

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
SONUÇ RAPORU**

Elde taşınabilir dental x-ışını cihazı ile yapılan ışınlamalar sonucu uygulayıcı ve hasta dozlarının değerlendirilmesi

Arş. Gör. Dr. Hakan Eren

Prof. Dr. Kaan Orhan Arş. Gör. Ali Altındağ

17B0234003

17.05.2017 - 17.05.2018

15.08.2018

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Ankara - 2018

I. Projenin Türkçe ve İngilizce Adı ve zetleri

Türkçe Adı : Elde taşınabilir dental x-ışını cihazı ile yapılan ışınlamalar sonucu uygulayıcı ve hasta dozlarının değerlendirilmesi

İngilizce Adı : Determination of operator and patient doses in consequence of irradiation with handheld dental x-ray device

Özetleri

: ÖZETElde Taşınabilir X-Işını Cihazları ile Yapılan Işınlamalar Sonucu Uygulayıcı Personel ve Hasta Dozlarının DeğerlendirilmesiSon yıllarda özellikle adli diş hekimliği alanında kullanılmak üzere birçok elde taşınabilir X-ışını cihazı geliştirilmiştir. Afet bölgeleri, olay yeri inceleme alanları, otopsiler ve morglar, hareket yeteneği sınırlı hastalar, bakım evleri, geçici sağlık klinikleri, yerleşime uzak bölgeler ve askeri alanlar gibi diş hekimliğini ilgilendiren çok çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Bunların yanında, bu cihazların son yıllarda dental kliniklerde intraoral görüntüleme amacıyla kullanımı hızla artmaktadır. Bu durum hem hastanın hem de uygulayıcının güvenliği açısından yeni bir risk faktörü oluşabileceğine dair soru işaretlerini akla getirmektedir. Çalışmamızın amacı elde taşınabilir X-ışını cihazları ile ışınlamalar yapılırken, uygulayıcı personelin vücudunda seçilmiş bazı kritik organ ve dokuların maruz kaldıkları radyasyon doz miktarının belirlenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir. Çalışmamızda NOMAD Pro 2, Rextar X ve Diox 602 cihazları ile fantom kafada manken yardımı ile ışınlamalar gerçekleştirilmiştir. Kalibre edilmiş TLD-100H dozimetreler; manken üzerinde gözler, tiroit, gonad ve ellere, fantom kafa üzerinde gözler, tiroit ve majör tükürük bezlerine yerleştirilmiştir. Işınlamalar sonrası TLD okuyucu cihazla kritik organ ve dokuların absorbe ettiği eşdeğer dozlar belirlenmiştir. ICRP 2007 tavsiyelerine göre doku ağırlık faktörleri kullanılarak organların absorbe ettikleri eşdeğer dozlar üzerinden etkin radyasyon dozları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre cihazlar ve etkin dozlar karşılaştırılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre konvansiyonel sistemlerde, fosfor plak ve dijital sistemlere göre daha yüksek etkin dozlar bulunmuştur. Taşınabilir X-ışını cihazlarının tasarımının, cihazın ürettiği radyasyon dozu üzerine doğrudan etki ettiği belirlenmiştir. Uygulayıcı personelin koruyucu önlemler kullanması, maruz kaldığı radyasyon dozunu istatistiksel olarak anlamlı ölçüde ($p<0,05$) azaltmıştır. Taşınabilir X-ışını cihazlarının özel durumlarda, radyasyondan korunma önlemleri alınarak ve dijital (RVG) sistemlerle birlikte kullanılması tercih edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Elde taşınabilir X-ışını cihazı, TLD, radyasyon dozu, radyasyon güvenliği

SUMMARYEvaluation of Personnel and Patient Doses After Irradiation with Handheld X-Ray DevicesIn recent years, many handheld X-ray devices have been developed, especially for use in forensic dentistry. Handheld X-ray devices have a wide variety of uses that concern dental medicine, such as disaster areas, scene investigation areas, autopsies and morgues, patients with disabilities, nursing homes, temporary health clinics, remote areas and military areas. In addition to these, the use of these

devices for intraoral imaging in dental clinics has increased rapidly in recent years, which creates question marks for both patient and the practitioner safety. This new radiographic modality can create a new risk factor in terms of safety. The aim of this study is to determine the dose of radiation that some selected critical organs and tissues in the body of the operating personnel are exposed to when radiation is being carried out with handheld X-ray devices. The work was carried out using NOMAD Pro 2, Rextar X and Diox 602 devices on a phantom head with the help of a mannequin. Calibrated TLD-100H dosimeters were placed on the eyes, thyroid, gonads and hands of the mannequin and on the eyes, thyroid and major salivary glands of the phantom head. Equivalent doses absorbed by critical organs and tissues after irradiations were determined with TLD reader. Based on ICRP 2007 recommendations, effective radiation doses were calculated over equivalent doses absorbed by organs using tissue weight factors. The devices and effective doses were compared according to the obtained results. According to the results of the study, higher effective doses were found in conventional systems than phosphorus plaque and digital systems. It has been determined that the design of portable X-ray devices have a direct effect on the radiation produced by the device. The use of protective clothing by operating personnel statistically reduced the exposure dose ($p < 0,05$). It could be preferred that portable X-ray devices be used in special cases with radiation protection measures and with digital (RVG) systems. Key Words: Handheld X-ray devices, TLD, radiation dose, radiation safety

II. Amaç ve Kapsam

Çalışmamızın amacı, elde taşınabilir X-ışını cihazları ile fantom kafada yapılan ışınlamalar sonucu, TLD-100H kullanarak uygulayıcı personelin vücudunda seçilmiş bazı kritik organ ve dokuların maruz kaldıkları radyasyon doz miktarının belirlenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

III. Materyal ve Yöntem

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1 Gereç Bu çalışma kapsamında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ve Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı imkanları kullanılarak, son yıllarda kullanımı artan elde taşınabilir X-ışını cihazı ile ışınlamalar yapılmış, hasta ve personel üzerinde seçilmiş bazı organ ve dokuların maruz kaldıkları radyasyon doz miktarları belirlenerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında radyasyon doz miktarını belirlemek için seçilen organ ve dokular; Hasta için: 1. Tiroit2. Sağ ve sol göz3. Sağ ve sol parotis bezleri4. Sağ ve sol submandibuler tükürük bezleri5. Sublingual tükürük bezi Personel için: 1. Gonadlar 2. Tiroit3. Sağ ve sol göz4. Sağ ve sol el Ayrıca cihazların kon uçlarına da TLD'ler yerleştirilerek radyasyon doz ölçümleri yapılmıştır.

2.1.1 Termoluminesans Dozimetreler (TLD) Araştırma kapsamında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik ABD dozimetre laboratuvarında bulunan, lityum florür (LiF₂) kristalleri içeren TLD-100H (LiF:Mg,Cu,P, Harshaw Chemical, Solon, Ohio) kristalleri kullanılmıştır. TLD-100H dozimetreleri 4,5mm çaplı 0,89 mm kalınlığında disk (çip) şeklindedir. 100 adet LiF₂ TLD-100H dozimetre numaralandırılmış ve periapikal röntgen cihazı ile ışınlanmıştır. Deneyler süresince dozimetreler, ışıktan etkilenme, kirlenme veya kaybolma gibi dış etkenlerden korunması amacıyla pleksiglas taşıyıcılar içerisinde muhafaza edilmiştir. Dozimetreler ışınlama öncesi ve ışınlama sonrası fırınlama işlemlerine tabi tutulmuştur. Bu işlem ayna görüntüsü şeklinde numaralandırılmış paslanmaz çelik planketler içerisinde, TLD'ler numara sırasına göre yerleştirilerek yapılmıştır.

2.1.2 Model-4500 TLD Reader Cihazı Işınlanan TLD'lerin okunmaları amacıyla, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik ABD Dozimetri Laboratuvarında bulunan Model-4500 TLD Reader cihazı (Harshaw Chemical, Solon, Ohio) kullanılmıştır. Bu cihaz, bir TLD okuyucusu ve buna bağlı bir bilgisayardan oluşmaktadır. Cihaz, ışınlanmış bir dozimetrede ölçüm yaparken, ısıtılan dozimetrede yayılan ışığı elektriksel yüke dönüştürerek, sonucu nano-coulomb (nC) cinsinden vermektedir. Araştırmamız sırasında, cihazda TLD okuyucusunun ön tavlama sıcaklığı 135°C, maksimum sıcaklık 230 °C, ısıtma hızı 10 °C/sn olarak ayarlanmıştır.

2.1.3 RTI Black Piranha TLD'lerin kalibrasyon işlemi sırasında izlenebilirlik özelliğine sahip RTI Black Piranha X-ray meter cihazı (Möln dal, Sweden) kullanılmıştır.

2.1.4 Periapikal Röntgen Cihazı Dozimetrelerin ECC hesaplamaları yapılırken, ışınlama işlemi için Atatürk Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda bulunan Belmont Phot-XII s model 505-CM (Takara Belmont Corp. Japan) intraoral dental görüntüleme cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz; 60-70 kVp, 3-6 mA gücünde ve toplam filtrasyon kalınlığı 2 mm Al özelliklerine sahiptir. Cihazın zamanlayıcısı dijital göstergelidir ve 0,01 ile 3,2 sn aralığında ayarlanabilmektedir.

2.1.5 Fırın Bu çalışmada süresi boyunca ışınlama öncesi ve sonrası dozimetrelerin fırınlanarak elektron hol tuzaklarının boşaltılması amacıyla Barnsted/Thermolyne 47900 (Teksas, ABD) fırın kullanılmıştır. Ayrıca, dozimetrelerin okunmasından önce uygulanan ön ısıtma için de fırınlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Cihazda, 225°C'de 10 dakika fırınlama işlemi yapılmıştır.

2.1.6 Kurşun Önlük Bu çalışma sırasında personelin korunması amacıyla, ön yüzü 0,5 mm Pb arka yüzü 0,25 mm Pb içeren İXXİR X-RAY (Oley Tıbbi Ürünler, İstanbul, Türkiye) marka kurşun yelek-etek takımı kullanılmıştır.

2.1.7 Tiroit Koruyucu Bu çalışma sırasında uygulayıcı personelin korunması amacıyla, 0,5 mm Pb içeren İXXİR X-RAY (Oley Tıbbi Ürünler, İstanbul, Türkiye) marka tiroit koruyucu kullanılmıştır (Şekil 2.6).

2.1.8 Koruyucu Gözlük Bu çalışmada 0,75 mm Pb kurşun eşdeğeri RG-52-T model koruyucu gözlük (Phillips Safety Products, Middlesex County, New Jersey, ABD) kullanılmıştır (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7).

2.1.9 Koruyucu Eldiven Bu çalışmada 60 kV'de %68, 80 kV'de %61, 100 kV'de %54 koruma sağlayan Agsa Gomma (Bologna-İtalya) marka XP 2 model koruyucu eldiven kullanılmıştır (Şekil 2.6 ve Şekil 2.8).

2.1.10 Manken Bu çalışmada personelin radyasyona maruz kalmaması amacıyla plastik manken kullanılmıştır (Şekil 2.6).

2.1.11 NOMAD Pro 2 TLD'lerin ışınlanması amacıyla, elde taşınabilir NOMAD Pro 2 röntgen cihazı (Aribex, Inc., ABD) kullanılmıştır. Bu cihaz, 60 kVp ve 2,5 mA güce, 1,5 mm Al toplam filtrasyona, 0,4 mm focal spot büyüklüğüne, 2,5 kg ağırlığa, 20 cm kon uzunluğuna sahiptir ve iki elle kullanılabilir. Cihazın zamanlayıcısı dijital göstergelidir ve 0,01 sn aralıklarla 0,02-1,00 sn arasında ayarlanabilmektedir.

2.1.12 Rextar XTLD'lerin ışınlanması amacıyla, elde taşınabilir Rextar X röntgen cihazı (Posdion Co., Korea) kullanılmıştır. Bu cihaz, 70 kVp ve 2 mA güce, 1,5 mm Al toplam filtrasyona, 0,4 mm focal spot büyüklüğüne, 1,6 kg ağırlığa, 4-14 cm kon uzunluğuna sahiptir ve tek elle kullanılabilir. Cihazın zamanlayıcısı dijital göstergelidir ve 0,02 sn aralıklarla ayarlanabilmektedir. Araştırmamızda 4 cm kon uzunluğu tercih edilmiştir.

2.1.13 Diox-602 TLD'lerin ışınlanması amacıyla, elde taşınabilir Diox-602 (DigiMed, Korea) röntgen cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 60 kVp ve 2 mA güce, 1,6 mm Al toplam filtrasyona, 0,8 mm focal spot

büyüklüğüne, 1,8 kg ağırlığa, 10-20 cm kon uzunluğuna sahiptir ve iki elle kullanılabilir. Cihazın zamanlayıcısı dijital göstergelidir ve 0,01 sn aralıklarla 0,01-1,6 sn arasında ayarlanabilmektedir. Araştırmamızda 10 cm kon uzunluğu tercih edilmiştir. 2.1.14 Yumuşak ve Sert Doku Eşdeğeri Fantom Kafa Bu çalışmada, yumuşak ve sert doku eşdeğeri fantom kafa (model 76-606 DX Atom Max dental head phantom, Fluke Biomedical, Germany) kullanılmıştır. Fantom kafa, rezin esaslı sert ve yumuşak doku eşdeğeri materyalden yapılmış olup baş ve boyun bölgesinde yetişkin erkek anatomik yapılarına eşdeğer özellik göstermektedir. Fantom kafanın 3 boyutlu antropomorfik anatomisi; beyin, kemik, larenks, trake, sinüs boşlukları, dişler ve nazal kaviteyi içermektedir. Ekstraoral dental görüntüleme cihazları ile radyolojik çalışmalarda kullanım için özellikle üretilen fantom kafa, görüntüleme cihazlarında kolay pozisyonlandırma yapmak amacıyla tripod ile birlikte kullanılmıştır. Böylece x-y-z düzlemlerinde rotasyon hareketlerine izin vererek baş hareketlerini gerçekleştirebilmektedir. 2.2 Yöntem Deneylerde kullanılan 100 adet LiF₂ TLD-100H dozimetre 225°C'de 10 dk fırınlanarak depolanmış oldukları enerji boşaltılmıştır. 1'den 100'e kadar numaralandırıldıktan sonra 3 mm kalınlığında pleksiglas kaba yerleştirilen dozimetreler, ortamda RTI Black Piranha X-ray Meter cihazı kullanılarak radyasyon miktarı belirlenen bir X-ışını kaynağıyla (periapikal röntgen cihazı/Belmont Phot-XII) ile homojen 1mGy olacak şekilde ışınlanmıştır (Şekil 2.13). Bu ışınlama sırasında kaba ulaşan radyasyon miktarı 1000±10 µGy olarak ölçülmüştür. Şekil 2.13 TLD'lerin radyasyon miktarı belirli x-ışını cihazı ile ışınlanma şeması Daha sonra ışınlanmış olan dozimetreler TLD-reader cihazında WinREMS yazılım programında nC cinsinden okumaları yapılarak fototüp akımı bulunmuştur. Dozimetrelerden, verilen radyasyon miktarına en yakın ölçüm alınan 6 tanesinin ölçümleri kalibrasyon için esas alınmıştır. Dozimetrelere verilen radyasyon miktarı ve TLD-reader cihazında okunan fototüp akımı değerleri bilindiğinden, dozimetrelerin, fototüp akımını soğurulan radyasyon miktarına çevirmek için kullanılan dönüşüm katsayıları (Reader Calibration Factor-RCF) cihaz için hesaplanmıştır. Dozimetreler, tekrar 225°C'de 10 dak fırınlanarak enerjileri boşaltılmıştır. Radyasyon miktarı bilinen X-ışını kaynağıyla dozimetrelerin ışınlama işlemi ECC katsayılarının bulunması için tekrar yapılmıştır. Dozimetreler TLD-reader cihazında WinREMS yazılım programında uygun set-up'ta tekrar okutularak kalibrasyon işlemi tamamlanmıştır. Her ışınlama sonrası dozimetreler TLD-Reader cihazında okunmuştur. Okumaları yapılan dozimetreler, 225°C'de 10dk fırınlanarak absorbe ettikleri enerjileri boşaltılmıştır. Bir sonraki ışınlama için kilitli poşetlerde her bölgeye üçer adet, kon üzerine dört adet gelecek şekilde fantom kafaya ve cihazlara yerleştirilmiştir. Hasta için: 1. Tiroid 2. Sağ ve sol göz 3. Sağ ve sol parotis bezleri 4. Sağ ve sol submandibuler tükürük bezleri 5. Sublingual tükürük bezi Personel için:

1. Gonadlar 2. Tiroit 3. Sağ ve sol göz4. Sağ ve sol el Cihaz için:1. Kon bitimiNOMAD Pro 2 cihazı, koruyucu disk içerdiği için diğer iki cihazdan farklı olarak koruyucu disk önüne ve arkasına TLD'ler yerleştirilerek ışınlamalar yapılmıştır. Tüm ışınlamalar deneyler süresince aynı bölgeye aynı dozimetreler yerleştirilerek yapılmıştır. Deneylerde her bir elde taşınabilir röntgen cihazı ile aşağıdaki radyograf serileri için ışınlamalar yapılmıştır.- Konvansiyonel (Kodak Dental Intraoral E-Speed Röntgen Filmi, Kodak, Rochester, New York, ABD) intraoral tüm ağız radyograf serisi (2 adet sağ ve sol bite-wing, 7 adet maksiller periapikal radyograf , 7 adet mandibuler periapikal radyograf)- Fosfor plak (GX PS-500, Gendex, Hatfield, Pensilvanya, ABD) intraoral tüm ağız radyograf serisi- RVG (GXS-700(CMOS), Gendex, Hatfield, Pensilvanya, ABD) intraoral tüm ağız radyograf serisiÇalışmamızda fantom kafanın ışınlanması sırasında alt çene ve üst çeneden 7'şer adet olmak üzere 14 adet intaoral periapikal radyograf ile sağ ve sol 2 adet bite-wing radyograf alınmıştır. Işınlamalar, merkezi ışın maksilla ve mandibulada dairesel bir hat boyunca olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Işınlamalar gerçekleştirilirken; NOMAD Pro 2 cihazı; 60 kVp, 2.5 mA, Rextar X cihazı; 70 kVp, 2 mA, Diox 602 cihazı; 60 kVp, 2 mA parametrelerinde ve aşağıdaki tabloda belirtilen sürelerde kullanılmıştır. Çizelge 2.1 Konvansiyonel sistemler için yapılan ışınlamala süreleri (sn)

| | | | | | | |
|----------|-----------|----------|------------|------|------|------|
| Anterior | Posterior | Bitewing | NOMAD Pro2 | 0,30 | 0,38 | 0,40 |
| 0,30 | 0,38 | 0,40 | Diox 602 | 0,30 | 0,38 | 0,40 |

Çizelge 2.2 Fosfor plak sistemleri için yapılan ışınlamala süreleri (sn)

| | | | | | | |
|----------|-----------|----------|------------|------|------|------|
| Anterior | Posterior | Bitewing | NOMAD Pro2 | 0,16 | 0,19 | 0,20 |
| 0,16 | 0,16 | 0,20 | Diox 602 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |

Çizelge 2.3 RVG sistemler için yapılan ışınlamala süreleri (sn)

| | | | | | | |
|----------|-----------|----------|------------|------|------|------|
| Anterior | Posterior | Bitewing | NOMAD Pro2 | 0,12 | 0,16 | 0,17 |
| 0,12 | 0,16 | 0,18 | Diox 602 | 0,12 | 0,16 | 0,17 |

Her bir cihazla, konvansiyonel (K), fosfor plak (F) ve RVG (R) sistemlerde önerilen sürelerde ışınlamalar yapıp görüntüler elde edilmiştir.

Personel üzerinde belirlenmiş bölgeler için koruyucu önlemler alınmadan ve koruyucu önlemler alınmış olarak ışınlamalar gerçekleştirilmiştir. TLD'lerin daha doğru ölçüm vermesi amacıyla tüm ışınlamalar üçer defa yapılarak elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır. Ayrıca gözlem sayısını artırmak amacıyla tarif edilen bu işlemler üç kez tekrarlanmıştır. Deneye dahil edilen organların absorbe ettikleri organ dozları ve ICRP-103 (2007)'de belirlenen doku ağırlık faktörleri kullanılarak etkin dozlar hesaplanmıştır. Her bir bölge için K, F ve R ışınlamalarında Cihaz ve Koruma faktörlerinin etkisinin istatistiksel analizi iki yönlü varyans analizi yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Cihazlara ilişkin fark bulunduğu çoklu karşılaştırmalar Tukey testi ile incelenmiştir. İki yönlü varyans analizi ve Tukey testi için anlam düzeyleri 5% ($p < 0.05$) olarak kabul edilmiştir.

IV. Analiz ve Bulgular

3.BULGULARGonad, tiroid, sağ göz, sol göz, sağ el ve sol el bölgelerinde ışınlama ölçümleri NOMAD Pro 2 (1), Rextar X (2) ve Diox 602 (3) cihazlarında K, F ve R sistem ışınlamalarında hem korumalı hem de korumasız olarak üçer kez yapılmış olup bu sonuçlara ilişkin ortalama değerler aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir. Gonad bölgesi için en yüksek değer NOMAD Pro 2 ile korumasız olarak yapılan F ışınlamasında 26,820 µGy, en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan R ışınlamasında 7,320 µGy olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.1 Gonad bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu organ absorpsiyon doz ortalamaları(µGy)

| | | | NOMAD Pro 2 | | | Rextar X | | Diox 602 | |
|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------|--------|----------|------------|
| K | F | R | K | F | R | K | F | R | Korunmalı |
| 11,216 | 17,580 | 12,316 | 8,555 | 12,706 | 7,320 | 14,830 | 13,443 | 13,530 | Korunmasız |
| 24,408 | 26,820 | 18,326 | 14,264 | 13,213 | 19,726 | 21,801 | 25,376 | 22,590 | Gonad |

bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu K ve F ışınlamalarında 1 ve 3 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 2 nolu cihaz istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. R ışınlamasında ise 1 nolu cihaz için 2 ve 3 nolu cihazlarla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 2 nolu cihaz 3 nolu cihazdan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. Çizelge 3.2 Gonad bölgesi için ikili

karşılaştırmalar ($p < 0.05$) K 1=3>2F 1=3>2R 1=2,1=3,3>2Tiroit bölgesi için en yüksek değer NOMAD Pro 2 ile korumasız olarak yapılan K ışınlamasında 30,573 µGy, en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan R ışınlamasında 7,886 µGy olarak ölçülmüştür.Çizelge 3.3 Tiroit bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu organ absorpsiyon doz ortalamaları(µGy)

| | | NOMAD Pro 2 | | | Rextar X | | Diox 602 | |
|--------|---|-------------|--------|--------|----------|--------|----------|--|
| K | F | R | K | F | R | K | F | |
| 11,360 | 15,563 | 12,483 | 10,283 | 9,536 | 7,886 | 15,176 | 17,533 | |
| 15,786 | Korunmasız | 30,573 | 26,753 | 21,506 | 17,723 | 17,673 | 19,380 | |
| 20,570 | Tiroit bölgesi için K ışınlamasında 1 nolu cihaz için 2 ve 3 nolu cihazlarla arasında | | | | | | | |

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 2 nolu cihaz 3 nolu cihazdan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. F ve R ışınlamalarında 1 ve 3 nolu cihazlar arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 2 nolu cihaz istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. Çizelge 3.4 Tiroit bölgesi için ikili karşılaştırmalar ($p < 0.05$)

$1=3, 2=3, 1 > 2$ $F1=3 > 2R$ $1=3 > 2$ Sağ göz bölgesi için en yüksek değer NOMAD Pro 2 ile

korumasız olarak yapılan K ışınlamasında 31,943 μGy , en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan R ışınlamasında 7,820 μGy olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.5 Sağ göz bölgesi için yapılan

| X | Diox 602 | NOMAD Pro 2 | | | Rextar | | | | |
|-----------------|----------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | K | F | R | K | F | | | |
| RKorumalı | 11,550 | 9,800 | 13,093 | 9,663 | 7,863 | 7,820 | 16,426 | 17,373 | |
| 13,243Korumasız | | 31,943 | 25,843 | 17,870 | 13,503 | 22,596 | 17,370 | 20,696 | 22,010 |
| 25,766 | | | | | | | | | |

Sağ göz bölgesi için K ışınlamasında 1 ve 3 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 2 nolu cihaz ise 1 ve 3 nolu cihazdan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. F ışınlamasında üç cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. R ışınlamasında 1 ve 2 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 3 nolu cihaz istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek

radyasyon dozu üretmiştir. Çizelge 3.6 Sağ göz bölgesi için ikili karşılaştırmalar ($p < 0.05$)

$1=3 > 2F$ $1=2=3R$ $3 > 1=2$ Sol göz bölgesi için en yüksek değer Nomad Pro 2 ile korumasız olarak

yapılan K ışınlamasında 27,943 μGy , en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan F

ışınlamasında 10,643 μGy olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.7 Sol göz bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu organ absorpsiyon doz ortalamaları (μGy)

| 602 | NOMAD Pro 2 | | | Rextar X | | | Diox | | |
|-----|-------------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | K | F | R | K | F | R | | | |
| | 11,656 | 13,563 | 10,643 | 11,270 | 12,633 | 12,940 | 14,423 | 13,536 | 11,363 |
| | 25,960 | 18,486 | 12,413 | 15,366 | 17,573 | 27,633 | 20,743 | 17,593 | 27,943 |

Sol göz bölgesi için K ve F ışınlamalarında 1 ve 3 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 2 nolu cihaz 1 ve 3 nolu cihazlardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. R ışınlamasında üç cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Çizelge 3.8 Sol göz bölgesi için ikili karşılaştırmalar ($p<0.05$)

K 1=3>2F 1=3>2R
1=3=2Sağ el bölgesi için en yüksek değer Rextar X ile korumasız olarak yapılan F ışınlamasında 119,456 μ Gy, en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan R ışınlamasında 7,806 μ Gy olarak ölçülmüştür.Çizelge 3.9 Sağ el bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu organ absorpsiyon doz

| ortalamaları (μ Gy) | NOMAD Pro 2 | | | Rextar X | | | Diox 602 | | |
|--------------------------|-------------|---------|--------|----------|--------|-----------|----------|--------|--------|
| | R | K | F | R | K | F | R | K | F |
| 11,526 | 8,826 | 7,806 | 18,513 | 18,687 | 17,640 | Korumalı | 11,596 | 14,960 | 12,466 |
| 111,67 | 119,456 | 115,526 | 49,948 | 57,343 | 42,680 | Korumasız | 25,336 | 23,670 | 19,533 |

Sağ el bölgesi için K, F ve R ışınlamalarında 2 ve 3 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 1 nolu cihaz 2 ve 3 nolu cihazlardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük radyasyon dozu üretmiştir. Çizelge 3.10 Sağ el bölgesi için ikili karşılaştırmalar ($p<0.05$)

K 2=3>1F 2=3>1R
2=3>1Sol el bölgesi için en yüksek değer Diox 602 ile korumasız olarak yapılan K ışınlamasında 71,726 μ Gy, en düşük değer Rextar X ile korumalı olarak yapılan R ışınlamasında 8,613 μ Gy olarak ölçülmüştür.Çizelge 3.11 Sol el bölgesi için yapılan ışınlamalar sonucu organ absorpsiyon doz

| ortalamaları (μ Gy) | NOMAD Pro 2 | | | Rextar X | | | Diox 602 | | |
|--------------------------|-------------|-------|--------|----------|--------|-----------|----------|--------|--------|
| | R | K | F | R | K | F | R | K | F |
| 8,973 | 10,206 | 8,613 | 21,360 | 16,586 | 18,466 | Korumalı | 11,656 | 12,506 | 16,783 |
| 12,013 | 12,470 | 9,750 | 71,726 | 62,580 | 46,053 | Korumasız | 35,653 | 28,336 | 19,573 |

Sol el bölgesi için K, F ve R ışınlamalarında 1 ve 2 nolu cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 3 nolu cihaz 1 ve 2 nolu cihazlardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek radyasyon dozu üretmiştir. Çizelge 3.12 Sol el bölgesi için ikili karşılaştırmalar ($p < 0,05$)

| K | F | R |
|----------|----------|---------|
| 3>1,1=2F | 3>1,1=2R | 3>1,1=2 |

Tüm bölgelerde, tüm doz düzeylerinde korumalı ve korumasız yapılan ışınlamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Yani korumalı olarak yapılan ışınlamalarda, korumasız olarak yapılan ışınlamalara göre daha az radyasyona maruz kalındığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Gonad, gözler ve tiroid bölgeleri genel olarak incelendiğinde K, F ve R ışınlamalarında NOMAD Pro 2 ve Diox 602 cihazından elde edilen organ absorpsiyon dozu sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). Bununla birlikte Rextar X cihazından elde edilen organ absorpsiyon dozu sonuçları diğer iki cihazdan elde edilen sonuçlardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Eller bölgesi genel olarak incelendiğinde Rextar X cihazından elde edilen organ absorpsiyon doz ölçümü sonuçları haricinde sağ el ile sol el arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p < 0,05$). Rextar X cihazı ile yapılan ışınlamalar sonucu sağ el ve sol el için elde edilen organ absorpsiyon doz ölçümü sonuçları incelendiğinde korumasız olarak yapılan ışınlamalarda sağ elden elde edilen sonuçların sol elden elde edilen sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Çizelge 3.13’de, çalışmaya dahil edilen cihazlar ile ölçülen absorpsiyon dozları kullanılarak, çalışmamıza dahil edilen organlar için ICRP’nin 2007 yılında yeniden düzenlediği doku ağırlık faktörleri (Çizelge 1.2) göz önüne alınarak hasta için organların etkin doza olan katkısı hesaplanmıştır. Buna göre; en yüksek etkin doz (153,25 μ Sv) Diox 602 cihazında K düzeyinde ölçülürken en düşük etkin doz (25,598 μ Sv) NOMAD Pro 2 cihazında R düzeyinde ölçülmüştür. Genel olarak hasta için etkin doz sonuçları değerlendirildiğinde her üç cihaz için de konvansiyonel ışınlamalarda en yüksek, dijital (RVG) ışınlamalarda en düşük değerler bulunmuştur. Çizelge 3.13 Tüm ışınlamalar için organların etkin doza katkısı (μ Sv)

| | NOMAD Pro 2 | Rextar X | Diox 602K | 113,478 | 146,426 |
|---------|-------------|----------|-----------|---------|---------|
| 153,25F | 88,155 | 92,911 | 60,323R | 25,598 | 58,448 |
| | | | | 42,034 | |

Çizelge 3.14'de, çalışmaya dahil edilen cihazların kon uçlarından ölçülen doz değerleri gösterilmiştir. Buna göre; en yüksek doz (292,65 µGy) NOMAD Pro 2 cihazında K ışınlamasında ön bölgede, en düşük doz (84,305 µGy) Diox 602 cihazında R ışınlamasında ölçülmüştür. Çizelge 3.14 Tüm ışınlamalar için cihaz kon uçlarından ölçülen ortalama doz değerleri (µGy)

| | NOMAD Pro 2 | | Rextar X | |
|--------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| Diox 602K | 292,65(ön) | 28,65(arka) | 258,796 | 210,108F |
| 155,958 | 134,51R | 113,284(ön) | 12,134(arka) | 115,177 |
| 25,976(arka) | | | | 84,305 |

V. Sonuç ve Öneriler

SONUÇ ve ÖNERİLER Çalışmamızda diş hekimliğinde kullanılan elde taşınabilir X-ışını cihazları NOMAD Pro 2, Rextar X ve Diox 602 ile TLD yöntemi kullanılarak doz ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre; • İntraoral tüm ağız (7 maksiller+7mandibuler+2bitewing) dental radyografik incelemelerde fosfor plak ve dijital sistemler konvansiyonel sisteme göre hasta ve uygulayıcı personelde daha düşük radyasyon dozu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle intraoral görüntüleme yöntemi olarak sırasıyla RVG(CMOS) sistemler, fosfor plak sistemleri ve konvansiyonel sistemler tercih edilmelidir. • Taşınabilir X-ışını cihazları ile görüntü oluşması sağlanırken cihazın ayarlanabilir parametreleri, cihazın ürettiği radyasyon dozu miktarına direk olarak etki etmektedir. Ayrıca, cihazın iç yapısını oluşturan birincil koruyucular da uygulayıcı personelin maruz kaldığı dozu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle cihaz seçimine gereken önem verilmelidir. • Taşınabilir X-ışını cihazları her ne kadar ICRP tarafından tavsiye edilen yıllık değerlerin altında radyasyon dozu üretse de ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibi gereği sabit X-ışını cihazlarının alternatifi olarak kullanılmamalıdır. • Taşınabilir X-ışını cihazları pratik olması ve kolay kullanımı nedeniyle sabit X-ışını cihazlarına göre daha çok tercih edilme eğilimi göstermektedir. Çalışmamızın sonuçları rutin (klinik) kullanım düşünenler için somut veriler ortaya koymaktadır. Sabit X-ışını cihazlarında uygulayıcı personel herhangi bir radyasyon dozuna maruz kalmamaktadır. Bu nedenle taşınabilir X-ışını cihazlarının sadece istisnai durumlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. • Taşınabilir X-ışını cihazları, hareket yeteneği sınırlı hastalarda, bakım evlerinde, geçici sağlık kliniklerinde, sahadaki adli araştırmalarda, yerleşime uzak bölgelerde ve askeri alanlarda eğitim almış personel tarafından kullanılmalı ve kullanılırken uygulayıcı personel mutlaka korunma önlemlerine (kurşun önlük, tiroit koruyucu, kurşun gözlük, kurşun eldiven) riayet etmelidir. Mümkünse koruyucu disk ve uzun kon seçeneği olan cihazlar tercih edilmelidir. Radyasyon dozu mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azaldığı için uygulayıcı personel taşınabilir X-ışını cihazını mümkün olduğu kadar gövdesinden uzakta tutmalıdır. • Taşınabilir X-ışını cihazları satış işlemleri sırasında mutlaka kayıt altına alınmalı, kullanımı konusunda gerekli eğitim verilmeli, kayıp-çalıntı vb. durumlarda ilgili birimlere bildirilmelidir. • Bu çalışma, kullanılan cihaz sayısının çokluğu nedeniyle taşınabilir X-ışını cihazları hakkında daha rahat fikir yürütülmesini sağlamakta ve ileride yapılacak çalışmalara rehber olabilecek niteliktedir. • Organ dozimetre çalışmaları birbirinden farklı sonuçlar ortaya koysalar da bu çalışmaların daha çok ve farklı cihazlarla yapılması konunun daha iyi kavranmasını ve öneminin ortaya konmasını sağlayacaktır.

VI. Geleceğe İlişkin Öngörülen Katkıları

Bu çalışma, kullanılan cihaz sayısının çokluğu nedeniyle taşınabilir X-ışını cihazları hakkında daha rahat fikir yürütülmesini sağlamakta ve ileride yapılacak çalışmalara rehber olabilecek niteliktedir.

VII. Sağlanan Altyapı Olanakları ile Varsa Gerçekleştirilen Projeler

Elde Taşınabilir X-Işını Cihazları ile Yapılan Işınlamalar Sonucu Uygulayıcı Personel ve Hasta Dozlarının Değerlendirilmesi adlı 17B0234003 nolu proje gerçekleştirilmiştir.

VIII. Sağlanan Altyapı Olanaklarının Varsa Bilim/Hizmet ve Eğitim Alanlarındaki Katkıları

Çalışmamızda hasta yerine yumuşak-sert doku eşdeğeri fantom kafa ve uygulayıcı personel yerine manken(polyester) kullanıldığı için araştırmacılar radyasyon dozuna maruz kalmamışlardır. Fantom kafa ve manken kullanımı nedeniyle bir standardizasyon sağlanmıştır. Ayrıca bu malzemeler başka çalışmalarda da kullanılabilir. Çalışmamızın sonuçları rutin (klinik) kullanım dūřünenler için somut veriler ortaya koymaktadır. Sabit X-işını cihazlarında uygulayıcı personel herhangi bir radyasyon dozuna maruz kalmamaktadır. Bu nedenle taşınabilir X-işını cihazlarının sadece istisnai durumlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Çalışmamız kullanılan cihaz sayısının çokluğu nedeniyle elde taşınabilir X-işını cihazları hakkında daha rahat fikir yūrutulmesini sağlamaktadır.

IX. Kaynaklar

BOR, D. (2008). Termoluminesans Dozimetreler. Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Ders Notları

BOR, D (2016) Radyasyon Sağlık Riskleri ve Tanısal İncelemelerde Korunma. Ankara: Dünya Tıp Kitapevi, Bölüm 1,2,5,6

BOZBIYIK, A., ÖZDEMİR, Ç., HANCI, H. (2002). Radyasyon Yaralanmaları ve Korunma Yöntemleri. *Sted.* 11:272–274.

BULAKBAŞI N. (2015) <https://www.turkrad.org.tr/assets/kisokulusunumlar/4-radyasyon-guvenlig-ve-korunma.pdf>

BUSHONG, SC. (2008). *Radiologic Science for Technologist: Physics, Biology and Protection.* 9th ed. St. Louis. Mosby Elsevier.

CARDIS E., HOWE G., RON E., BEBESHKO V., BOGDANOVA T., BOUVILLE A. (2006) Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years after. *J Radiol Prot.* 26(2):127-40, 2006

CLAUS, EB., CALVOCORESSI, L., BONDY, ML., SCHILDKRAUT, JM., WIEMELS, JL., WRENSCH, M. (2012). Dental X-rays and Risk of Meningioma. *Cancer.* 118(18):4530-4537.

COY J. Hand-held dental X-ray (HDX) (1996) with medical collimator: use in casualty radiology. *Mil Med* 1996; 161: 428–31.

COY J, VANDRE RH, DAVIDSON WR. (1997) Use of the hand-held Dental X-ray machine during joint operation, NATO exercise Display Determination-92. *Mil Med* 1997; 162: 575–7.

CHO JY, HAN WJ. (2012) The reduction methods of operator's radiation dose for portable dental X-ray machines. *Restor Dent Endod* 2012; 37: 160–4. doi: 10.5395/rde.2012.37.3.160

DANFORTH RA, HERNSHAFT EE, LEONOWICH JA. (2009) Operator exposure to scatter radiation from a portable hand-held dental radiation emitting device (Aribex NOMAD) while making 915 intraoral dental radiographs. *J Forensic Sci* 2009; 54: 415–21. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00960.x

DAUERL., BROOKS A. L., HOEL D.G., MORGAN W. F. (2010) Review and evaluation of updated research on the health effects with low dose ionizing radiation. *Radiation Protection Dosimetry* Vol. 140, no. 2, pp. 103-136, 2010

DAVIES, J., JOHNSON, B., DRAGE, N. (2012). Effective Doses from Cone Beam CT Investigation of the Jaws. *Dentomaxillofac Radiol.* 41(1): 30-36

DEVECİ E. (2017) TIBBİ BİR VERİ OLARAK X-IŞINI GÖRÜNTÜSÜNÜN SANAT UYGULAMALARINA YANSIMALARI. *idil*, 2017, Cilt 6, Sayı 36, Volume 6, Issue 36. DOI: 10.7816/idil-06-36-12

DİRİCAN, B. 2002. Radyoterapi Fizigi Ders Notları. 100. Ankara

GOREN A, BONVENTO M, BIERNACKI J. (2007) Dose measurements and use of the NOMAD portable X-ray system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol* 2007; 103: e49.

GOREN AD, BONVENTO M, BIERNACKI J, COLOSI DC. (2008) Radiation exposure with the

NOMAD portable X-ray system. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37: 109–12. doi: 10.1259/dmfr/33303181

GRAY JE, BAILEY ED, LUDLOW JB. (2012) Dental staff doses with handheld dental intraoral X-ray units. *Health Phys* 2012; 102: 137–42. doi: 10.1097/HP.0b013e318230778a

GUSEV, I., GUSKOVA, A., METTLER, F. (2001). *Medical Management of Radiation Accidents*, 2nd Ed., Boca Raton, Fla, CRC.

HARORLI, A. (2014) Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi. Nobel Yayınevi, Bölüm 1,2,3

HAYAKAWA Y1, FUJIMORI H, KUROYANAGI K. (1993) Absorbed doses with intraoral radiography. Function of various technical parameters. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993 Oct;76(4):519-24.

HERMSEN KP, JAEGER SS, JAEGER MA. (2008) Radiation safety for the NOMAD portable X-ray system in a temporary morgue setting. *J Forensic Sci* 2008; 53: 917–21. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00766.x

HORN-ROSS, PL., LJUNG, BM., MORROW, M. (1997). Environmental Factors and the Risk of Salivary Gland Cancer. *Epidemiology.* 8(4):414-419.

HSU WL., PRESTON DL., MIDORI B., SUGIYAMA H. (2013) The Incidence of Leukemia, Lymphoma and Multiple Myeloma among Atomic Bomb Survivors: 1950-2001, *Radiation Research* 179, 361-382, 2013

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). (1991). *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Publication 60 Oxford and New York: Pergamon Press.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). (2007). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Publication 103, Ann. ICRP 37(2-4).

KASSEBAUM DK, STOLLER NE, MCDAVID WD, GOSHORN B, AHRENS CR. (1992) Absorbed dose determination for tomographic implant site assessment techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992 Apr;73(4):502-9.

KIM EK. (2012) Effect of the amount of battery charge on tube voltage in different hand-held dental X-ray systems. *Imaging Sci Dent* 2012; 42: 1–4. doi: 10.5624/isd.2012.42.1.1

LANGLAND, OE., LANGLAIS, RP. (1995). Early Pioneers of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 80(5):496-511.

LUDLOW, JB., DAVIES-LUDLOW, LE., BROOKS, SL. (2003). Dosimetry of Two Extraoral Direct Digital Imaging Devices: Newtom Cone Beam CT and Orthophos Plus DS Panoramic Unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 32: 229–234.

LUDLOW, JB., DAVIES-LUDLOW, LE., BROOKS, SL., HOWERTON, WB. (2006). Dosimetry of 3 CBCT Devices for Oral and Maxillofacial Radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 35: 219–226.

LYONS A, GHAZALI N. (2008) Osteoradionecrosis of the jaws: Current understanding of its pathophysiology and treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008;46:653–60.

MAKDISSI J., PAWAR R. R., JONHSON B., CHONG B.S. (2016) The effects of device position on the operator's radiation dose when using a handheld portable X-ray device. *Dentomaxillofacial Radiology* (2016) 45, 20150245. doi: 10.1259/dmfr.20150245

MANTUANO N., CANAREVO L. V., MAURICIO C. L., CORREA S. C. A. SILVA A. X. (2011) ASSESSMENT OF DOSE IN THYROID AND SALIVARY GLANDS IN DENTAL RADIOLOGY USING THERMOLUMINESCENT DOSIMETRY. INAC 2011 Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28, 2011 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR-ABEN ISBN: 978-85-99141-04-5 NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRPM). (2009). Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States (Report No. 160). Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements.

NISHTA G., MANOJ P., SHEH R., MANDEEP S. G., HIMANI G., DEEPIKA C., PARVEEN A., SARTHAK T., RUPARNA K., ANJALI K. P., MAYUR M., and BHARTI D. (2015) Radiation-induced dental caries, prevention and treatment-A systematic review

NUZZOLESE E, DI VELLA G. (2012) Digital radiological research in forensic dental investigation: case studies. [In Italian.] *Minerva Stomatol* 2012; 61: 165–73.

OYAR, O., GÜLSOY, U. K., YEŞİLDAĞ, A., YILDIZ, M., BAYKAL, B., KÖROĞLU, M. (2003). Tıbbi Görüntüleme Fiziği. Isparta: Rekmay Matbaası, Bölüm 1, 2

OSAZA K., SHIMIZU Y., SUYAMA A., KASAGI F., SODA M., GRANT EJ., SAKATA R., SUGIYAMA H., KODAMA K. (2012) Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950y2003: an overview of cancer and noncancer diseases. *Radiat Res.* 177;2012

PAKSOY, C. (2007). Oral Radyoloji. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Ders Notları.

PALOMO, MJ., PEJAVAR, A., RAO, S., HANS, MG. (2008). Influence of CBCT Exposure Conditions on Radiation Dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 105:773-782.

PAUWELS, R., BEINSBERGER, J., COLLAERT, B., THEODORAKOU, C., ROGERS, J., WALKER, A., COCKMARTIN, L., BOSMANS, H., JACOBS, R., BOGAERTS, R., HORNER, K., THE SEDENTEXCT PROJECT CONSORTIUM. (2012). Effective Dose Range for Dental Cone Beam Computed Tomography Scanners. *European Journal of preRadiology* 81: 267–271.

PITTAYAPAT P, THEVİSSEN P, FIEUVS S, JACOBS R, WILLEMS G. (2010) Forensic oral imaging quality of hand-held dental X-ray devices: comparison of two image receptors and two devices. *Forensic Sci Int* 2010; 194: 20–7. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.09.024

PRESTON-MARTIN S, WHITE SC. (1990) Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dent Assoc.* 1990 Feb;120(2):151-8.

RAVINDAN R, SUNIL S. and NIVIA M. (2013) Osteoradionecrosis of mandible: Case report with review of literatüre *Contemp Clin Dent.* 2013 Apr-Jun; 4(2): 251–253. doi: 10.4103/0976-237X.114882

ŞAHİN, M. (2005). Bilgisayarlı Tomografi ve Panoramik Görüntülemelerde, Çeşitli Organ

Dozlarının Farklı Termoluminesans Dozimetre Tipleri ile Ölçülerek Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. TOGAY Y. E. (2002) Tanısal Radyolojide Radyasyondan Korunma-Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Yayınları, 2002 TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU. (2009, 04.12.2012). Radyasyon Birimleri Erişim: [http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/183-radyasyon-insan-ve-cevre/radyasyonveradyoaktivite/497-radyasyon-birimleri.html]. Erişim Tarihi: 10.12.2012. VAN DIS ML, MILES D.A., PARKS ET, RAZMUS TF. Information yield from a hand-held dental x-ray unit. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993; 76:381-385. WHITE, SC., PHAROAH, MJ. (2014). Oral Radiology. Principles and Interpretation. 7th ed. Elsevier WILWERDING, T. (2001). History of Dentistry. Erişim: [http://freeinfosociety.com/media/pdf/4551.pdf]. Erişim Tarihi: 04.02.2012. YAPRAK B. (2006) RADYOTERAPİDE PRON VE SUPİN KRANIYOSPİNAL ISINLAMA TEKNİKLERİNİN DOZ DAĞILIMINA ETKİSİ. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

X. Ekler

a) Mali Bilanço ve Açıklamaları:

15.000 liralık bütçenin 12.694,32 liralık kısmı kullanılmış olup 2.305,68 liralık kısmı kullanılmamıştır.

b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar:

Çalışmamızda kullanılan malzemeler başka çalışmalarda kullanılmak üzere Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde depolanmıştır.

c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar (varsa Kesim III'de yer almayan analiz ayrıntıları):

d) Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar) (**Altyapı Projeler için uygulanmaz**):

e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler (**Altyapı Projeler için uygulanmaz**):