimlere sağladığı avantajlardan bahsedilecektir.

2. Genel Bilgiler

2.1 Ortodontinin Tanımı

Ortodonti terimi Yunanca Orthos (doğru veya düz) ve dons (diş) kelimelerinin birleşmesiyle oluşur ve düzgün diş anlamını taşır. Dişlerdeki düzensizliklerin, çene kemiğinin iskeletsel konumunun ve de çenelerin birbirlerine göre olan uyumsuzluğunun düzeltilerek çiğneme, konuşma, solunum gibi fonksiyonların iyileştirilmesini hedefleyen bir tedavi dalıdır.[1] [2]

2.2 Ortodontinin Tarihçesi

Geçmişten günümüze insanoğlu ağız estetiğini önemsemiş ve özellikle diş dizisinin estetik bir görünüm kazanması adına çeşitli tedavi metotları ve malzemeler geliştirilmiştir. Yapılan kazılarda, üzerinde metal şeritler olan dişlere sahip Yunan mumyaları bulunmuştur. Dişlerin arasında olan boşlukları kapatmak için günümüzde kullanılan ortodontik tellere benzer malzemelerin kullanıldığı tespit edilmiştir. M.Ö. 400'lü yıllarda Hipokrat ve Aristotle diş eğriliklerini düzeltmek için çalışmalar yapmış ve birçok yöntem geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, Mısır'daki Roma mezarlarında yaptıkları kazılarda günümüzde kullanılan ligatür tellerine benzeyen altın tellere rastlamışlardır. Parmak basıncıyla dişlerde hareket olabildiğini belgeleyen ilk kişi Corneliustur. Ortodontiyle alakalı ilk gerçek çalışmalar ve uygulamalar XVIII. yüzyılda başlamıştır. Ortodonti terimi ilk kez Fransız ortodontist Le Foulon tarafından 1839 yılında kullanılmıştır. Pierre Fouchard ise 1728 yılında basılan Treatise on Dentistry adlı kitabında bandelette yani günümüzdeki terminoloji ile ekspansiyon arkından söz etmiştir. [3]

Ortodontik tedavi ilk zamanlarda özellikle sadece görünen ön dişlerin düzgün sıralanması anlamına geliyordu. Yani önemli olan şey estetikti. Daha sonrasında tedavi teknikleri geliştikçe sadece komşu dişlerle olan ilişkilerinin düzeltilmesinin yeterli olmadığı anlaşılmış ve oklüzyonun önemi kavranmıştır böylelikle düzgün bir dişsel kapanış hedeflenmiştir. Zamanla düzgün bir oklüzyon da yeterli olmamış ve çenelerin kafa kaidesi ile olan ilişkilerinin de önemli olduğu anlaşılmıştır. Sonrasında sefalometrik ölçümlerle normal değerler belirlenmiş ve tedaviler hem iskeletsel hem de dişsel olarak yapılmaya başlanmıştır.[3]

2.3. Diş Hekimliğinde Görüntüleme Amaçları ve Stratejileri

İdeal bir görüntüleme aracında bilgi kalitesi, maliyet, kullanım kolaylığı ve riskler dengelenmiştir. Bir görüntüleme protokolü değerlendirilirken aşağıdaki görüntüleme hedefleri dikkate alınmalıdır:

- 1) İstenilen bölgenin tamamı görüntülenmelidir.
- 2) Bölge en az iki düzlemde ve doğru açılarla görüntülenmelidir.
- 3) İmaj maksimum detay, minimum bozulma ve minimum süperpozisyonla elde edilmelidir.

4) Görüntünün diagnostik değeri, maliyeti ve elde edilme sırasındaki riskleriyle dengeli olmalıdır.[4]

Klinik Olarak Belirlenen Görüntüleme Amaçları

Genel olarak görüntülemenin amacı baş-boyun bölgesindeki spesifik klinik problemlerin çözümlenmesine yardımcı olmaktadır. Elde edilen bilgilerle diagnoz, büyüme ve tedavi arasındaki karmaşık ilişkiyi ortaya koymak için kullanılır. Görüntüleme amaçlarından bazıları:

- 1) Normal veya anormal anatomiyi tanımlamak
- 2) Dişin kök uzunluğunun boyunu ve hizasını belirlemek
- 3) Dişleri içinde bulunduran alveolar ve kortikal kemik sınırlarını ve dişlerin kemiğe göre eğimlerini belirlemek.
- 4) Çeneler arası boyut ilişkisini belirlemek ve gerekli diş boşluğunu tespit etmek.
- 5) Temporomandibular eklem durumunu incelemek.
- 6) Geçmişteki ve şu andaki ve gelecekteki büyüme miktarını ve doğrultusunu belirlemek.
- 7) Tedavinin baş-boyun anatomisine etkisini belirlemek.
- 8) Olması durumunda artı dişleri lokalize etmek.[4]

2.4. Diş Hekimliğinde Görüntüleme Teknikleri

2.4.1 İki Boyutlu Görüntülemeler

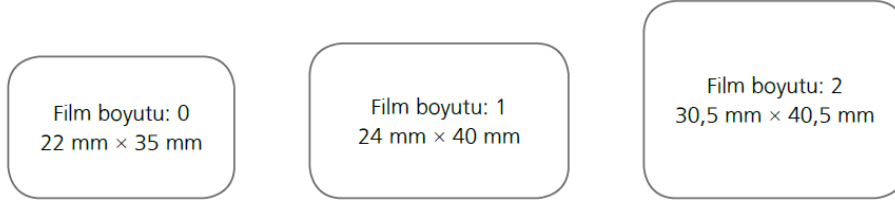
Tablo 1: Tekniklerin Sınıflaması

İNTRAORAL TEKNİKLER	EKSTRAORAL TEKNİKLER
PERİAPİKAL RADYOGRAFİLER	PANORAMİK RADYOGRAFİLER
BİTE-WİNG RADYOGRAFİLER	SEFALOMETRİK RADYOGRAFİLER
OKLUZAL RADYOGRAFİLER	

2.4.1.1.İNTRAORAL TEKNİKLER

2.4.1.1.a) Periapikal Radyografi

Periapikal radyografiler dişin kurununun, kökünün ve çevresinin görüntülenmesini sağlarlar. Periapikal filmler hastanın gereksinime bağlı olarak üç farklı boyutta uygulanabilmektedir. (şekil 1) [5]



Şekil 1: Periapikal Radyografi

Genel diş hekimliğinde birçok amaçla kullanılır. Bunlardan bazıları;

- Diş çürüğünün pulpa ile ilişkisinin değerlendirilmesi
- Periapikal bölgedeki değişimlerin ve lezyonların belirlenmesi
- Travma sonucu dişin ve alveol kemiğinin değerlendirilmesi
- Dişin periodontal tedavi öncesi ve sonrasının değerlendirilmesi
- Gömülü dişlerin konumunu ve durumunun değerlendirilmesi
- Diş çekimi ve endodontik tedavilerden önce diş kökünün morfolojisinin incelenmesi
- Kemikte oluşan kist ve lezyonların değerlendirilmesi [5]

Ortodonti amaçlı kullanımları:

- Dentisyon gelişiminin, dişlerin ve sürme durumlarının incelenmesi
- Dişlerin şekillerinin ve boyutlarının belirlenmesi
- Süt dişlerin kök rezorpsiyonunun belirlenmesi
- Daimi dişlerin kök oluşumunun incelenmesi
- Diş köklerinin aksiyal inklinasyonlarının belirlenmesi



Şekil 2: Periapikal Radyografi Örneği [6]

2.4.1.1.b) Bite-Wing Radyografi

İsirtma Radyografisi olarak da bilinir. Bu teknik için özel filmler kullanılır. Dişlerin kuron kısımlarını incelemek için kullanılır. Arayüz çürükleri, taşkın dolgular ve alveol kemik yüksekliği incelenebilir. Yatay veya dikey bite-wing filmler vardır. [7]



Şekil 3: Bite Wing Radyografi Örneği [8]

2.4.1.1.c) Okluzal Radyografi

Maksiller veya mandibular arkları görüntülemek için kullanılır. Ağız tabanı ve de damak görüntüsü elde edilebilir[9]. Sürmekte olan dişlerin takibinde, yabancı cisimlerin saptanmasında, travmaya bağlı gelişen çene kırıkları ve süpernumerer dişlerin saptanmasında, yumuşak, sert doku anomalilerinin saptanmasında, hızlı üst çene genişletmesi uygulamalarında st. Palatina media'daki açılmanın tespitinde kullanılan bir intraoral radyografi şeklidir[7].



Şekil 4: Okluzal Radyografi Örneği [10]

2.4.1.2 EKSTRAORAL TEKNİKLER

2.4.1.2.a) Panoramik Radyografi

Panoramik radyografiler her iki arkın ve bunlara komşu olan anatomik yapıların tek bir radyograf üzerinde minimal geometrik distorsiyon ve süperpozisyon ile görüntülenmesini sağlayan tekniktir. Panoramik radyografiler; sürmüş, kaybedilmiş veya artı dişlerin görüntülenmesinde, dental yaşın ve erupsiyon durumunun tespitinde kök paralelliğinin, temporomandibular eklemin, sinüslerin incelenmesinde kullanılabilir. Panoramik radyografiler ayrıca patolojik durumları veya normalden farklı durumları da ortaya çıkarabilir. [5]



Şekil 5: Panoramik Radyografi Örneği [6]

2.4.1.2.b) Sefalometrik Radyografi

Sefalometrik radyografi, kafatasının şekil, boyut ve oranlarının ölçülmesi için kullanılan bir tekniktir. Bu tetkik büyümenin ve morfolojinin tanımlanması, anomalilerin tespit edilmesi, hastanın gelecekteki durumu hakkında fikir yürütülebilmesi, tedavi planının ve tedavi sonuçlarının değerlendirildiği için kullanılan önemli bir klinik araçtır [11]. Kafatası ve dişler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesine olanak tanınması bu tekniği pratik ve değerli kılmaktadır[12]. Lateral sefalometrik radyografi sagittal düzlemde iskeletsel yapı, dental yapı, yumuşak doku morfolojisi ve bunlar arasındaki ilişkiler hakkında bilgiler sunarken; posteroanterior sefalometrik radyografi frontal düzlemde dental ve iskeletsel anomalilerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır[13].



Şekil 6: Sefalometrik Radyografi Örneği [14]

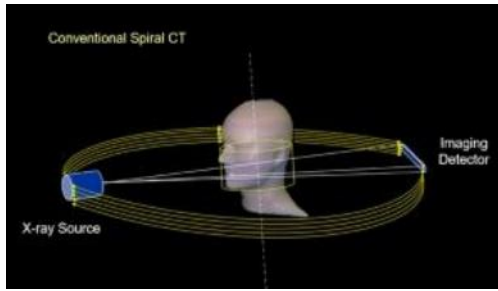
2.4.2. Üç Boyutlu Görüntülemeler

3D görüntüleme tekniği son 20 yılda büyük oranda gelişme göstermiştir. Bu yöntemle, diş hekimliğinin birçok alanında kullanılabilen birçok uygulama tekniği bulunmuştur. 3D görüntülemelerde öncelikle teşhiste kullanılacak ekipmanlarla veriler toplanır, bunlar bir bilgisayara aktarılırlar. Sonra 2 boyutlu (2D) bir monitörde bu görüntülere derinlik eklenerek görüntülerin 3D görünmesi sağlanmış olur [15].

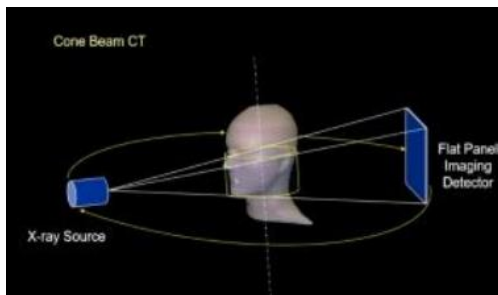
2.4.2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT görüntüleri, dairesel bir cihaza konumlandırılan X ışını üreten bir kaynak ile onun karşısına konumlandırılan algılayıcının hastanın etrafında dönerek elde ettiği verilerin bilgisayar algoritmaları kullanarak yeniden işlenmesiyle elde edilirler [16] Diş Hekimliğinde birçok kullanım alanı vardır. Lezyonların tanısında, sınırlarının ve hatta içeriklerinin (sıvı, katı, jel) belirlenmesinde, maksiller sinüslerin incelenmesinde, temporomandibular eklem (TME) yapısının tetkik edilmesinde, TME kırık veya ankilozlarının tespitinde, tükürük bezlerinin incelenmesinde, çene-yüz bölgesine alınan travma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılabilir[17]. Fakat yüksek radyasyona sahip olması, cihazın büyük olması, her merkezde bulunmaması ve maliyetinin yüksek olması diş hekimliğinde kullanımını sınırlandırmaktadır [18]. Ayrıca yumuşak doku görüntülemesinde diğer tekniklere göre yetersizdir[17].

Medikal Bilgisayarlı Tomografi (BT) ile Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) çalışma prensibi olarak temel fark kullanılan ışık demetinin şekli ve dedektör özellikleridir. BT’de yelpaze şeklinde ışın demetiyle birlikte lineer dedektör kullanılırken KIBT’de ikonik ışın demeti ve alan dedektörü kullanılır[19].



Şekil 7: Konvensiyonel BT [20]



Şekil 8: Konik Işınlı BT [20]

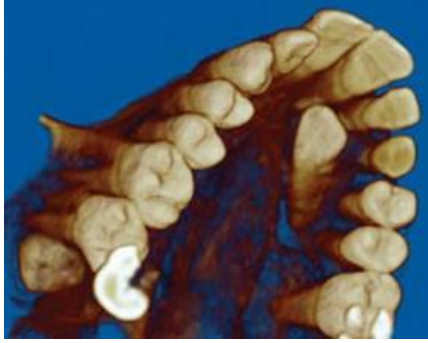
2.4.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, konvensiyonel BT tarama cihazlarının bazı kısıtlamalarının ortadan kaldırılması için dizayn edilmişlerdir [21]. KIBT, medikal BT'lere göre daha ucuz ve daha düşük radyasyon dozuna sahiptir. Bu sayede diş hekimliğinin birçok alanında kullanılmaktadır. [19] Genel diş hekimliğindeki bazı kullanım alanları; dental implantların yerleşimi öncesi kemiğin değerlendirilmesi, mandibulada inferior alveolar sinir

kanalının, mental foramenler ve maksillada sinus gibi anatomik yapıların yerleşiminin belirlenmesi[22], TME'nin incelenmesi, patolojilerin tespitidir[17].

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Ortodontik Tedavilerde Kullanım Alanları

A) Gömülü dişler ve ağız içi anomaliler: Ektopik dişlerin konumlarının doğru tespitinde ve yapılacak olan cerrahi işlemin olabildiğince az olmasını sağlamada kullanılır. Dişlerin incelenmesinin yanında bu dişlerin çevre dokularla ve komşu dişlerle olan ilişkileri de kolaylıkla tespit edilebilir[23].



Şekil 9: KIBT ile elde edilen görüntüde gömülü dişin durumunun değerlendirilmesi[24]

B) Havayolu analizi: Lateral sefalogramların 2 boyutlu olması yüzünden her zaman net sonuçlar elde edilememektedir. KIBT'in kullanılması ile havayolu analizinde gelişmeler sağlanmıştır[25]

C) Alveoler kemik yüksekliği, hacminin ve gelişiminin değerlendirilmesi: kök eğimlerinin ve torkunun değerlendirilmesinde, minivida yerleştirilmesi düşünülen bölgedeki kemik kalınlığı ve morfolojisi hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca planlanan cerrahi osteotomi tedavilerinde bölgenin incelenmesi için kullanılır. [26] Bunlara ek olarak distalizasyon planlamasında posterior bölgedeki kemik miktarının, ekspansiyon için ise bukkal kısımdaki kemik miktarının tayini gibi birçok konuda önemli bilgiler verir.[25]

D) Temporomandibuler eklem morfolojisi: KIBT ile kondillerin boyutları, şekli, pozisyonları ve eklem boşluğu değerlendirilebilmektedir. Fakat KIBT ile yumuşak dokuların görüntülenmesi yetersiz olduğundan dolayı disk yapısı incelenmesinde etkin olamamaktadır.[26]



Şekil 10: KIBT ile elde edilmiş görüntüler üzerinde TME'nin değerlendirilmesi [24]

E) Yüz analizi: Özel yazılımlar kullanarak yüz görünümü üzerine etkileri olan diş hareketleri, ortognatik cerrahi veya diğer kraniofasial tedavilerin planlanmasında kullanılabilir[27].

F) Üç boyutlu karşılaştırma: KIBT ile beraber yazılım programlarının kullanılması değişik zamanlarda alınmış görüntülerin karşılaştırılmasını sağlar. Bilgisayara aktarılan bu görüntüler üzerinde yapılan ölçümler ile büyüme veya tedavi ile gözlenen değişimler değerlendirilebilir. Tedavi sonuçları incelenebilir [27].

2.4.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG diğer görüntüleme sistemlerinden farklı bir prensiple çalışır. Örneğin BT dokuların radyasyonu emme gücüyle görüntü oluştururken, MRG' de radyo dalgaları kullanılır ve dokulardaki su moleküllerinin hareketi sonucu toplanan sinyaller ile görüntü oluşur [28][29]. MRG noninvaziv bir teknik olduğu için diş hekimliğinde tanı koyma amacıyla sıklıkla kullanılan bir teknik olmuştur ve zaman geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Tekniğin hassasiyeti yüksektir fakat özgüllüğü bu derece yüksek değildir. MRG'in birçok avantajı vardır. Bunlardan bazıları; noninvaziv bir teknik olması, iyonize radyasyon salmaması, yumuşak dokuların incelenmesinde kullanılabilmesi, kesitsel olarak görüntünün incelenebilmesi, doku karakterizasyonu yapılabilmesi ve günümüzde bilinen bir biyolojik zararının olmaması sayılabilir. [30] [31] MRG'in avantajları olduğu gibi bazı dezavantajları da vardır. Bunlar kemik ve kalsifikasyonunun iyi görüntülenememesi, oluşan erken dejeneratif değişikliklerin tespit edilememesi, disk perforasyonlarının görüntülenmesinde artografi kadar doğru sonuçlar alınamaması, vücudunda mıknatıs veya protez taşıyan ya da kalp pili kullanan hastalarda kullanılamamasıdır.[32][33]

MRG'in diş hekimliğindeki en çok kullanım alanı temporomandibular eklem görüntülenmesidir. Konvansiyonel röntgenler ve KIBT, kemik yüzeylerini çok iyi gösterse de yumuşak doku kısımlarını net göstermez. Ayrıca diskin konumu ve fonksiyonu hakkında da detaylı bilgi vermez. Bu yüzden TME'yi değerlendirmek için büyük oranda MRG'dan yararlanırız. Ayrıca MRG çene-yüz bölgesindeki yarık damak dudak vakalarında, çene kistlerinde, sinüzitte ve malin lezyonların tanısında da başarı ile kullanılır.[29]



Şekil 11: Disfonksiyonu bulunan bir hastanın MR görüntüsü [34]

2.4.2.4. Stereofotogrametri

Stereofotogrametri, 3 boyutlu bir cismin aynı düzlem üzerinde farklı açılardan çekilen görüntülerini kullanarak 3 boyutlu görüntü elde etme yöntemidir. Tüm canlılarda var olan stereoskopik görüş prensibi bu tekniğin temelini oluşturmaktadır. Bu prensip gözlerin aynı düzlemde bulunması ve farklı açılardan görüntü alması sonucu, beyinde cismin 3 boyutlu olduğunun algısının oluşmasıdır. Cisimden eşit uzaklıkta, aynı düzlem üzerinde ve kalibre edilmiş en az 2 kamera ile elde edilen görüntülerin birleştirilmesiyle nesnenin 3 boyutlu görüntüsü elde edilmektedir[35-37]. Özellikle yumuşak dokuların incelenmesi için stereofotogrametri, günümüz teknolojisi çerçevesinde en ideal yöntem olarak gösterilmiştir [37-39]. Bu sistem sayesinde hastaların üç boyutlu görüntüleri hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrası hasta ve hekim tarafından incelenip değerlendirilebilir [40]



Şekil 12: Stereofotogrametri Cihazı

Stereofotogrametrinin Klinik Kullanım Alanları

3 boyutlu stereofotogrametri sistemlerinin birçok kullanım alanı vardır. Medikal kullanım olarak en çok plastik cerrahlar, maksillofasial cerrahlar, ortodontistler ve psikiyatristler tarafından tercih edilmektedirler[41-43].

Ortodonti açısından kullanım alanları;

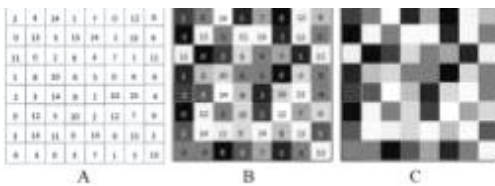
- Ortodontik problem listesi ve tedavi planlaması hazırlığında [44]
- Yaş, ırk ve cinsiyet özelliklerine göre yumuşak doku farklılıklarının karşılaştırılmasında [45]
- Büyüme ve gelişimin incelenmesi [46]
- Yüz estetiğinin incelenmesi [47]

- Gülümseme estetiğinin ve tiplerinin değerlendirilmesi [47]
- Ortodontik tedavi öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılarak değerlendirmesinde [48]
- Hastanın 3 boyutlu görüntülerinin arşivlenmesinde [48]
- Çeşitli sendromların incelenmesinde [49]
- Asimetrinin değerlendirilmesinde [50]
- Ortognatik cerrahi öncesi ve sonrası yumuşak doku değişimlerinin incelenmesinde [51]

2.5. Dijital Görüntülemeler

Radyoloji alanındaki en önemli gelişmelerden biri, radyografi işleminin dijital ortamda olmaya başlamasıdır. Zamanla bu dijital sistemler yaygınlaşmaya başlamışlardır. Bunun en önemli nedenleri; görüntünün hızlı oluşması, daha iyi bir görüntü kalitesi elde etme, çekim tekrarlarına daha az ihtiyaç duyulması, daha iyi kontrast çözünürlük, görüntünün saklanması ve iletilmesinin kolay olması sayılabilir[52] [53]

Konvansiyonel sistemlerde görüntü direkt film üzerinde oluşurken, dijital sistemlerde sensörlerle algılanan sinyal dijitalize edilir ve görüntü oluşur. Dijital görüntüleme ile elde edilen görüntülere imaj denir. [54] Her bir görüntüleme elemanına ise piksel denir. Piksel sensörün bağımsız olarak kontrol edilen en küçük parçasıdır.[54][55] Üç boyutlu görüntülemelerde, pikseller seçilen kesit alanına bağlı olarak voksel adı verilen dikdörtgenler prizması şeklinde bir yapı gösterir. Yani voksel görüntüyü oluşturan her pikselin canlıdaki hacimsel karşılığıdır. [54][56] Dijital görüntüler piksellerin oluşturduğu bir sayısal haritadan oluşur. Buna “matriks” denilir. Matriks yatay ve dikey sırada bulunan piksellerin çarpılması sonucu çıkan toplam piksel sayısıdır [54]. Oluşan bu sayısal harita sistem tarafından renklendirilerek beyaz-siyah arasında değişen renklere dönüşür. Böylelikle her bir piksele karşılık gelen bir renk olmuş olur (şekil 13) Bir görüntüde bulunan piksel sayısı ne kadar çok olursa, oluşan görüntü bu derece gerçeğe yakın olur. Ayrıca her pikselin oluşturduğu renk gerçeğe ne kadar yakın olursa görüntü o kadar ideal olur. [57]



Şekil 13: Her piksele karşılık gelen renk örneği

Diş Hekimliğinde Dijital Sistemler üçe ayrılır [55,58]. Bunlar:

1. İndirekt dijital görüntüleme sistemleri
2. Yarı direkt dijital görüntüleme sistemleri (Fosfor plaklar - kablosuz sistemler)
3. Direkt dijital görüntüleme sistemleri (Kablolu sistemler)
 - CCD (Charged-Coupled-Device)
 - CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)
 - Flat Panel Dedektörler (Yassı Panel Dedektörler).

2.6. Modern Tanı ve Tedavi Araçları

2.6.1. CAD/CAM Teknolojisi

2.6.1.1. CAD/CAM Sistemlerinin Tanımı ve Kısa Tarihçesi

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemi; toplanan veriler sayesinde birçok farklı ürün tasarlamak ve bunları üretmek için kullanılan bilgisayar temelli bir teknolojik sistemdir [59].

CAD/CAM teknolojisi diş hekimliğinde son 30 yıldır kliniklerde ve laboratuvarlarda kullanılmaktadır[60]. İlk olarak 1970'li yıllarda dental CAD/CAM sistemini Duret ve Preston kullanmıştır. Ağız içinden alınan optik ölçü ile kuronlar üretmiş daha sonrasında Sopha sistemini geliştirmiştir [59]. Daha sonrasında 1980'lerde Moermann ve Brandestini tarafından CEREC sistemi geliştirilmiştir. İlk dental CAD/CAM sistemi Fransa'da 1983'te Garanciere konferansında sunulmuştur. 1985 yılında klinik ortamda hazırlanan hiçbir laboratuvar işlemine sokulmadan şekillendirilen ve ağızda uygulanan ilk kuron protezi yapılmıştır[61].

Sistemin temeli çok hassas bir freze makinesinin bilgisayara yazılımı ile birlikte çalıştırılarak seramik, kompozit veya metal bloklardan kuronlar, köprüler, sabit protez alt yapıları ve çeşitli birçok ürünün üretilmesi esasına dayanır [62]. 1984'ten beri Cerec, Duret, Celay, Procera, Cercon, Cicero ve Lava sistemler gibi çeşitli CAD/CAM sistemleri geliştirilmiştir ve son 20 yılda kullanımları gittikçe artmıştır. Günümüzde ise CAD/CAM sistemi oldukça popüler hale gelmiş, birçok klinikte kullanılmaya başlanmıştır.[63]

2.6.1.2. CAD/CAM Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar

CAD/CAM sistemlerinin yaygınlaşması ile diş hekimliğinin hemen hemen her bölümünde kendine kullanım alanı bulmuştur. Bunlardan bazıları:

- İnleyleyler, Onleyleyler
- Lamine veneerler
- Bölümlü kronlar
- Tam kron ve köprü sistemleri [64-68]
- İndirekt bonding taşıyıcıları
- Ortodontik apareylerinin üretimi
- Ortodontik şeffaf plak hizalayıcılarının üretimi
- Ortognatik cerrahi klavuzlarının tasarım ve üretimi
- Kişiyeye özel ortodontik braket üretimi
- Maksillofasiyal protezlerin hazırlanması [69-71]
- İmplant destekli protezlerde dayanak ve kron-köprü üretimi [72]

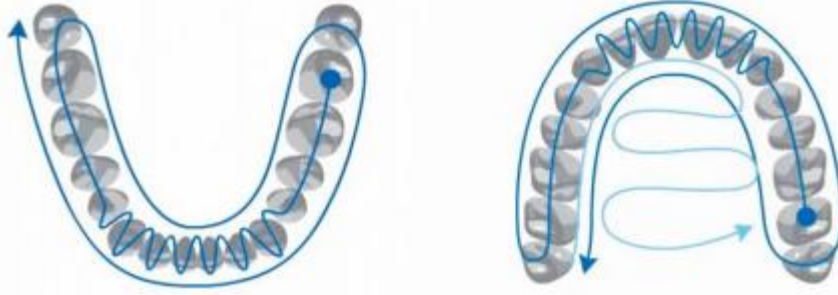
2.6.1.3. CAD/CAM Sistemlerinin Yapısal Elemanları

CAD/CAM sistemleri 3 farklı komponentten oluşmaktadır:

- Tarayıcı (Scanner)
- Dizayn Yazılım Sistemi (Software)
- Üretim cihazı, Donanım (Hardware)

A. Tarayıcı (Scanner) :

Sistemin verileri toplayan parçasıdır. Ağız içi tarayıcılar kullanılarak direkt veya ağız dışı tarayıcılar ile indirekt olarak dişlerin ve çevre dokuların verileri toplanarak bu veriler üç boyutlu sanal modellere dönüştürmektedir [66,73]. Beyaz ışık, renkli ışık veya lazer projeksiyonu kullanılarak optik tarama yapılmaktadır. Optik tarayıcılar genellikle harekete duyarlıdır. Bu yüzden tarama sırasında hastanın hareket etmesi sonucu görüntüde yanlışlıklar olabilmektedir. Optik tarayıcılar topladıkları görüntüleri bilgisayar ortamına renkli veya renksiz olarak kullanılacak olan yazılım sistem diline uygun biçimde kaydederler [74]. Tarama sırasında oluşabilecek hataları önlemek amacıyla belirli bir tarama yoluna ihtiyaç duyulmaktadır (şekil14).



Şekil 14: Mandibula ve maksillada ağız içi tarama stratejileri [75]

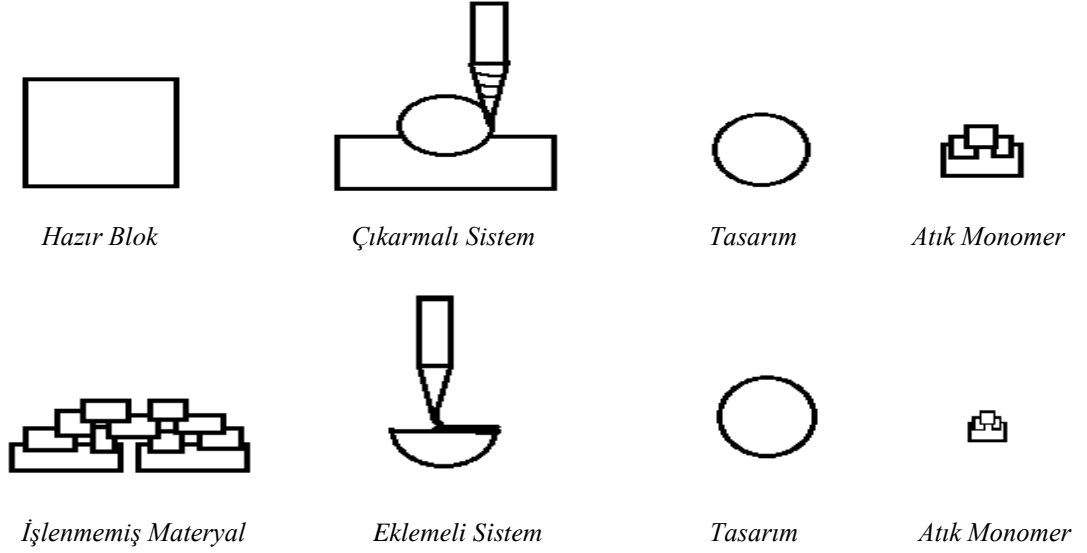
B. Dizayn Yazılım Sistemi (Software) :

Yapılması planlanan restorasyonun ya da apareyin üç boyutlu olarak dizayn edilmesi ve planlamanın yapılabilmesi için kullanılmaktadırlar. Ortodontik aygıtın kişiye özel tasarlanması ve üretilmesi için birçok yazılım programı geliştirilmiştir. Uygulayıcı CAD uygulamasında mevcut olan hazır şablonları kullanabileceği gibi bazı modifikasyonlar ekleyerek farklı tasarımlar da yapabilmektedir [66].

C. Üretim cihazı, Donanım (Hardware) :

Donanım kısmında bilgisayar kontrolünde olan aşındırma ya da ekleme makineleri bulunmaktadır. İstenilen restorasyon ya da aparey bloklardan freze edilerek oluşturulabileceği gibi materyal ekleme sistemleri ile de oluşturulabilir. CAM üretiminden sonra bazı düzeltmeler teknisyen tarafından manüel olarak yapılabilir [66,73].

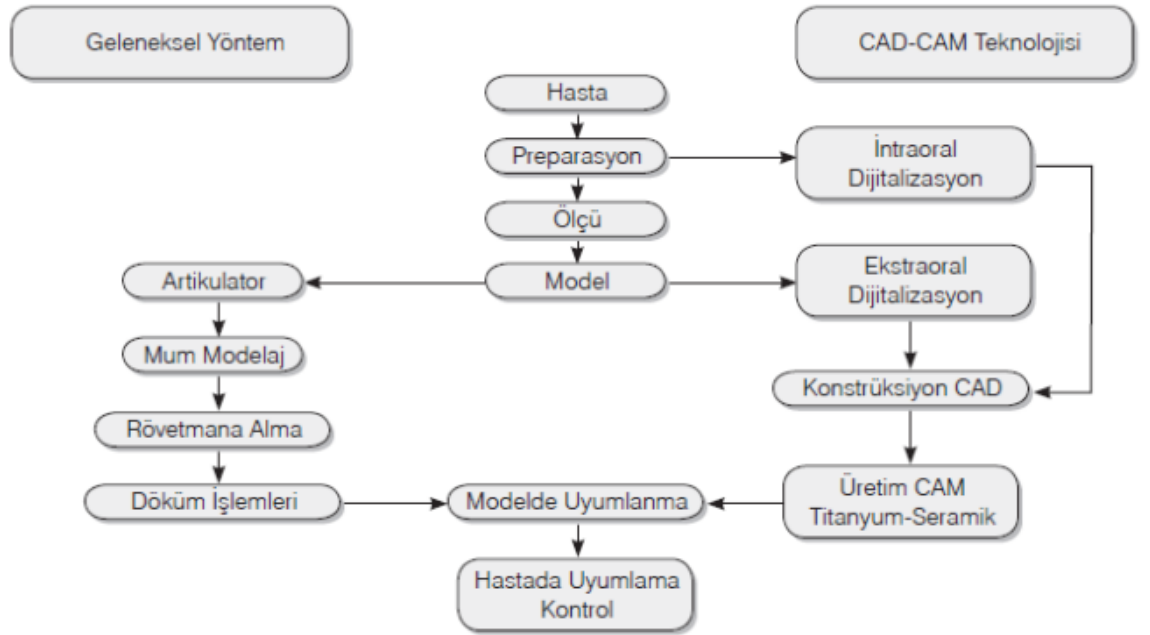
Günümüzde CAD/CAM sistemleri ana üretim mekanizması açısından eklemeli ve eksiltmeli sistem olarak ikiye ayrılır. Şuan günümüzde genellikle eksiltmeli sistem yaygın olarak kullanılmaktadır. Eklemeli sistemlerin sayısı da eksiltmeli sisteme göre üstünlüklerin olması dolayısıyla gün geçtikçe artmaktadır [76].



Şekil 15: Çıkarmalı ve Eklemeli Üretim [77]

2.6.1.4. Geleneksel Yöntem ile CAD CAM Teknolojisinin Karşılaştırılması

CAD/CAM sistemlerinin kullanılmasıyla işlemler daha kolay hale getirilmiş, daha yeni materyallerin kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır [78,79]. Bu sistemin kullanılmasındaki temel amaç; geleneksel ölçü yöntemleri yerine dijital sistemleri kullanmak, yapılacak restorasyonu ya da apareyi bilgisayar yazılımında tasarlamak ve masa başında üretimini yaparak birçok yönden daha başarılı bir restorasyon elde etmektir. [80]



Şekil 16: Geleneksel Yöntem ile CAD/CAM'in Karşılaştırılması [81]

2.6.1.5 CAD/CAM Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

CAD/CAM sisteminin birçok avantajının yanında bir miktar dezavantajı da bulunmaktadır.

A) Avantajları

- Geleneksel ölçü yöntemlerin elimine edilmiştir ve bu sayede hasta konforu yükselmiştir [59,82].
- Kasma refleksi olan hastalardan daha konforlu bir şekilde ölçü alınabilmektedir [83].
- Taranan yüzeylerin tamamının değerlendirilmesi üç boyutlu modeller ile yapılabilmektedir [84].
- Elde edilen bu üç boyutlu modeller dijital ortamda uzun bir süre saklanabilmektedir [85]. Aynı zamanda modeller farklı cihazlarda üretilip elde de analiz yapılabilmektedir [86].
- Tedaviden önce elde edilen modeller üzerinde istenilen değişiklikler yapılarak hasta ve hekim tarafından incelenebilir [86,87].
- Geleneksel ölçü maddelerinden istenilen birçok özellik bu sistemde aranmamaktadır [86].
- Konvansiyonel ölçü yöntemi kadar hassas bir yöntemdir [85].
- İstenilen görüntü alanı kesitlere ayrılarak incelenebilir [84].
- Bilgisayar ortamında sanal bir artikülör ile kapanış dijital olarak ayarlanabilmektedir [88,89].
- Teknisyen veya başka bir hekim ile veri alışverişi internet üzerinden sağlanabilmektedir [86,87].
- Birçok görüntü formatına çevrilerek diğer sistemler ile kullanılabilir [90]
- Renk seçimi doğru ve objektif şekilde yapılabilmektedir. [86,87]
- İndirekt restorasyonların konvansiyonel çok aşamalı üretiminde oluşabilecek birçok teknik hatanın önüne geçilmesi sayesinde daha hızlı üretim yapılabilir. Ayrıca aşama sayısının azalması ve iletişimin internet üzerinden yapılması çapraz enfeksiyon riskinin azaltılmasını sağlamaktadır [91].
- CAD/CAM sistemi işlemin tek seansta bitirilmesine olanak sağlar. Bu sayede hem hasta hem de hekim tarafından zaman tasarrufu sağlandığı gibi fazladan yapılan seans arası ölçü geçici gibi işlemlerin yapılmaması sayesinde maliyetten de tasarruf edilmiş olur. Bu işlemlerin yapılmaması ile de oluşabilecek hata payı oranı azaltılmış olur [92].
- Yapılacak olan restorasyonların üretilmesinde geleneksel ölçü ve döküm işlemlerinde kullanılacak materyallere ek seçenekler oluşturulmuş olur. Bu sayede konvansiyonel tekniklerde kullanılmayacak olan malzemelerin kullanılması sağlanır [93].

B) Dezavantajları

- CAD/CAM sistemlerinin günümüz maliyeti bu teknolojinin kullanımının kısıtlanmasındaki en önemli etkenlerden biridir.
- Bazı CAD/CAM sistemlerinin kurulum, bakım ve güncelleme masrafları pahalıdır [86].
- Tam ark taranmasında geleneksel yöntemler kadar doğru tarama sonuçları elde edilememiştir [74].

- Sistemin kullanılması için deneyimli personel gereklidir [86].
- Kan ve tükürük gibi oral sıvılar ölçümün kalitesini etkiler [86].
- Parlak ve translüens yüzeylerin taranması sırasında hatalar olabilir [94]
- Büyük intraoral tarayıcılar hastanın konforunu etkileyebilir [95].

2.6.1.6. İntraoral Tarayıcılar

Üç boyutlu dijital ölçü ilk 1987'de CEREC 1 tarafından kızılötesi kamera ve optik toz kullanılarak elde edilmiştir. Sonrasında hem donanımsal hem de yazılımsal birçok teknolojik gelişme ile dijital ölçü, geleneksel aljinat ve polivinil siloksan (PVS) ölçülerin yerini almaya başlamıştır [96]. Tarama teknolojilerinin gelişmesi ile daha konforlu ve hafif taşınabilir sistemler geliştirilmiş bu nedenle kullanımı dünyada her geçen gün artmaya başlamıştır. Optik tarayıcılar, ağız içi in vivo görüntülerin ve fiziksel modellerin in vitro görüntülerinin dijital olarak 3D ölçüsünün alınmasında kullanılmaktadır [97]. İntraoral tarayıcılar sayesinde kliniklerde çalışma modellerin 3 boyutlu olarak dijital ortamda saklanması sağlanmış olur. Ark genişliğinin ve uzunluğunun ölçülmesi diş segmentasyonu ve oklüzyonun değerlendirilmesi gibi sayısız uygulamaya olanak sağlar [98]. Güvenilir ve hızlı olması kliniklerde tercih edilme oranının artmasına neden olmaktadır [99].

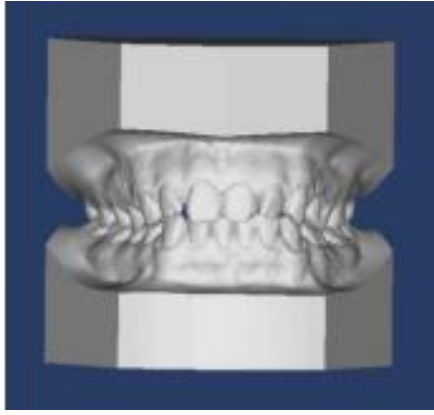
2.6.1.7. Masaüstü Tarayıcılar

Ekstraoral tarayıcılar hem ölçülerin hem de fiziksel modellerin 3D dijital görüntülerinin elde edilmesi için kullanılmaktadır. Tarama teknolojisi, taranmak istenen yüzeyin yüksek çözünürlüklü görüntülerini üretmek için tahrip edici etkisi olmayan lazer ışını ve birkaç dijital kamera kullanılmaktadır. Taranması istenen cisim oda şeklinde bir platformun içerisine yerleştirilir ve tarama başlatılır. Lazer ışığı nesneye yansıtılır ve kameralar bu yansıyan görüntüyü yakalarlar. Tarama tamamlandıktan sonra cismin 3B görüntüsü bilgisayar ortamında elde edilmiş olunur [100]. İntraoral tarayıcılarla karşılaştırıldığında, bazı masaüstü tarayıcıların, keskin kurvatür ve undercut olan bölgelerde daha yüksek hassaslık sergilediği; ancak dişler arası boşluk olan bölgelerde daha düşük doğruluğa sahip olduklarını göstermiştir [99].

2.6.2. Dijital Ortodontik Modeller

Hasta kaydı olarak alçı modeller uzun zamandır kullanılmaktadır ve ortodontik dental analiz için altın standart değeri taşımaktadır [101]. Bu modeller aljinat veya polivinil siloksan (PVS) gibi ölçü maddelerinden yapılır ve bu maddelerin boyutsal değişiklik gösterdiği bilinmektedir [102]. Ölçünün alındıktan sonra alçı dökülene kadar geçen sürede ölçü materyalinin ve dolayısıyla da alçı modelin boyutları böylelikle de elde edilen modelin doğruluğu değişebilmektedir[102]. Alçı modellerin fiziksel olarak üretilmesi, fiziksel depolama alanı ihtiyacı, kırılganlık, bozulma ve transfer sırasında potansiyel kayıp sorunları gibi çeşitli dezavantajları içermektedir [103]. Dijital modeller ise fiziksel modellere alternatif olarak günümüzde kullanılmaktadır[101]. Bunlar ticari olarak 1999 yılında OrthoCAD™ (Cadent, Carlstadt, NJ) tarafından piyasaya sürülmüştür[101]. Dijital modellerin kolay ve hızlı elektronik veri aktarımı, anında erişim ve azalmış fiziksel depolama ihtiyacı avantajları arasında sayılabilmektedir [104]. Elde edilen dijital modellerin üzerinde çapraşıklık, boşluk miktarı, overjet, overbite, Bolton oranı, ark uzunluğu gibi hesaplamalar sanal olarak gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda bu modeller üzerinde teşhis kurulumu (set up) ve

tedavi planı simülasyonunu yapılabilirmekte, braketlerin dişe yapıştırılacağı konumlar belirlenip indirekt bonding tablası yapımı gibi birçok aşaması sanal olarak gerçekleştirilebilmektedir [105]. Bunlara ek olarak ortognatik cerrahi vakalarının tedavi planlamaları ve model cerrahilerinde, cerrahi kılavuzların oluşturulması, geçici ankraj üniteleri için uygulama kılavuzlarının hazırlanması, gömülü dişlerin konumlarının saptanması ve aygıt tasarımı gibi işlemler için konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntüleri ile dijital modeller birleştirilebilmektedir [101]. Birçok kullanım alanının olması ve çokça avantajının olması dijital modellerin kullanımını gün ve gün arttırmaktadır. Keim ve ark. tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre 2002 yılında dijital model kullanım oranı %6.6 iken 2008 yılında bu oran %18 e ulaşmıştır. Günümüzde ise kullanımı daha da çok artmaktadır[106].



Şekil 17: Dijital Model [107]

2.6.3.1 3 Boyutlu Yazıcılar

Üç boyutlu (3D) yazıcı teknolojisi 1980'lerde, Charles Hull tarafından geliştirilmiştir [108]. 3B baskı, 3 boyutlu nesnelere oluşturmak için malzemelerin bir bilgisayar kontrolünde üst üste yığılarak katmanlaştırılmasını ifade etmektedir [109]. Bu baskı sürecinde plastik, kobalt, nikel, çelik, alüminyum, titanyum gibi birçok malzeme kullanılabilir ve bu çeşitlilik her geçen gün artmaktadır[101,110]. Baskı teknolojilerinin hızlı gelişimi ile birlikte malzeme tasarrufu, hassasiyetin artması, tasarım özgüllüğü gibi avantajlar sayesinde kullanımı yaygınlaşmaktadır [111].

2.6.3.2. 3 Boyutlu Yazıcıların Ortodontide Kullanım Alanları

- Şeffaf plak sistemleri
- Kişiselleştirmiş sistemler
- İndirekt bonding taşıyıcıları
- Ortodontik pekiştirme apareyleri
- Hareketli apareyler
- Ekspansiyon apareyleri
- Fonksiyonel apareyler
- Ortognatik cerrahide cerrahi kılavuzların hazırlanması [112]

2.6.4. Yüz Tarayıcılar

Günümüzde intraoral tarama cihazlarının ulaşılabilirliği önemli ölçüde artmıştır. Bu cihazlar tarafından üretilen veri setinin kalitesi ve hızı artarken boyut ve maliyeti azalmaktadır [113]. Yüz tarayıcıları; yüz anatomisi, yüzün simetrisi ve oranlarının analizi için üç boyutlu topografya sağlar. 3 boyutlu yüz görüntülerinin; çalışma modelleri, radyografiler ve fotoğraflar ile kolayca entegre edilebilmesi ile planlanan tedavinin sonuçlarının simüle edilmesini sağlar. Ortodontide diş hareketlerinin yüz yumuşak dokularında yapacağı değişikliklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [114].

2.6.5. Diş Hekimliğinde Robotik Uygulamalar

1954 yılında George Devol ilk programlanabilir robotu üretmiş ve 'Evrensel Otomasyon' olarak isimlendirmiştir [115]. Robotların, yorulmaksızın hassas bir şekilde çalışabilme kabiliyetleri, insanlığın en yararlı icatlarından biri olmalarını sağlamıştır. Robotlar tıp alanında manuel uygulamaların kısıtlamalarını ortadan kaldırmak ve cerrahi uygulamaların hassasiyetini arttırmak için kullanılmaktadır [116]. Bu robotlar birçok alanda kullanıldığı gibi diş hekimliğinin hemen hemen her branşında da kullanılmaktadır. Ortodontide ark teli bükme robotu olarak kullanılmaktadır. Bu robot tel bükme işlemi otomatik olarak gerçekleştirmektedir [117].

2.6.6. Tele Dişhekimliği

Tele dişhekimliği; bilgi tabanlı teknolojilerin ve iletişim sistemlerini kullanarak insanlara sağlık hizmeti sunma amacıyla kullanılan diş hekimliğinin hızla gelişmekte olan bir alanıdır. Elektronik aletler kullanılarak, uzak mesafeler arasında, hastalara ait bilgilerin hızlı ve etkili bir şekilde aktarılmasını içermektedir [118]. Bu uygulamalar diş hekimliğinin tüm uzmanlık alanlarında uygulanabilmektedir. Tele diş hekimliğinin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar arasında; hızlı ve kayıt altına alınabilen verilerin uzaktan kontrol edilebilmesi, birçok kişiyle aynı anda iletişime geçilebilmesi, hastane maliyetlerinin ve hasta bekleme sürelerinin azaltılması ve bu sayede uzun vadede maliyetlerin azaltılması sayılabilir [119]. En önemli olarak sayılabilecek avantajı ise, sağlık hizmet eşitsizliklerini azaltma potansiyelidir [120].

2.6.7. LAZER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' açılımına sahip olan lazerin temeli 1900'lü yıllarda Einstein'in geliştirdiği fiziksel prensibe dayanmaktadır. 1960' lı yıllarda diş hekimliğinde kullanımı yakut (ruby) lazerin kullanımı ile başlamıştır [121]. Lazer teknolojisi son 25 yılda çok fazla ilerleme kaydetmiştir ve günümüzde oldukça popülerdir [122].

Tablo 2: Lazer Sınıflaması [123]

Yayım şekline göre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Parçalı ○ Devamlı ○ Atımlı 		
Gücüne göre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Yüksek güçlü ○ Orta ○ Düşük 		
Yayım materyaline göre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gaz ○ Katı fazlı ○ Boya 		
Uygulanan dokuya göre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sert doku ○ Yumuşak doku 		
Biyolojik zarar potansiyeline göre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sınıf I ○ Sınıf II ○ Sınıf III ○ Sınıf IV 		
	Diş hekimliğinde kullanım Alanı	Avantajı	
Aktif maddesine göre	Argon Lazer	Gingival cerrahiler	Sert dokulara zararı az
	CO2 Lazer	Yumuşak doku cerrahisi Braketlerin söküm aşaması	Yoğun fibröz doku kesme
	Diyot Lazer	Yumuşak doku cerrahisi Sulkular enfekte doku temizleme Gingival cerrahi	Sert doku emilimi az Küçük cihazla kullanım
	Er, Cr: YSGG Lazer	Diş çürüğünün uzaklaştırılması Diş preperasyonu	Gingivaya yakın çürükler rahatlıkla tedavi edilebilir
	Er: YAG Lazer	Diş çürüğünü uzaklaştırılması Diş preperasyonu	Gingivaya yakın çürükler rahatlıkla tedavi edilebilir
	Ho: YAG Lazer	Temporomandibuler eklemin artroskopik cerrahisi	Diş dokuları tarafından emilimi düşük

Lazerin Ortodontide Kullanım Alanları [121,124,125]

- Tedavi süresince ağrının azaltılması
- Temporomandibuler eklem ağrısının azaltılması
- Işıklı polimerize adezivin polimerizasyonu
- Braket-Mine yüzeyi yapıştırma kuvvetini artırmak
- Seramik Braketlerin söküm işlemi
- Mine skarlarından koruma
- Görüntü tarama ve tekonstrüksiyon (Holografi)
- Ortodontik tedavi sırasındaki pulpal kan akımının ölçümü
- Gingival biçimlendirme ve yeniden şekillendirme
- Gömülü işlerde yumuşak doku insizyonu

2.7. Pandeminin Tanımı

Pandemi eski Yunancada “tüm” anlamına gelen “pan” ve “insanlar” anlamına gelen “demos” kelimelerinin birleşmesiyle oluşan ve oluşan “tüm insanları etkileyen” anlamına gelmektedir. Pandemi, bir ülkenin veya dünyanın tamamını etkisi altına alan hastalıklar için kullanılmaktadır [126]. Tarihin ilk dönemlerinden bu yana yaşanmış pandemiler yüzyıllar boyunca insanlarda derin hüznülere, felaket ve ölümlere yol açmış, halk sağlığını, psikolojisini ve hayatı derinden etkilemiş, hükümdarların değişmesine, devletlerin yıkılmasına ve toplumsal büyük göçlere sebep olmuştur [127]. Yeni ve mutasyonlar sonucu yenilenen virüsler nedeniyle ortaya çıkan ve insandan insana kolayca bulaşabilen salgın hastalıklar dünya çapında bir tehdit olarak Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) gündemine gelmektedir. Bir salgın hastalığın pandemi olup olmadığına DSÖ karar vermektedir [126]. Salgın hastalıkların pandemi olarak nitelendirilebilmesi için bazı özellikler taşıması gerekmektedir. Bunlar; mevsimlerden bağımsız olarak hızlı yayılması, bulaşıcılığının yüksek olması hastalığa neden olan virüsün mutasyona uğraması, insanların yaşantılarında değişim veya dönüşümlere neden olması nüfusun hastalığa olan bağışıklığının zayıf olup çok sayıda insanın hayatını kaybetmesine neden olması sayılabilir [127].

2.8. Koronavirüs Hastalığı 2019/Covid-19 (Sars-Cov-2 Enfeksiyonu)

2019 yılının Aralık ayında Çin’in Hubei eyaleti Wuhan’da açıklanamayan düşük solunum yolu enfeksiyonu olan vakalar DSÖ’ye bildirilmiştir. DSÖ nedeni tam olarak tanımlayamadığı için ilk vakalar "bilinmeyen etiyolojisi olan pnömöni" olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda bu hastalığın nedeninin koronavirüs ailesine ait yeni bir virüs olduğu tespit edilmiştir [128]. Başlangıçta 2019 nCoV olarak isimlendirilirken a SARS salgınına neden olan virüse çok benzediği için “SARS-CoV-2” olarak isimlendirilmiştir [129,130]. Sonrasında 11 Şubat 2020’de DSÖ bu hastalığa “Koronavirüs Hastalığı 2019” un kısaltması olan “COVID-19” adını vermiştir [131].

2.8.1. Covid-19 Patofizyolojisi

Koronavirüsler büyük, zarflı ve tek sarmallı RNA virüsleridir. Solunum, sindirim sistemi ve nörolojik hastalıklara sebep olabilmektedirler. SARS-CoV-2, yirmi yılda küresel ciddi hastalıklara neden olan üçünü koronavirüstür. Şiddetli hastalık yapan İlk koronavirüs 2002-2003 SARS-CoV salgınıyla sonuçlanan Şiddetli Akut Solunum Sendromu (SARS)’dur. İkincisi ise 2012 yılında yine koronavirüsün neden olduğu Orta Doğu Solunum Sendromudur

(MERS) [132]. Koronavirüslerin genetik varyasyonlarla yeni konakçılara adapte olabildiği bilinmektedir [133].

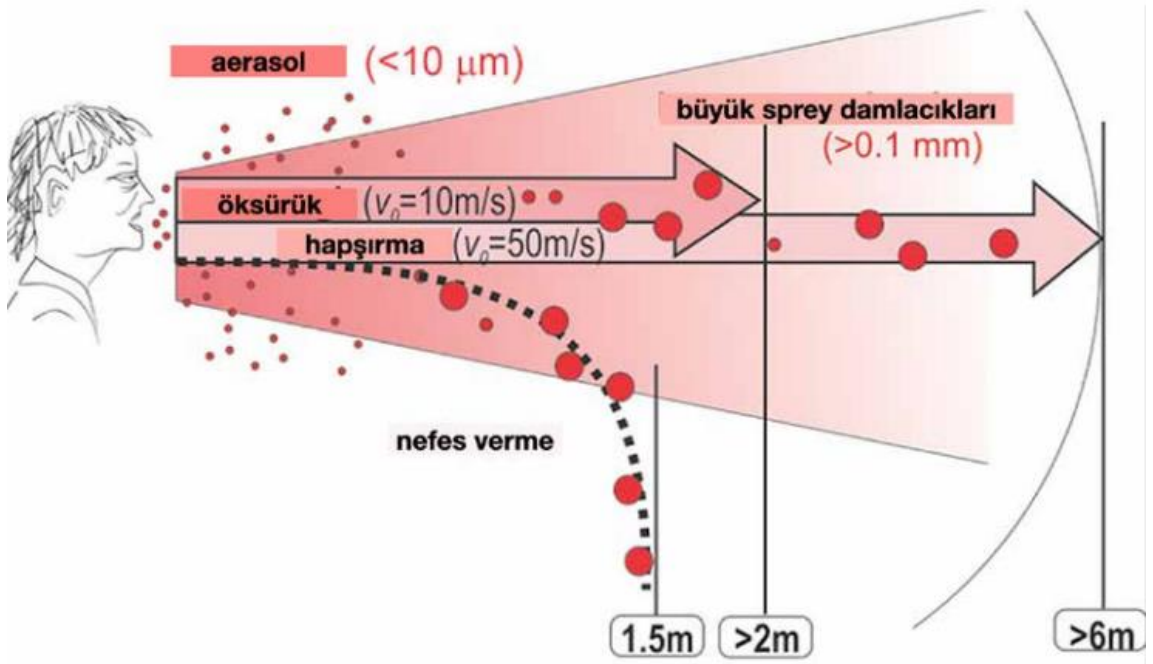
2.8.2 SARS-CoV-2'nin Bulaşması

Epidemiyolojik veriler en yaygın bulaşma yolunun, konuşma, öksürme ya da hapşırma sırasında maruz kalınan damlacıklar yoluyla olduğunu göstermektedir. . Damlacıkların iki metreden yaklaşık sekiz metre mesafeye kadar ulaşabildiği tahmin edilmektedir [134,135]

Virüs insandan insana bulaşmaktadır. Enfekte bir kişiye uzun süre maruz kalma (en az 15 dakika boyunca) bulaşa sebep olabilmektedir. Semptom (ör. Öksürük) gösteren kişilere daha az süre maruz kalma, daha yüksek bulaşma riski ile ilişkiliyken, asemptomatik kişilerle kısa süreli maruziyetlerin bulaş olasılığının daha düşük olduğu görülmüştür [136].

Yüzeyinde virüs bulunan bir yere temas edilmesi de diğer bir olası bulaş şekli olarak gösterilmektedir. Yapılan çalışmalarda plastik ve çelik yüzeyde iki-üç güne kadar, karton yüzeyde bir güne kadar, bakır yüzeyde dört saate kadar canlı kaldığı görülmüştür [137]

COVID-19'un yayılmasına ilişkin veri analizlerinde bireyler arasında yakın temasın gerekli olduğu bilinmektedir. Bu yayılmanın öncelikle aile bireyleri, sağlık çalışanları ve diğer yakın temaslarla olduğu görülmüştür [138].



Şekil 18: Öksürük, hapşırma ve nefes verme sırasında oluşan aerosolün yayılma mesafesi [139]

2.8.3. Meslek Grupları Açısından COVID-19 Riski

COVID-19 bulaşması doğrudan damlacık yoluyla (öksürük, hapşırma ve aerosol iletimi) veya temas aktarımı (oral, nazal ve göz mukozasına temas) ile olduğu için insanlarla birebir çalışan meslek grupları COVID 19 açısından yüksek risk grubunda sayılmaktadır. Bu

yüzden sağlık çalışanları hem hastalığı geçirme hem de yayma bakımından riskli değerlendirilmektedir [140].

Diş hekimlerinin hasta ile yakın temasta olması, işlem sırasında hava-su aerolü oluşması ve direkt tükürükle temas etmesi dolayısı ile yüksek riskli grupta değerlendirilmesine neden olmuştur [141]. The New York Times'ın 1000 meslek grubu içerisinde yaptığı araştırmaya göre diş hekimleri ve diş hekimi asistanlarının hastalığın bulaşması açısından en yüksek riskli meslek grupları olarak gösterilmiştir[142].

2.8.4. Covid-19 Klinik Bulguları

Klinik özelliklerine bakıldığında COVID-19 hafif, şiddetli (ciddi hastalık) ve ağır (kritik hastalık) hastalık olarak sınıflandırılabilir.

Hafif Hastalık

Pnömonisi olmayan, hafif düzeyde pnömonisi ve hafif semptomları olan olguları içermektedir. Hastaların çoğu bu grupta yer almaktadır. Bu hastalar genellikle hafif ateş, öksürük (kuru), boğaz ağrısı, burun tıkanıklığı, halsizlik, baş ağrısı, kas ağrısı gibi üst solunum yolu viral enfeksiyonu semptomları göstermektedir [130]. Yeni bulgular olarak tat ve / veya koku kaybı, ishal ve kusma da görülmektedir.

Şiddetli (Ciddi Hastalık)

Dispne, takipne, hipoksi ve şiddetli pnömoni gibi ciddi semptomları, tanıdan sonra ilk 24-48 saat içinde akciğerlerin %50'sinden fazlasının etkilendiği olguları içermektedir [143].

Kritik hastalık (Ağır Hastalık)

Hızla kötüleşen solunum yetmezliği, sepsis ve septik şok, çoklu organ bozukluğu ve yetmezliği, ARDS gibi ağır klinik tablolar ve yoğun bakımda tedavi gerektiren olguları içermektedir [144]

Enfeksiyonun en yaygın bulguları yüksek ateş, halsizlik, kilo kaybı, kas ve eklem ağrıları, balgam çıkarma, öksürük ve dispnedir. Baş ağrısı, boğaz ağrısı, burun ve göz akıntısı, bulantı, kusma, titreme ve ishal gibi belirtilerle birlikte yeni çalışmalarda ortaya konan koku ve tat alma duyusu kaybı da görülebilmektedir [145].

2.8.5. Diş Hekimliğinde COVID-19'dan Korunmak İçin Kullanılan Kişisel Koruyucu Ekipmanlar

A) Maske Kullanımı:

Maske ağız ve burun mukoza membranlarını korumak için kan, tükürük ve vücut sıvılarının damlacıklar halinde sıçradığı tüm diş hekimliği işlemlerinde kullanılmaktadır. COVID-19 enfeksiyonundan korunma yollarının başında maske kullanımı gelmektedir. Maskelerin kullanım alanları ve koruma düzeyleri yapıldıkları malzeme ve şekillerine göre değişmektedir. Maskeler: ev tipi bez maskeler, cerrahi maskeler, solunum maskeleri, yarı yüz ve tam yüz solunum maskeleri olmak üzere farklı tiplerde mevcuttur [146,147].

B) Eldiven Kullanımı:

İşlemler sırasında kan ve tükürük sıvılarının veya kontamine aletlerin potansiyel temasını önlemek için kullanılmalıdır. Tek kullanımlık lateksten veya nitrilden yapılmış eldiven giyilmesi ve her hastada eldivenlerin değiştirilmesi önerilmiştir. Her eldiven giyiminden önce ve çıkarılmasından sonra el hijyeni sağlanmalıdır [147].

C) Önlük Kullanımı:

Kan, tükürük ya da başka enfeksiyöz materyalle temasın önlenmesi adına uzun kollu, bilekleri lastikli, dizlere kadar uzanan, tüm gövde ön kısmını ve sırtı örten, suya dayanıklı, tek kullanımlık ve / veya steril edilebilir çok kullanımlık önlükler kullanılması önerilmiştir [147]

D) Tulum Kullanımı

COVID-19 salgını sırasında kontaminasyonun öngörüldüğü durumlarda tek kullanımlık tulumların giyilmesi önerilmiştir. Tulumda yırtılma, delinme meydana geldiği durumlarda kişisel hijyen tekrar sağlanıp yeni tulum giyilmelidir.

E) Ayak koruyucu / galoş kullanımı

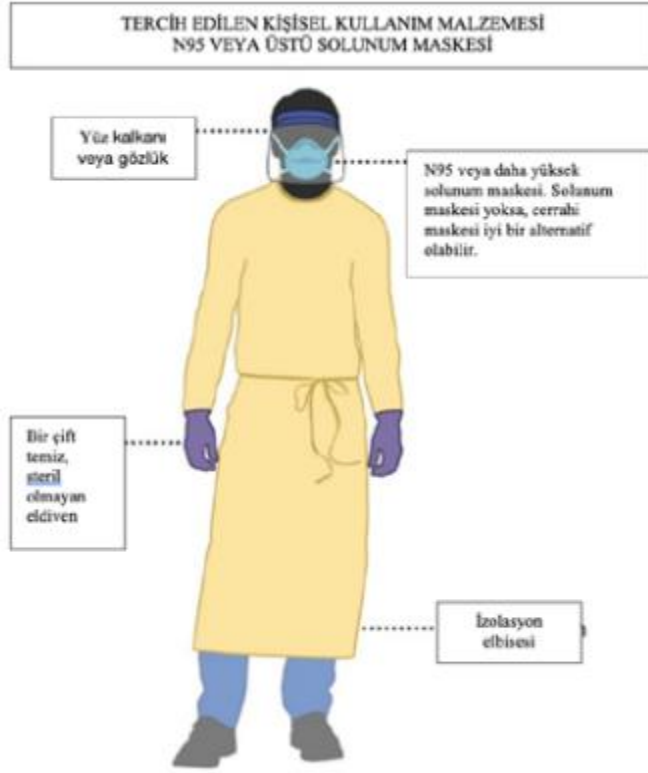
COVID-19 pandemisi boyunca özellikle temiz tutulması gereken yerlerde dışarıdan içeriye taşınabilecek mikroorganizma, kir ve diğer istenmeyen yabancı maddelerin çalışma ortamına taşınmasının engellenmesi ve hijyenin belli bir seviyede tutulmasını sağlamak amacıyla galoş kullanılması tavsiye edilmiştir

F) Bone / kep kullanımı

Saç derisinin ve saçların kontamine olmasını engellemek için bone kullanılması önerilmektedir). Hasta muayenesi ve tedavisi sırasında mutlaka saçların çevreye temas etmeyecek şekilde toplanmış olmalıdır. Ameliyathane pratiğinde steril edilebilen bez cerrahi bonelerde kullanılsa da COVID19 pandemisinde daha çok polipropilen yapılmış tek kullanımlık cerrahi bonelerin kullanılması tavsiye edilmiştir [148,149].

G) Gözlük / yüz siperliği kullanımı

COVID-19 salgını sırasında hekimin gözlerine su sıçraması ve kan, tükürük, aerosol ve yabancı parçacıklara karşı koruması için kenarları tamamen yumuşak ve hava geçirmez özellikten tam korumalı koruyucu gözlüklerin kullanılması önerilmiştir. Gözlüğe ek olarak vizör ile genellikle plastikten yapılmış çerçeveden oluşan koruyucu siperlik kullanımı da önerilmiştir [150].

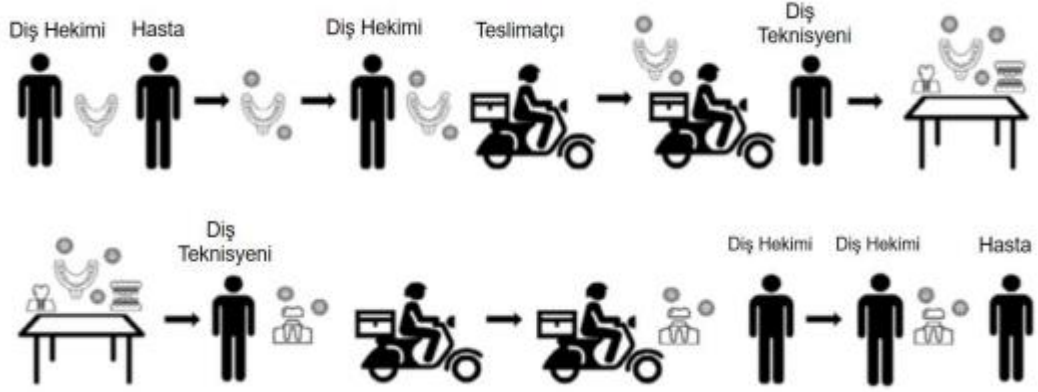


Şekil 19: COVID 19 İçin Kişisel Korunma Malzemeleri [139]

2.9. COVID-19 ve Dijital Diş Hekimliği

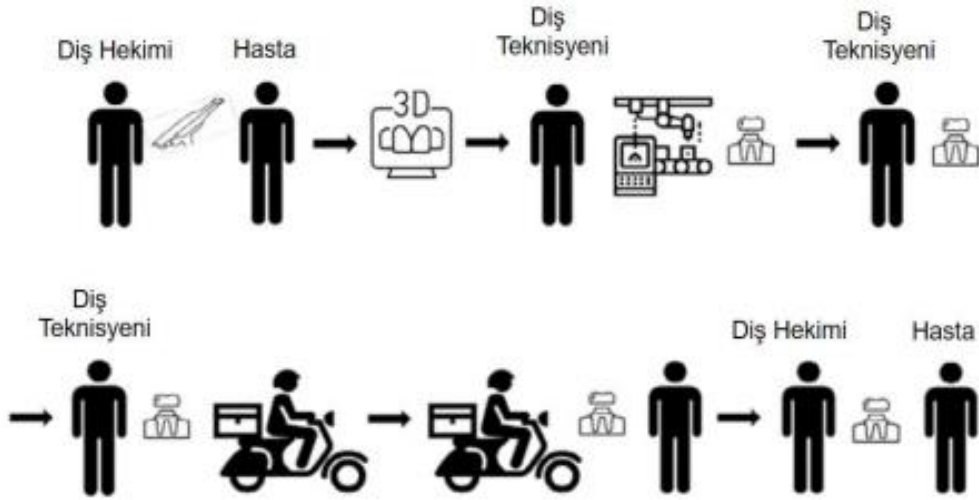
Diş hekimliği uygulamalarında enfeksiyon riskinin kontrolü hastayla yakın temas, kan tükürük gibi vücut sıvılarıyla direkt temasın olması, aerosollü işlemlerin olması gibi sebeplerden ötürü oldukça güçtür. Tedaviler sırasında ölçü alımı, model dökümü, braket yapıştırma, çıkarma, kontrol randevuları gibi birçok aşama bulunmaktadır ve her aşama için çokça alet kullanılmaktadır. Bu sebeple enfeksiyon kontrolü güçleşir. Ayrıca yapılan çalışmalar çoğu diş laboratuvarının enfeksiyon önleme kılavuzlarının sınırlı farkındalığının olduğunu ve enfeksiyonun önlenmesinde yetersiz kaldıklarını işaret etmektedir [151-153]

Enfeksiyonun önüne geçebilmek için hem hastanın hem hekimin hem de çalışanların güvenliğini sağlayabilmek adına enfeksiyonun yayılma ihtimalini azaltmak gerekmektedir. Bunun için de temel amaç bulaş zincirinin kırılmasıdır.



Şekil 20: Geleneksel İş Akışı

Geleneksel iş akışında diş hekimi hastadan analog ölçü alır ve bunu teslimatçı ile teknisyene gönderir. Hastanın tükürüğünün bulaşmış olduğu bu ölçü yeterince dezenfekte edilmemiş olabilir ve virüs barındırabilir. Bunun sonucunda da hem teslimatçı hem de diş teknisyeni enfekte olabilir. Ardından teknisyen yine teslimatçı tarafından işi hekime yollar ve hekim bunu hastanın ağızında uygular. Bu adımlar birçok kez tekrarlanabilir ve her seferinde enfeksiyon riski tekrarlanmış olur. Ayrıca enfeksiyon kontrolüne yeterince önem vermeyen bir teknisyene virüsün bulaşması sonucu yaptığı tüm işlere bunu bulaştırabilir ve enfeksiyon birçok kişiye bulaşmış olur [154].



Şekil 21: Dijital İş Akışı

Dijital iş akışında hekim hastadan dijital olarak ölçü alır ve hiçbir insan teması olmaksızın internet aracılığıyla ölçü teknisyene iletilmiş olur. Sonrasında teknisyen yaptığı işi teslimatçı aracılığıyla hekime gönderir. Hekim bunu hastanın ağızında uygular. Bu dijital akış sayesinde hastada enfeksiyon varsa bile ikinci veya üçüncü kişilere bulaş engellenmiş olur [154].

Dijital teknolojinin ortodonti kliniklerinde sağladığı bir diğer avantaj hasta başında geçirilen sürenin kısalmasıdır. COVID-19 virüsü insandan insana direkt temasla geçen bir

hastalık olduğu için hasta başında geçen sürenin artması bulaşın olma ihtimalini arttırmaktadır. Dijital alınan bir ölçüde hata payının az olması ve konvansiyonel ölçü tekniklerine göre sonrasında bozulma göstermemesi ölçü alma süresinin kısaltmasına neden olmaktadır. Ayrıca ölçü tekrarı işleminin yapılmasına gerek kalmaz. Aynı şekilde bulantı refleksi olan hastalarda ölçü alma işlemi geleneksel yöntemlerle uzayabilmektedir. Fakat küçük bir intraoral tarayıcıyla bu işlem kısa sürede bitirilebilmektedir. İndirekt bonding işlemi için dijital ölçüyle önceden hazırlanan plaklar sayesinde braketleme işlemi hasta başında geçen süreyi minimize etmektedir. Hastayla temas süresini azaltan bir diğer teknoloji de ark teli bükme robotudur. Bu robot sayesinde hastanın yanında tek tek hazırlanacak bükümler yerine önceden belirlenmiş değerlere göre bir robot tarafından bu teller bükülür ve hekim kısa sürede telleri hasta ağızına yerleştirir.

CAD/CAM sistemlerinin kullanılmasıyla beraber tedavi süresi geleneksel yöntemlere göre kısaltabilmektedir. Üretilen kişisel sistemler sayesinde istenilen sonuca daha hızlı ulaşılabilir. Bu da kontrol randevularının kısaltmasına hastanın kliniğe daha az gelmesine olanak sağlar.

Dijital tarama sayesinde hastanın çene ilişkileri, kapanış ilişkisi, dişlerin pozisyonları üç boyutlu olarak bilgisayar sistemi üzerinde görüntülenebilir. Bu sistem üzerinde hem teşhis hem de planlama yapılarak tedavi sonrası oluşacak durum simüle edilerek hem hasta hem de hekim tarafından görüntülenebilir. Bu sayede hastanın beklentileri ile hekimin önerileri doğrultusunda bir tedavi planı oluşturulur. Hasta tedavi sonucunun neye benzeyeceğini göreceği için tedavi sırasında hekimle arasında uyumsuzluk çıkma ihtimali azalır. Bu da tedavi süresinin uzamasının önüne geçer.

COVID-19 hastalığına sağlık çalışanlarının yakalanma konusunda yüksek riskli olduğu güncel literatürlerde bildirilmiştir [155]. Diş hekimliği işlemleri, hastalar ve çalışanlar arasındaki çapraz enfeksiyon riskinin yüksek olduğu uygulamalardır [156]. Bu yüzden diş hekimleri ve yardımcıları potansiyel taşıyıcı konumundadır. Özellikle aerosollü işlemler bu riski arttırmaktadır. Pandemi döneminde, yüz yüze teması azaltmak için hastaların hastaneye başvurması gereken durumları minimum düzeye indirecek önlemler alınmaktadır. Bu amaçla özellikle son yıllarda kullanımı artan tele-sağlık, teletıp ve tele-diş hekimliği gibi çevrim içi uygulamalar geliştirilmiştir. Bu sayede hastalar evden çıkmadan bazı muayenelerini ve kontrolünü yaptırabilmektedir. Uzaktan kontrol sayesinde hekim ile hasta fiziksel bir temasta bulunmaz ve virüsün yayılımının önüne geçilmiş olur. Ayrıca bu sistem sayesinde hasta bireylerinde kontrolleri ve muayeneleri sağlıklı bir şekilde yapılabilmektedir. [157]

COVID-19 virüsü damlacık yoluyla bulaşan bir enfeksiyon hastalığıdır. Dental işlemler sırasında havada birçok aerosol oluşur ve hasta bir birey kolaylıkla hekime virüsü bulaştırabilir. Aerosol oluşumu azaltmak ve dolayısıyla bulaş riskini azaltmak için günümüzde birçok işlem için lazer kullanılabilir. Böylelikle hem aerosol oluşmaması hem de kanama kontrolü ile klinikte daha güvenli bir çalışma imkanı elde edilmiş olur.

Dijital teknolojinin sağladığı bu avantajlar sayesinde enfeksiyon kontrolü daha kolay hale gelmiş, hastalığın yayılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] “Perkün, Filiz. Diş-Çene-Yüz Ortopedisi (Ortodonti). İsmail Akgiin, İstanbul,1964.”.
- [2] “Aptullah, Orhan. Ortodonti Konferanslarım. Şirketi Mürettibiye Matbaası, İstanbul, 1933”.
- [3] “Ülgen, Mustafa ORTODONTİ Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Yay.,Ankara,2010 p. 2-4”.
- [4] “Graber TM, Vanarsdall RL. Diagnosis and Treatment Planning in Orthodontics. Orthodontics-Current Principles and Techniques. 3. Edisiton. St Louis; Mosby: 2000. p.3-8.”.
- [5] “Özcan, İlknur. Diş Hekimliğinde Radyolojinin Esasları. İstanbul Tıp Kitabevleri. 2017”.
- [6] “KABAK, Büşra. 2020, Diş Hekimliğinde Kullanılan Ekipmanlar, Lisans, İstanbul Üniversitesi”.
- [7] “Scheller C, 2011, Basic guide to dental instruments : Blackwell Publishing Ltd, New Jersey, ABD, 1-4051-3379-1”.
- [8] “Detay Digital, Panoramik, Bite-Wing Radyografi. <http://www.detaygoruntulememerkezi.com/kizilay-bitewing-isirma/>. [Ziyaret Tarihi 20 Mart 2020].”.
- [9] “Yalçın B, (Aralık2017), İntrooral Radyografi Teknikleri. <https://disdestek.com/intraoral-radyografi-teknikleri/>. [Ziyaret Tarihi: 20 Mart 2020]”.
- [10] “Diş Sağlık, Oklüzal Radyografi. <https://dissaglik.com/adana-okluzal-film/>. [Ziyaret Tarihi 20 Mart 2022].”.
- [11] “Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. Effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. Angle Orthod 2004;74,155- 61.”.
- [12] “McKee IW, Williamson PC, Lam EW, et al. The accuracy of 4 panoramic units in the projection of mesiodistal tooth angulations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 121: 166-75.”.
- [13] “Hatcher DC. NewTom 9000. AADMRT Newsletter. Summer 2002;2:16-7.”.
- [14] “Akadentia, Digital Sefalometrik Radyografi. <https://www.akadentia.com/dijitalsefalometrik-radyografi/>. [Ziyaret Tarihi: 20 Mart 2020]”.
- [15] “Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. J Orthod 2004; 31: 62-70.”.
- [16] “Mankovich NJ et all. 3rd: Surgical planning using three dimensional imaging and computer modeling. Otolaryngol Clin North Am 1994; 27: 875-89”.

- [17] “Harorlı A, Akgül HM, Dağistanlı S. Diş hekimliği radyolojisi. 1 ed. Erzurum, Atatürk Üniversitesi yayınları 2006; 179-80.”
- [18] “White SC. Cone-beam imaging in dentistry. *Health Phys* 2008; 95(5): 628-37.”
- [19] “Ergün S, Güneri P, Dental Dijital Görüntüleme Üçüncü Boyut. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2019; 29(1): 133-142.”
- [20] “Metkodental, 2019, Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) Nedir, <https://metcodental.com/blog/goruntuleme/koni-isininli-bilgisayarli-tomografi-cbctnedir/>, [Ziyaret Tarihi: 20 Mart 2020].”
- [21] “Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod* 2005; 127: 627-37.”
- [22] “Spector L.: Computer-Aided Dental Implant Planning. *Dent Clin North Am.* 52(4):761–775, 2008.”
- [23] “Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96 (4):508-13”
- [24] S. BÜYÜK and S. RAMOĞLU, “ORTODONTİK Teşhiste Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi,” *Sagens.Erciyes.Edu.Tr*, pp. 227–234, 2011.
- [25] “Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res.* 2003; 6: 173-175.”
- [26] “Cevidaneş SHL, Styner AM, Proffit RW. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129:611-618”
- [27] “James K. Mah, Liu Yi, Reyes C. Huang, and Hye Ran Choo. Advanced Applications of Cone Beamb Computed Tomography in Orthodontics. *Semin Orthod* 2011; 17:57-71.”
- [28] “Brooks S, Miles D. Advances in diagnostic imaging in dentistry. *Dent Clin North Am* 1993;37(1):91-111.”
- [29] “Edwards M. Magnetic resonance imaging of the head and neck. *Dent Clin North Am* 1993;37(4):591- 611”
- [30]. “Kondoh T, Westesson P-L, Takahashi T, Seto K-i. Prevalence of morphological changes in the surfaces of the temporomandibular joint disc associated with internal derangement. *J Maxillofac Oral Surg* 1998;56(3):339-43.”
- [31] “Nebbe B, Brooks S, Hatcher D, Hollender L, Prasad N, Major P. Interobserver reliability in quantitative MRI assessment of temporomandibular joint disk status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86(6):746-50”
- [32] “Kraus SL. TMJ disorders: management of the craniomandibular complex: Churchill Livingstone 1988”

- [33] “Marguelles-Bonnet RE, Carpentier P, Yung J, Defrennes D, Pharaboz C. Clinical diagnosis compared with findings of magnetic resonance imaging in 242 patients with internal derangement of the TMJ. *J Orofac Pain* 1995;9(3).”
- [34] K. Gülnur and Y. Nur, “Ortodontide üç boyutlu görüntüleme sistemleri : Literatür derlemesi,” vol. 193, pp. 186–193, 2018.
- [35] “Tzou CHJ, Frey M. Evolution of 3D Surface Imaging Systems in Facial Plastic Surgery. *Facial Plast Surg Clin N Am* 2011;19:591-602.”
- [36] “Ras F, Habets L, van Ginkel FC, Prahl-Andersen B. Method for quantifying facial asymmetry in three dimensions using stereophotogrammetry. *Angle Orthod* 1995;65(3):233-239.”
- [37] “Görgülü S, Duran GS, Dindaroğlu F. Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti (1.Baskı), Erhan Özdiler, Gümüş Kitabevi, Ankara, 2015:367-381.”
- [38] “Kau CH, Richmond S, Zhurov A, Ovsenik M, Tawfik W, Borbely P, English JD. Use of 3-dimensional surface acquisition to study facial morphology in 5 populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S56.e1-S56.e9”.
- [39] “Karataş OH, Toy E. Three dimensional imaging techniques:Aliterature review. *Eur J Dent* 2014;8(1):1-9.”
- [40] “Lane C, Harrell W. Completing the 3-dimensional picture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(4):612-20”.
- [41] “AyoubAF, Siebert P, Moos KF, Wray D, Urquhart C, Niblett TB. A vision-based three-dimensional capture system for maxillofacial assessment and surgical planning. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1998;36:353-7”.
- [42] “Hajeer MY, Mao Z, Millett DT, AyoubAF, Siebert JP. A new three-dimensional method of assessing facial volumetric changes after orthognathic treatment. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:113-20.”
- [43] “Buckley PF, Dean D, Bookstein FL, et al. A three dimensional morphometric study of craniofacial shape in schizophrenia. *Am J Psychiatry* 2005;162:606-8.”
- [44] “Winder RJ, Darvann TA, McKnightc W, Mageed JDM, Ramsay-Baggs P. Technical validation of the Di3D stereophotogrammetry surface imaging system. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008;46:33-37”.
- [45] “Tanikawa C, Zere E, Takada K. Sexual dimorphism in the facial morphology of adult humans: A threedimensional analysis. *J Comp Hum Biol* 2015;1:94-3.”
- [46] “Wong JY, Oh AK, Ohta E, et al. Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3D digital photogrammetric images. *Cleft Palate Craniofac J* 2008;45:232-239”.
- [47] “vander Meera WJ, Dijkstra PU, Visser A, Vissink A, Rene Y. Reliability and validity of measurements of facial swelling with astereo photogrammetry optical three-dimensional scanner. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2014;52:922-927”.

- [48] “Rosati R, De Menezes M, Rossetti A, et al. Digital dental cast placement in 3-dimensional, full-face reconstruction: a technical evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(1):84–8”.
- [49] “Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, et al. Evaluation of anthropometric accuracy and reliability using different three-dimensional scanning systems. *Forensic Sci Int* 2011;207(1-3):127-34.”.
- [50] “Edler R, Wertheim D, Greenhill D. Comparison of radiographic and photographic measurement of mandibular asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:167–174.”.
- [51] “Plooij JM, Maal TJJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Berge’ SJ: Digital threedimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery. A systematic review. *Int Oral Maxillofac Surg* 2011;40:341-352”.
- [52] “Jayachandran S. Digital Imaging in Dentistry: A Review. *Contemp Clin Dent* 2017; 8:193-4.”.
- [53] “Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ,Reiser MF, Treitl M. Advances in Digital Radiography:Physical Principles and System Overview. *Radiographics* 2007; 27:675-86.”.
- [54] “Harorlı A. Ağız Diğ ve Çene Radyolojisi. 2. Baskı. Erzurum; Nobel Tıp Kitabevleri: 2014. p. 191-205.”.
- [55] “Üçok CÖ, Demirel O. Dijital Görüntü Tanımı ve Dijital Görüntü Oluşumunda Temel Prensipler. *Türkiye Klinikleri. J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics* 2016; 2:1-3.”.
- [56] “White SC, MJ Pharoah. *Oral Radiology*. 4 th ed. St Louis; Mosby: 2000. p. 385-93”.
- [57] “Duyar U. Dijital Görüntü Teknolojileri. *Elektrik mühendisliği*. 2010; 440;17-22”.
- [58] “Kurt H, Nalçacı R. İntraoral Dijital Görüntüleme Sistemleri: Direkt Sistemler, CCD, CMOS, Düz Panel Dedektörler, İndirekt Sistemler, Yarı Direkt Dijital Görüntüleme, Fosfor Plak Taramaları. *Türkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics* 2016; 2”.
- [59] “Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent*. 1991;1(2):150-4”.
- [60] “Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*. 2008;204:505–11.”.
- [61] “Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc*. 1988;11:715-20.”.
- [62] “Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part2: core and venner materials. *J Prosthet Dent* 2002;88:10-5.”.

- [63] “Griggs JA. Recent advances in materials for allceramic restorations. *Dent Clin North Am.*2007;51:713-27.”.
- [64] “Raigrodski A. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2004;92(6):557-62.”.
- [65] “Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006;137:22-31”.
- [66] “Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289-96.”.
- [67] “Sjogren G, Molin M, van Dijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont.* 2004;17(2):241-6.”.
- [68] “Denissen HW, van der Zel JM, van Waas MA. Measurement of the margins of partial-coverage tooth preparations for CAD/CAM. *Int J Prosthodont.* 1999;12(5):395- 400.”.
- [69] “Chen L-H, Tsutsumi S, Iizuka T. A CAD/CAM technique for fabricating facial prostheses: a preliminary report. *Int J Prosthodont.* 1997;10(5):467-72.”.
- [70] “Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6):389-94.”.
- [71] “Williams R, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosthet Dent.* 2006;96(2):96-9”.
- [72] “Yüzügüllü B, Avci M. The implant- abutment interface of alumina and zirconia abutments. *Clin Imp Dent.* 2008;10(2):113-21.”.
- [73] “Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *J of Comp Dent.* 2004;7(1):25-45”.
- [74] “Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin OJBOH. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):1- 14.”.
- [75] “Revilla-León M, Sánchez-Rubio JL, Besné-Torre A, Özcan M. A report on a diagnostic digital workflow for esthetic dental rehabilitation using additive manufacturing technologies. *Int J Esthet Dent.* 2018;13(2):184-96.”.
- [76] “Silva NR, Witek L, Coelho PG, Thompson VP, Rekow ED, Smay J. Additive CAD/CAM process for dental prostheses. *J Prosthodont.* 2011;20(2):93-6”.
- [77] “Bakiç H, Kocacikli M, Korkmaz T. Diş Hekimliğinde Güncel İnteraoral Tarayıcılar. *Atatürk Üniv. Diş Hek Dergisi.* 1-1.”.
- [78] “Martins LM, Lorenzoni FC, Melo AO, Silva LM, Oliveira JL, Oliveira PC. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. *J Appl.* 2012;20(2):235-40”.

- [79] “Mehl A, Hickel R. Current state of development and perspectives of machinebased production methods for dental restorations. *Int J of Comp Dent.* 1999;2(1):9”.
- [80] “Christensen GJ. Computerized restorative dentistry: state of the art. *J Am Dent. Assoc.* 2001;132(9):1301-3.”.
- [81] “Ersu B, Yüzügüllü B, Canay Ş. Sabit restorasyonlarda CAD/CAM uygulamaları. *Hacettepe Üniv Diş Hek Dergisi.* 2008;32(2):58-72”.
- [82] “Palin W, Burke F. Trends in indirect dentistry: CAD/CAM technology. *Dent Update.* 2005;32(10):566-72.”.
- [83] “Londono J, Abreu A, Baker PS, Furness A. Fabrication of a definitive obturator from a 3D cast with a chairside digital scanner for a patient with severe gag reflex: a clinical report. *J Prosthodont.* 2015;114(5):735-8.”.
- [84] “Fournier G, Savall F, Galibourg A, Gély L, Telmon N, Maret D. Threedimensional analysis of bitemarks: A validation study using an intraoral scanner. *Forensic Sci. Int.* 2020;309:1-9.”.
- [85] “Luqmani S, Jones A, Andiappan M, Cobourne M, Orthopedics D. A comparison of conventional vs automated digital Peer Assessment Rating scoring using the Carestream 3600 scanner and CS Model+ software system: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentof*”.
- [86] “Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental impression materials and techniques. *Dent Clin.* 2017;61(4):779-96.”.
- [87] “Zimmermann M, Mehl A, Mörmann W, Reich S. Intraoral scanning systems-a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-29.”.
- [88] “Ren S, Morton D, Lin WS. Accuracy of virtual interocclusal records for partially edentulous patients. *J Prosthodont.* 2020;123(6):860-5.”.
- [89] “Radu M, Radu D, Abboud M. Digital recording of a conventionally determined centric relation: A technique using an intraoral scanner. *J Prosthodont.* 2020;123(2):228-31.”.
- [90] “Matsuda T, Kurahashi K, Maeda N, Goto T, Ichikawa T. Geometric assessment of imaging methods for complete denture form: Comparisons among cone-beam computed tomography, desktop dental scanning, and handheld optical scanning. *J Prosthodont Res.* 2020;64(4):”.
- [91] “Liu P. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend.* 2005;26(7):507-13”.
- [92] “Feuerstein P. Can technology help dentists deliver better patient care? *J Am Dent Assoc.* 2004;135:11-6.”.
- [93] “Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosthodont.* 1998;79(5):508- 13.”.

- [94] “Memari Y, Mohajerfar M, Armin A, Kamalian F, Rezayani V, Beyabanaki E. Marginal adaptation of CAD/CAM all-ceramic crowns made by different impression methods: A literature review. *J Prosthodont* 2019; 28: 536-44.”.
- [95] “Akarslan ZZ. Gag reflex in dentistry: What can we do? *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2016; 26: 503- 10.”.
- [96] “Patzelt, S.B., et al., Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical oral investigations*, 2014. 18(6): p. 1687-1694.”.
- [97] “Kravitz, N.D., et al., Intraoral digital scanners. *J Clin Orthod*, 2014. 48(6): p. 337-347.”.
- [98] “Logozzo, S., et al., Recent advances in dental optics–Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 2014. 54: p. 203-221.”.
- [99] “Flügge, T.V., et al., Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2013. 144(3): p. 471-478.”.
- [100] “Correia, G.D.C., F.A.L. Habib, and C.J. Vogel, Tooth-size discrepancy: A comparison between manual and digital methods. *Dental press journal of orthodontics*, 2014. 19(4): p. 107-113.”.
- [101] “Taneva E, Kusnoto B, Evans CA. 3D scanning, imaging, and printing in orthodontics, in *Issues in contemporary orthodontics*. 2015, InTech. Doi:/10.5772/60010”.
- [102] “Breuning H, Kau CH. Digital planning and custom orthodontic treatment. *John Wiley&Sons*. 2017:1-114.”.
- [103] “Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression free digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(6):22-916”.
- [104] “Rheude BR, Sadowsky PL, Ferriera A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod*. 2005;75:4- 300.”.
- [105] “Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res*. 2011;14:1-16.”.
- [106] “Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS 3rd. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *J Clin Orthod*. 2008;42(11):40-625”.
- [107] D. F. Atat, U. Supplement, R. Akinci, M. Kodu, and K. Tarihi, “ORTODONTİDE KAYIT: RADYOGRAFİ VE MODEL REGISTRATION IN ORTHODONTICS : RADIOGRAPHY AND MODEL Dt. Hakkı YILMAZ * Yrd. Doç. Dr. Fundagül BİLGİÇ *,” pp. 143–151, 2016.
- [108] “Chuck Hull [İnternet]. [Erişim tarihi: 11 Ağustos 2016]. Erişim linki: https://en.wikipedia.org/wiki/Chuck_Hull”.

- [109] “Morales C, Tarancón A, Canales-Vázquez J. Three dimensional printing of components and functional devices for energy and environmental applications. *Energy Environ. Sci.* 2017;1:846-59.”.
- [110] “Groth C, Kravitz ND, Jones PE, Graham JW, Redmond R. Three-dimensional printing technology. *J. Clin. Orthod.* 2014;8;475-85.”.
- [111] “Lin L, Fang Y, Liao Y, Chen G, Gao C, Zhu P. 3D printing and digital processing techniques in dentistry: A review of literature. *Adv. Eng. Mater.* 2019;21:1801013.”.
- [112] “Yayla EE, Öztürk E, Çifter M. Güncel ortodonti pratiğinde üç boyutlu aygıt tasarımı ve üretimi. Cura N, editör. *Pandemi Sürecinde Ortodonti: ‘Dijital Ortodonti’ ve ‘Tele Ortodonti’*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.29-37.”.
- [113] “Martin, C.B., et al., Orthodontic scanners: what’s available? *Journal of orthodontics*, 2015. 42(2): p. 136-143.”.
- [114] “Rosati, R., et al., Digital dental cast placement in 3-dimensional, full-face reconstruction: a technical evaluation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2010. 138(1): p. 84-88.”.
- [115] “Rawtiya M, Verma K, Sethi P, Loomba K. Application of robotics in dentistry. *Indian J Dent Adv* 2014; 6: 1696-1703.”.
- [116] “Divya Bhat B, Bhandary S, Naik R, Shetty D. Robotics in dentistry: fiction or reality. *J Dent Res Rev* 2017; 4: 67-68”.
- [117] “Kumar P, Dixit P, Kalaivani V, et al. Future advances in robotic dentistry. *J Dent Heal Oral Disord Ther* 2017; 7: 3-5.”.
- [118] “Boringi M, Waghray S, Lavanya R, et al. Knowledge and awareness of teledentistry among dental professionals-a cross sectional study. *J Clin Diagnostic Res* 2015; 9: 41-44”.
- [119] “Queyroux A, Saricassapian B, Herzog D, Müller K, Herafa I, Ducoux D, et al. Accuracy of teledentistry for diagnosing dental pathology using direct examination as a gold standard: results of the tel-e-dent study of older adults living in nursing homes. *J A*”.
- [120] “Daniel SJ, Kumar S. Teledentistry: a key component in access to care. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14Suppl:201-8. PMID: 24929605”.
- [121] “Colouzzi DJ., Convissar RA. Lasers in clinical dentistry. *Dent Clin North Am.* 751–1145, 2004.”.
- [122] “Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2004;36(1):59-97”.
- [123] D. İ. Ş. Hekimliğinde, L. BİR, and Li. Derlemesi, “Diş hekimliğinde lazer: bir literatür derlemesi,” *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim. Fakültesi Derg.*, vol. 2012, no. Supplement 6, pp. 44–53, 2012.

- [124] “Dictionary of scientific biography. New York: Charles Scribner’s ; 1971.”.
- [125] “Bohr N. The theory of spectra and atomic constitution: 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press; 1992.”.
- [126] “Dündar Y. (2016) Sen Tanrı mısın? ISBN: 978-605-88309-8-1 Ankara”.
- [127] “Kara A. (2020) https://www.ntv.com.tr/video/turkiye/corona-virus-bilim-kurulu-uyesi-prof-dr-ates-kara-bu-bir-tatil-donemi-degil-korunma-donemi,6_NCDN6m40-BUU78AZiOTQ”.
- [128] “Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The lancet* 2020; 395(10223):497-506.”.
- [129] “Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research* 2020”.
- [130] “Cascella M, Rajnik M, Cuomo A, Dulebohn SC, Di Napoli R. Features, evaluation and treatment coronavirus (COVID-19). *Statpearls* [internet]: StatPearls Publishing. 2020”.
- [131] “Lai C-C, Shih T-P, Ko W-C, Tang H-J, Hsueh P-R. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and corona virus disease-2019 (COVID-19): the epidemic and the challenges. *International journal of antimicrobial agents* 2020:105924.”.
- [132] “Zhu N, Zhang D, Wang W. China Novel Coronavirus Investigating and Research Team. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019:727-33”.
- [133] “Mehta P, McAuley DF, Brown M, Sanchez E, Tattersall RS, Manson JJ, et al. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression. *The Lancet*. 2020;395(10229):1033.”.
- [134] “Guo Z-D, Wang Z-Y, Zhang S-F, Li X, Li L, Li C, Cui Y, Fu R-B, Dong Y-Z, Chi X-Y. Aerosol and surface distribution of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in hospital wards, Wuhan, China, 2020. *Emerg Infect Dis* 2020; 26(7):10.3201.”.
- [135] “Bakanlığı TCS. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü: COVID-19 (SARScov-2 enfeksiyonu) rehberi. Bilim Kurulu Çalışması. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı 2020.”.
- [136] “Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of 94 SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. 2020;395(10242):1973-8”.
- [137] “Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, Marimuthu K. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *Jama* 2020; 323(16):1610”.

- [138] “Chan JF-W, Yuan S, Kok K-H, To KK-W, Chu H, Yang J, Xing F, Liu J, Yip CC-Y, Poon RW-S. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet* 2020; 395(”.
- [139] P. D. S. Yalçın, “DİŞ HEKİMLİĞİNDE YENİ DÖNEM COVID-19 PANDEMİSİ VE ALINACAK ÖNLEMLER,” pp. 1–40.
- [140] “Bahl P, Doolan C, de Silva C, Chughtai AA, Bourouiba L, MacIntyre CR. Airborne or droplet precautions for health workers treating COVID-19? *The Journal of infectious diseases* 2020.”.
- [141] “Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. Transmission routes of 2019-nCoV and controls in dental practice. *International Journal of Oral Science* 2020; 12(1):1-6”.
- [142] “Gamio L. The workers who face the greatest coronavirus risk. *New York Times* 2020”.
- [143] “Sun P, Qie S, Liu Z, Ren J, Li K, Xi J. Clinical characteristics of hospitalized patients with SARS-CoV-2 infection: a single arm meta-analysis. *Journal of medical virology* 2020; 92(6):612-617.”.
- [144] “Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Liu H, Wu Y, Zhang L, Yu Z, Fang M, Yu T. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine* ”.
- [145] “Guan W-j, Ni Z-y, Hu Y, Liang W-h, Ou C-q, He J-x, Liu L, Shan H, Lei C-l, Hui DS. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *New England journal of medicine* 2020; 382(18):1708-1720.”.
- [146] “Topcuoğlu N. COVID-19 Pandemi Döneminde Diş Hekimliği Uygulamaları. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*; 3(S1):78-87”.
- [147] “Jessop ZM, Dobbs TD, Ali SR, Combella E, Clancy R, Ibrahim N, Jovic TH, Kaur AJ, Nijran A, O’Neill TB. Personal Protective Equipment (PPE) for Surgeons during COVID-19 Pandemic: A Systematic Review of Availability, Usage, and Rationing. *British Journal* ”.
- [148] “Kohn WG, Collins AS, Cleveland JL, Harte JA, Eklund KJ, Malvitz DM. Guidelines for infection control in dental health-care settings-2003. 2003.”.
- [149] “Ferioli M, Cisternino C, Leo V, Pisani L, Palange P, Nava S. Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications. *European Respiratory Review* 2020; 29(155).”.
- [150] “Li J-PO, Lam DSC, Chen Y, Ting DSW. Novel Coronavirus disease 2019 (COVID-19): The importance of recognising possible early ocular manifestation and using protective eyewear. *BMJ Publishing Group Ltd*; 2020.”.
- [151] “Barengi L, Barengi A, Cadeo C, Di Blasio AJBri. Innovation by ComputerAided Design/Computer-Aided Manufacturing Technology: A Look at Infection Prevention

in Dental Settings. Biomed Research International. 2019;1-15”.

- [152] “Barker C, Soro V, Dymock D, Sandy J, Ireland A. Microbial contamination of laboratory constructed removable orthodontic appliances. Clin Oral Investig. 2014;18(9):2193-202”.
- [153] “Sammy, K. C., Benjamin, S. N. Infection control mechanisms employed by dental laboratories to prevent infection of their dental technicians/technologists. J Oral Health Craniofac Sci. 2016;1:1-11.”.
- [154] “Papi P, Di Murro B, Penna D, Pompa G. Digital prosthetic workflow during COVID-19 pandemic to limit infection risk in dental practice. Oral diseases. 2020;1- 4.”.
- [155] “Wax RS, Christian MD. Practical recommendations for critical care and anesthesiology teams caring for novel coronavirus (2019- nCoV) patients. Canadian Journal of Anesthesia. 2020;67(5):568-76.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12630-020-01591-x>”.
- [156] “Peker İ, Pamukçu U, Taka K, Üçok Ö. Diş hekimliği pratiğinde koronavirüs salgınına karşı alınması gereken önlemler [Measures to be taken against the coronavirus outbreak in dentistry practice]. Türkiye Klinikleri J Dent Sci. 2020.
<https://www.turkiyeklin>”.
- [157] M. Ozdede, N. Bagci, and I. Peker, “COVID-19 Pandemisi Döneminde Tele-Diş Hekimliği,” no. December, 2020, doi: 10.5336/dent.