

20009

ANKARA ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI KONVANSİYONEL TİP DİŞ RÖNTGEN CİHAZLARI İLE
FULL-MOUTH RADYOGRAFİ SONUCUNDA
ERKEK GONADLARININ ALMIŞ OLDUĞU DOZ ABSORBSİYONLARI

Dt. BENGİ ÖZTAŞ

DOKTORA TEZİ

F.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
ORAL DİAGNOZ VE RADYOLOJİ BİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç.Dr. A.NURİ YAZICIOĞLU

Ankara - 1990

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO.

I-	GİRİŞ, GENEL BİLGİLER VE AMAÇ	1
II-	MATERYAL VE METOD.....	41
III-	BULGULAR.....	64
IV-	TARTIŞMA	69
V-	SONUÇ	90
VI-	ÖZET.....	92
VII-	SUMMARY.....	93
VIII-	KAYNAKLAR.....	94

I. GİRİŞ, GENEL BİLGİLER VE AMAÇ

X ışınları, 8 Kasım 1895 tarihinde Würzburg Üniversitesi'nin Fizik Enstitüsünün Müdürü Fizik Profesörü Wilhelm Conrad Roentgen tarafından bulunmuştur. X ışınları ve anestezinin keşfi, tıp ve diş hekimliği mesleklerini tamamen değişime uğratmıştır. Bugün her iki meslek grubunu bu buluşların yardımı olmadan düşünmek oldukça zordur.

Çeşitli Avrupalı araştırmacılar X ışınlarının keşfinden yirmibeş yıl önce (1870) vakum tüpü ile deneylere başlamışlar ve fluoresans olayını meydana getirmişlerdir. Kullanılan ilk vakum tüpü Almanya'da usta bir mekanikçi olan Geissler'in tüpüdür ve onun adı ile anılmaktadır (24).

Roentgen'in almış olduğu ilk radyografi eşi Bertha'nın elinin radyografisidir. Roentgen'in keşfini bildirmesinden iki hafta sonra Dr. Otto Walkhoff (Braunschweig, Almanya) çenelerden ilk radyografi almıştır. Walkhoff'un çenelerden almış olduğu ilk radyografinin ışınlama süresi 25 dakikaydı (22,24,26).

New York'lu fizikçi Dr. W.G. Morton 1896'da Amerika'da ilk dental radyografi insan iskeleti üzerinden başarı ile elde etmiştir. Morton; 1897'de 3 x 6 feet (91.2 x 182.4 cm) büyüklüğündeki film ile ilk defa 30 yaşındaki bir kadın hastanın tüm vücut radyografını (ışınlama süresi 30 dakika olarak) başarı ile elde etmiştir (24, 26).

New Orleans'da; Dr. C. Edmund Kells Amerika'da hastasından intraoral radyograf alan ilk diş hekimidir(Mayıs 1899).

Bu arada da ışınlama süresi çeşitli çalışmalar sonucunda 15 dakikadan 5 dakikaya ve gelişme zamanı da 60 dakikadan 30 dakikaya inmiştir. X ışını tüpü ve yüksek voltaj kaynaklarıyla yoğun çalışmalar sonucu Kells ışınlama süresini 3 senede 5 dakikadan 1 dakikaya indirdiğini 1899'da National Dental Association'daki toplantıda belirtmiştir. Penetre ışınların gizli tehlikeleri hakkında hiçbir şeyin bilinmemesi neticesi, Dr. Kells, diş hekimliğindeki X ışınlarının gelişimiyle ilgili çalışmalarını hayatıyla ödemiştir (24, 26).

Küçük miktardaki radyasyonun 5 veya 10 sene süresince bir etkisinin olmadığı düşüncesi yaygındı. Ellerde erken belirtilerin başlaması malign gelişmin göstergesiydi. Dr. Kells önce üç parmağını sonra elini ve daha sonra da kolunu kaybetmesine rağmen çalışmalarını sürdürmüş ve insanlık için hayatını feda etmiştir (9,10,21,22,23,24,26,32,54,55,57).

X ışınları çıkaran cihazları kullanan kişiler; operatörün, halkın ve hastaların korunmasının gerekli olduğunu her zaman hatırlarında tutmalıdırlar. Radyasyon dozu konusunda ALARA prensibi (as low as reasonably achievable - uygun olan en düşük dozla başarmak) uygulanmalıdır (31,47). Fakat bu, x ışınlarıyla incelemenin avantajlarından hastayı yararlandırmamak anlamında olmamalıdır. Modern tıp ve diş hekimliğinde bu metod araştırmaların vazgeçilmez bir unsurudur (9,18,27,31,63).

X ışını tıpta teşhis ve tedavi amacıyla kullanılmaktadır (13).Tedavi amacı ile kullanıldığında doz çok daha fazladır ve radyasyonun neden olduğu hasarları daha erken ortaya çıkarmaktadır.

Biyolojik hasarların kapsamı ve tipi birçok faktöre bağlanabilir, fakat bunların oral radyoloji ile ilgili olanları; dokunun ışınlanması, ışınlanmış olan sahanın büyüklüğü ve radyasyonun şiddetidir. Kuvvetli radyasyonla tüm vücudun ışınlanması; atom bombası patlaması ve nükleer güç kazası gibi durumlar oluştuğunda çok daha tehlikeli olmaktadır. Tam anlamıyla sınırlandırılmış sahada hafif dozla radyograf alınırken en az tehlike oluşmaktadır. Radyasyon tedavisinde sınırlandırılmış sahada ağır dozlar destrüksiyona neden olabilir, fakat tüm vücuttaki etkisi nispeten küçüktür.

Tüm vücudun hafif radyasyonla expoze olmasında background ve scatter radyasyonun oluşması tanı radyografisinde olduğu taktirde önemsenmeyebilir fakat radyoterapide çok sık tekrar edildiğinden zararlı olabilmektedir (14,16,24,28,31,61).

Genel bir terim olarak "Radyasyon" enerjinin iki değişik formu olarak açıklanabilir. Bunlardan ilki elektromanyetik radyasyon ve ikincisi de partiküllü (tanecikli) radyasyondur.

Elektromanyetik radyasyon; uzun dalga boylu radyo dalgalarından aşağıya doğru kızıl ötesi (infrared),gün ışığı (visible light), morötesi (ultraviölet light), röntgen ışınları ve gama ışınlarını içermektedir.

Partiküllü radyasyon; yapma radyoaktif materyallerden ve çeşitli doğal nedenlerle oluşmaktadır (37).

Radyasyon çok geniş kapsamlı bir kelime olmasına, ışık ve radyo dalgalarını içine almasına rağmen çoğunlukla

"iyonlayıcı" radyasyon anlamında kullanılır. İyonlayıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) meydana getirebilen radyasyon demektir. Bu olay cansızlar için doğru olduğu gibi canlılar için de doğrudur. Bu nedenle iyonlayıcı radyasyonlar insan sağlığı için zararlıdır (54,63).

Son yıllarda araştırmalardan elde edilen veriler, iyonlaştırıcı radyasyonun düşük dozlarının uygulamalarıyla toplumsal bazı arazların ortaya çıkabileceğini göstermiştir(22). Diş hekimliğinde hastalarda kullanılan düşük seviyedeki tanı ışınlarının büyük boyutlarda hasar meydana getirebileceği düşünülmemekle birlikte, yine de bu konuda dikkatli olunması gerektiği öne sürülmektedir. Radyasyonun insan sağlığı üzerine olan etkilerinin önemi A.B.D. Ulusal Bilim Akademisi 1956 yılı raporlarında belirtilerek, genel toplumun iyonlaştırıcı radyasyonla ışınlanmasında diş hekimliği radyolojisinin katkılarının da olabileceğine işaret edilmiştir. Özellikle düşük doz iyonlaştırıcı radyasyon etkilerinin uzun süreler sonra görülmesi, araştırmacıları diş hekimliği radyolojisi konusunda da bir takım çalışmalara sürüklemiştir (22).

Düşük dozlu iyonlaştırıcı radyasyon; diğer etkilerinin yanı sıra, kadınlarda göğüs kanseri, erkeklerde lösemi, maymunlarda katarakt ve çocukluktaki radyasyon alınmasını takiben tiroid kanseri riskini arttırmaktadır (27).

Alfa, beta, gama radyasyonları, X ışınları ve nötronlar gibi çeşitli iyonlayıcı radyasyonlar vardır. Bunların hepsi

farklı özelliklere sahiptir. Bu çeşit radyasyonları yayınlayan atomlara radyoaktif atom denir (9,10,63,64).

Alfa radyasyonu; Pozitif yüklü parçacıklardan ibarettir. Uranyum ve radyum gibi doğal olarak bulunan elementlerden yayınlandığı gibi yapma radyoaktif maddelerce de salınırlar. Alfa radyasyonu derinin yüzey tabakasını geçebilir, bir kağıt yaprağı ile tamamen durdurulabilirler. Bununla beraber alfa yayınlayan maddelerin etkin zararı, solunum yoluyla veya yiyecek ve içeceklerle alınabilme olasılığı ile ortaya çıkar (9,10,15, 37,47,50,63,64).

Beta radyasyonu: Elektronlardan ibarettir. Alfa radyasyonundan daha girici olup 1-2 cm kalınlığındaki su veya insan vücudundan içeri girebilir. Birkaç milimetrelik bir alüminyum tabaka beta radyasyonunu durdurabilir. Nükleer patlama sonucu oluşan nükleer yağışlarda bulunan trityum beta radyasyonu yayınlar (9,10,15,37,47,50,63,64).

Gama radyasyonu; Çok fazla giricidir. İnsan vücudunu delip geçebilir, ancak 1 metre kalınlığındaki beton duvar tarafından hemen hemen tamamen durdurulur. Kurşun ve beton gibi yoğun maddeler gama radyasyonunun zırhlanması için kullanılır (10,15,37,47,50,63,64).

X ışını; Girici radyasyonların en çok bilinen şeklidir. Dental radyolojide ve tıpta kullanılanların dalga boyu $\lambda = 0.1^{\circ}\text{A} - 0.5^{\circ}\text{A}$ 'dür (54).

Nötronlar; Çok girici olabilirler. Deniz seviyesinde oldukça seyrek saptanmalarına rağmen yükseklerde daha rahatlık-

la saptanabilen miktarlarda bulunurlar. Nötron radyasyonu nükleer reaktörde oldukça fazla meydana gelir, fakat yeterli zırhlama ile, örneğin su ile, nötronlar durdurulabilirler (9,10,15, 37,47, 50,63,64).

Radyasyonun kullanılması geçen son 20-30 yılda günlük yaşantımıza büyük faydalar sağlamıştır. Radyoizotop ve kontrollü radyasyon tıp bilimi, endüstriyel uygulama, çevre kirliliği ziraat ve hidrolojide kullanılmaktadır. Örneğin, endüstride döküm ve kaynak işlemlerinde radiokimya'da, spektroskopide, fotokimya işlemlerinde, tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda, yiyeceklerin muhafazasında radyasyonun faydaları hiçbir kuşkuyla yer vermeyecek şekilde açıkça bilinmektedir. Radyasyonla yapılan tıbbi teşhis tedavi, halkın yapay radyasyon kaynaklarına maruz kalmasının temel kaynağını teşkil eder, ancak insan sağlığı ve yaşantısına sağladığı faydalar da çok büyüktür. Radyasyon belirli tipteki kanserlerin tedavisinde en büyük araçtır. Tümörlü dokuların ışınlanması ile tümörlerin büyümesinin durdurulduğu veya onların yok edildiği bilinmektedir. Bazı tıbbi teşhis olaylarında radyoizotopların çok önemli rolü vardır. Geliştirilmiş görüntü cihazları ve elektronik beyinle birlikte radyoizotoplar, kalp, tiroid, akciğer, beyin, karaciğer ve böbrek gibi çeşitli vücut organlarının durum ve fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu bulguların sağlanması radyoizotopsuz ya çok güç ya da imkansızdır.

Radyasyonun tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda kullanılması (Ameliyat giysileri, sargılar, enjektörler vs.) iyi bilinen bir uygulamadır. Radyasyonla yapılan sterilizasyon,

gazlı ve kimyasal maddelerle yapılan sterilizasyonda olduğu gibi, artık bırakmaz. Ayrıca bazı malzemelerin ısı ve buharla sterilize edilmesi güç olabilmektedir. Gama ışınları paketlenmiş eşyadan geçme özelliğine sahip olduğundan sterilizasyondan evvel eşyalar hava almayacak şekilde paketlenir. Bu bir soğuk muamele olduğundan radyasyon kullanarak sterilizasyon, plastik gibi ısıya hassas olan maddelere de uygulanabilir. Örneğin; suni kalp kapağı gibi. Pudra, merhem ve solüsyon gibi ısıya hassas eczaların tek sterilizasyon yoludur (10,63).

İnsanlar devamlı olarak doğal radyasyon kaynaklarına yani kozmik ışınlarla ve doğada oluşan radyonükleidlere maruz kalmaktadır. Bu doğal fon (background) radyasyonundan doğan ortalama doz 100 m rem/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu da şu şekilde açıklanabilir.

Doğal kaynaklar;

a- Vücut içi kaynaklar; Potasyum: Her yıl 23 mrem kadar doz alınır.

b- Vücut dışı kaynaklar;

(1) Kozmik ışınlar: Yılda yaklaşık 28 mrem doz alınır.

(2) Yer kabuğundaki radyoaktif maddeler: Tuğla, çimento, sıva, v.s. gibi yapı malzemelerinden yılda 47 mrem doz alınır.

(3) Havadaki Radon elementinden yılda yaklaşık 2 mrem doz alınır (10,21,22,27,37,50,56,62,63).

Civardaki bu radyasyon seviyelerinin, yapay kaynaklardan dolayı artması zararlı etkilerin oluşmasına neden olabilmektedir. Bu yapay kaynaklar; Atom pili, atom reaktörü, atom bombası, izotoplar, x ışını üreten apareyler, tıbbi nedenlerle radyasyona maruz kalma ki bu;

a- X ışınlarının tanı amacıyla kullanılması,

b- Radyoizotopların tanı amacıyla kullanılması,

c- Radyoizotopların ve X ışınlarının tedavi amacıyla kullanılmasıdır (10,30,55).

Bununla birlikte, ilerlemelerin yararı düşünülerek, iyonlayıcı radyasyonların kullanılmasından vazgeçilemez. Bu nedenle, bu sorunun çözümü, radyasyon dozlarının tehlikelerinin toplum ve radyasyon işçileri tarafından kabul edilebileceği doz seviyelerinde sınırlandırılmasıdır. Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP), bu kavramı ön planda tutarak, bir şahıs için maksimum müsaade edilebilir dozu 17 Eylül 1965 tarihinde kabul ettiği en son tavsiyelerle 1966 yılında ICRP Publication 9'da yayınlamıştır. Maksimum müsaade edilebilir doz; bedensel veya genetik tehlikesi olması ihtimali, edinilen son bilgilerin ışığı altında ihmal edilebilecek kadar küçük olan, uzun bir zaman süresince birikmiş bir doz veya tek bir ışınlama sonucu oluşan iyonlaştırıcı radyasyon dozu olarak tanımlanmıştır (10,15,21,24,42,47,59).

Aşağıdaki Tablo'da ICRP'nin en son (1965) tavsiyelerine göre kişilerin Maksimum Müsaade Edilebilen (MMD) Doz sınırları gösterilmiştir.

Tablo 1.1 : Maksimum Müsaade Edilebilen Doz Sınırları

Organ veya Doku	Radyasyon Görevlileri İçin MMD	Toplum Üyesi İçin MMD
Bütün vücut	5 rem/yıl	0.5 rem/yıl
Gonadlar ve kırmızı kemik iliği	5 rem/yıl	0.5 rem/yıl
Cilt, kemikler ve tiroid	30 rem/yıl	3 rem/yıl
Eller ve kollar, ayaklar ve bacaklar	75 rem/yıl	7.5 rem/yıl
Diğer herhangi bir tek organ	15 rem/yıl	1.5 rem/yıl

Maksimum Müsaade Edilen Doz'ların yıllık olarak ifade edilmelerine rağmen radyasyon korunmasını planlamak bakımından haftalık müsaade edilen doz olarak kullanılmaları daha uygundur. Bu nedenle radyasyonu korunması uygulamalarında bütün vücut için yıllık müsaade edilen doz (ICRP tarafından) olan 5 rem'in 50 haftalık bir çalışma yılı boyunca düzgün olarak alındığı farz edilerek haftalık M.M.D. olarak 0.1 rem/hafta veya 100 mrem/hafta değeri kullanılır (10,12,33).

Radyasyonun bazı türleri insan vücuduna girerek hücreleri oluşturan madde içerisinde etkinliği oldukça yüksek, elektrikle yüklü atomlar, moleküller (iyonlar) ve serbest elektronlar oluşturabilirler. Bu "iyonlaştırıcı" radyasyon çok küçük miktarlarda alındığı zaman düşük seviyeli radyasyon" olarak isimlendirilir (8,10,12,30,52). İyonize radyasyonun vücut hücrelerindeki molekül ve atomlarla karşılıklı etkileşme-

sinin oluşturduğu olaylar zinciri şu şekildedir.

İlk olarak radyasyon hücrenin molekül ve atomlarıyla karşılaştığı zaman radyasyonun enerjisi absorblanır, hücre atom ve moleküllerinde iyonizasyon ve eksitasyon olayı 10^{-13} saniye gibi kısa bir zamanda meydana gelir. Bu karşılıklı etkilenme sonucu radyasyon direkt olarak hücrenin molekül yapısını bozar (direkt etki) veya su ya da genel organik molekülleri çok fazla aktif olan radikallere ayırır (H_2O_2 gibi). Bunlarda hücrede şiddetli oksidasyon sonucu yapısal bozukluğa neden olur (indirekt etki) (10,21,23,24,30,36,45,54).

Birkaç saniye ile saat arasında meydana gelen bu olaylar zincirinin sonucu biyolojik hasarlardır. Biyolojik hasarlar bazı faktörlere bağlıdır (21,23,24,52,55). Bunlar;

1- Radyasyonun cinsine; Değişik radyasyonların (Alfa, Beta, Gama, X ışını) birim hacim içinde meydana getirdiği iyonlaşma farklıdır.

2- Radyasyonun miktarına; 20 mrem insanlarda günlük maksimum müsaade edilen dozdur.

3- Radyasyonun hızına; Yılda 5 mrem'lik radyasyon dozuna maruz kalanlarda bozukluk görülmezken bu doz bir günde verilirse bozukluklar ortaya çıkabilmektedir.

4- Vücutta radyasyona maruz kalan bölge; Kalça üzerinde belli bir alana oldukça büyük bir doz verildiğinde sadece lokal deri reaksiyonları meydana gelirken, karın bölgesindeki aynı büyüklükteki alana verildiğinde, deri reaksiyon-

larının yanında kusma, bulantı gibi sistemik bozukluklar da görülür.

5- Vücutta radyasyona maruz kalan bölgenin büyüklüğü; derinin 1 cm²'sine verilince hafif yanmalar meydana getiren doz 100 cm²'lik bir alana verilince kuvvetli eritemler ve kabartmalara neden olur.

Radyasyondan etkilenme çeşitli faktörlerin etkisiyle meydana gelmektedir (10,21,23,24,37,52,55).

Bu faktörler;

a- Radyasyona maruz kalan dokunun kanlanması yani; ortamdaki oksijenlenme fazla ise radyasyondan etkilenme az olur.

b- Aynı ortamın sıcaklığı düşükse radyasyonun etkisi az olur.

c- Verilen radyasyonun şiddeti ve türü önemlidir.

D.Ç.E.A; Düşük çizgisel enerji aktarımlı radyasyon; X ve gama ışını.

Y.Ç.E.A; Yüksek çizgisel enerji aktarımlı radyasyon; ağır korpüsküllü radyasyon

d- Hücreler mitoz safhasında ise radyasyondan daha çok etkilenirler.

Bergonie ve Tribondeau yasasına göre (10); Fizyolojik ve morfolojik olarak erişkin karakterini almış hücrelere oranla, immatür hücreler ve aktif bölünme gösteren hücreler rad-

yasyona karşı daha duyarlıdırlar.

Radyasyondan etkilenme aynı zamanda dokunun oksijenlenme derecesi, içerdığı su, metabolik durumu ve konjenital olan biyolojik farklılıklara da bağlıdır (10,24,47).

İyonize radyasyonun latent periyodu dozla değişir. Latent periyod; Işınlama ile klinik belirtilerin ortaya çıkması arasında geçen süredir. Doz arttıkça latent periyod kısalır. Düşük dozla ışınlamalarda latent periyod 25 yılı bulabilmektedir (20). Latent periyodun mevcudiyeti iyonize radyasyonu kullanırken dikkat etmeyi gerektiren diğer bir nedendir (9,10,21,24,39,45,50,54).

Vücuttaki dokuların ve hücrelerin radyosensitiviteleri farklıdır ve 3 gruba bölünürler (37,50).

I- Radiosensitif grup (2500 r veya daha az)

Lenfosit ve Lenfoblastlar

Kemik iliği (myeloblastik ve eritroblastik hücreler)

Mide ve intestinal epitel hücreleri

Germ hücreleri (ovary ve testis)

II- Radioresponsive Grup (2500-5000 r)

Derinin epiteli ve deri

Kan damarlarının endoteli

Tükrük bezleri

Kemik ve gelişmekte olan kıkırdak

Konjunktiva, cornea ve göz lensi

Kollajen elastik doku (Fibroblastların kendileri dirençlidir)

III- Radiorezistan Grup (5000 r ve üzeri)

Böbrekler

Karaciğer

Tiroid

Pankreas

Hipofiz

Adrenal ve paratiroid bezler

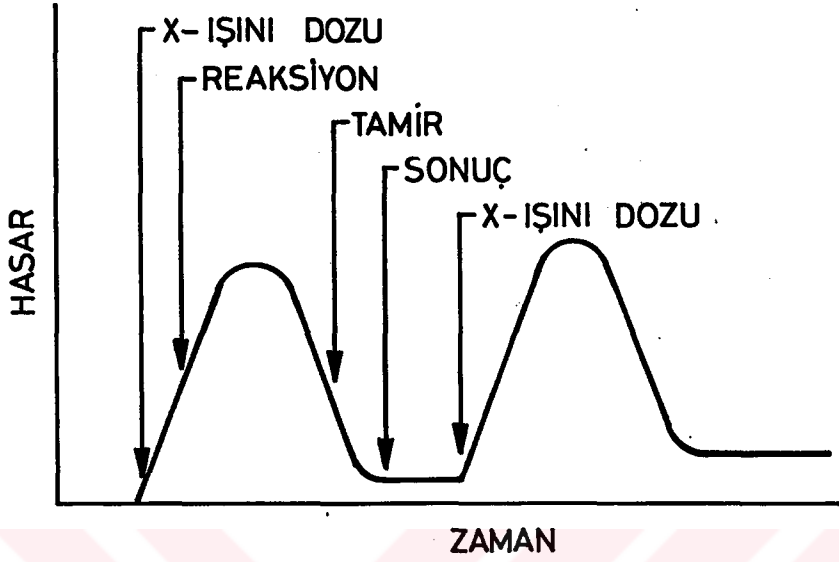
Olgunlaşmış kemik ve kıkırdak

Kaslar

Beyin ve diğer sinir dokuları

Işınlamadan sonra dokuda radyasyon olduğu gibi kalmaktadır. Bazı hücrelerde iyileşme görülürken bazılarında da kalıcı biyolojik etkileri taşıma özelliği gözlenir. Bu biyolojik etkilere bireyin hergün almış olduğu doz eklenmektedir. Bu şekilde radyasyonun birikici özelliği ortaya çıkmaktadır. Dokudaki kalıcı hasarların miktarı verilen doza bağlıdır. Hasarlı hücrelerde büyük miktardaki iyileşme ilk 24 saat içerisinde oluşabilmektedir. Hücrelerde kalıcı biyolojik etkiler iyileşmemektedir ve radyasyonunun birikici etkisini göstermektedir. X ışınlarının birikici etkisi grafik 1.1'de gösterildiği gibidir (10,24,37,39).

İyonize radyasyon; insan üzerinde ışınlanmış vücut bölümüne bağlı olarak çeşitli biyolojik etkiler yaratır. Yüksek dozlardan kaynaklanan şiddetli radyasyon yaralanmaları göz



Grafik 1.1.: X ışınlarının birikici etkisi

önüne alınmadan, sadece mesleki ve medikal etkilenmeler nedeni ile meydana gelen hasarlar Tablo 1.2'de gösterilmiştir (60).

Tablo 1.2: İnsanlarda Görülebilecek Hasar Tipleri.

HASAR TİPİ	HEDEF ORGAN veya DOKULAR
1. Tümör indüksiyonu	Vücudun tüm hücreleri
2. Katarakt	Lens
3. Doğurganlık zayıflaması	Gonadlar
4. Kemik iliği hasarı ve enfeksiyona karşı hücre mukavemeti zayıflaması	Kemik iliği, Limphoid organlar
5. Yaşam kısalması	Genellikle Kalp, böbrek, beyin ve büyük arterler.
6. Ceninde hasar	Cenin
7. Genetik hasar	Gonadlar

Ani ışınlamalarda birkaç saate kadar tesirler ortaya çıkmakta ve yüksek dozlarda ölüm olayı meydana gelmektedir. Ölüm olayı 500-600 rem'lik ışınlamalarla ortaya çıkmakta, 200 rem ise deride eritemler meydana getirmektedir (10,15,21,55).

Çeşitli organların ışınlamasından sonra görülen reaksiyonların bazı ortak yönleri vardır.

Latent periyod geçtikten sonra irradrasyon dozuna paralel olarak değişik ağırlıkta zararlar ortaya çıkmaktadır. Bu zararlar sırasıyla şu şekildedir (10,15,23,24,31,37,42,47,50).

1. Eritem; Işınlanan sahada kızarıklık meydana gelir.
2. Kuru Deskuamasyon; Bölgede deri kurudur, pul pul dökülür.
3. Veziküller; İçi sıvı dolu vezikülden oluşur.

Bunlar radyoterapide tolerans sınırı olarak adlandırılır (10,24). Deskuamasyon ve veziküller oluştuğunda tolerans sınırına gelinmiş demektir. Bundan sonra durmalıdır. Buraya kadar olay reversibledir, devam edilirse irreversible hale gelir (10,37).

Irreversible zararlar;

1. Nekroz
2. Epilasyon
3. Pigmentasyon
4. Yağ ve ter bezlerinin tahrip olup ortadan kalkması

5. Telangiyektazi; Damar yapısının bozulması, damarlarda yer yer genişlemeler, endarterit, bunlara bağlı organlarda fonksiyon bozukluğu.

Ayrıca radyoterapide vücutta histamine benzer maddeler ağığa çıkar, bunlar ACTH'ı aktive eder, salgılamayı arttırır ve bitkinlik hissi oluşturur.

Reaksiyonların bir bölümü ışınların doğrudan doğruya hücreler üzerindeki direkt etkisine bağlıdır (10).

1. İnhibisyon; Mitozlar durur, bazı hücreler ölebilir. Organda atrofi ve fonksiyon bozukluğu belirir.

2. Hiperplazi; Uzun bir latent periyoddan sonra hücreler çoğalmaya başlar. Bu proliferasyon, organı biçim ve fonksiyon bakımından anormal duruma getirebilir. Eğer mutasyonlar olmuğsa, çoğalan hücreler tümör oluşturur.

İrradiasyon sonrasında da dokularda bazı zararlar ortaya çıkar. Bu zararların mekanizması iki şekildedir.

1. Primer etki; Dokularda oluşan zararlar, ışınların doğrudan hücreler üzerindeki etkisine bağlıdır.

2. Sekonder etki; Bu mekanizmanın ana ilkesi dolaşımın bozulmasıdır. Damar endoteli ışınlara karşı duyarlıdır. Endotelde ödem ve nekroz meydana gelir, trombüs oluşabilir. Olay kronikleştikçe subendotelial bağ dokusu artar ve lümeni daraltır (Endarteritis obliterans). Damarlardaki bu bozukluklar dokuda iskemik zararlar doğurur, bu tür zararların iyileşmesi de oldukça güçtür (10).

Vücutun total irradiasyonundan sonra Akut Radyasyon Sendromu ortaya çıkar. Bu durum genellikle radyasyonla uğraşan kişilerde görülmektedir. Bulantı, kusma ile başlar, diare görülür. Alopecia, melano epistaksis, gingivitis, idiyomatik ateş ve şok meydana gelir (10,26). Bu belirtiler ışınlamadan 3 hafta sonra meydana gelir.

Oluşmasında iki önemli faktör vardır.

- a. İrradyasyon dozu
- b. Kişisel duyarlılık.

Erken etkide Akut Radyasyon Sendromu 3 tipte ortaya çıkar(23,50). Bu tiplerden herhangi birinde hasta ölebilir.

	Birkezlik doz	Ölüm	Belirtiler
1. Serebral	2000 r'den fazla	2 günde	Konvülsiyon, bulantı, kusma, uyuklama, ataksi
2. Gastrointestinal	5000 r'den fazla	2 hafta	Bulantı, kusma, diare, elektrolit denge bozukluğu, dehidratasyon, şok.
3. Hematopoetik	100 r'den fazla	2 ay	Lenfositopeni, granulositopeni, trombositopeni, anemi, lösemi (geç dönem)

Radyasyon vücutta 2 tip hücreyi etkilemektedir (5,9, 10,23,24,26,31,37,39,42,47,49,55).

Bunlar;

1. Somatik hücreler
2. Germinal hücreler.

Somatik hücreler vücuttaki tüm hücreleri kapsar. Germinal hücreler üreme organları hücreleridir ki bu kadınlarda

ovarium, erkeklerde spermatozoa'dır (24). Somatik hücrelerin etkilenmesiyle somatik etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu da; Radyasyona maruz kalan şahsın kendinde görülen etkilerdir. Kan ve kemik iliğindeki hücreler gibi beden fonksiyonların sürdürülmesinde görevleri olan hücrelerin radyasyon nedeni ile uğradığı bozukluklardır. Somatik etkiler, toplam radyasyon dozu bu dozun alınma süresi, ışınlanan vücut parçası ve bu parçanın alanına bağlıdır (10).

Radyasyonla ışınlanma sonucunda oluşan bazı somatik etkiler şunlardır (10,26).

Akut Somatik Etkiler; Radyasyon hastalıkları da denilir. Işınlama çok kısa bir zamanda olmuştur. Şiddetli ışınlamanın etkisiyle radyasyona maruz kalındıktan sonra iki ile dört hafta içinde gözlenir. Akut bir bütün vücut radyasyon dozunun insan üzerindeki etkileri Tablo 1.3'de gösterilmiştir (10,24).

Tablo 1.3: Akut bir Vücut Dozunun İnsan Üzerindeki Etkileri

Akut Doz (rem)	Olabilecek Klinik Etkiler
0 - 25	Gözlenebilir bir hasar yoktur.
25 - 100	Kan tablosunda hafif değişiklikler dışında gözlenebilir bir etki yoktur.
100 - 200	3 saat içinde % 5 ile % 50 oranında kusma ile birlikte yorgunluk ve iştahsızlık. Orta derecede kan değişiklikleri. Bütün vak'alarda birkaç hafta içinde iyileşme meydana gelir. Kan yapan sistemin normale dönmesi daha uzun sürer.
200 - 600	2 saat veya daha kısa sürede kusma görülür. Kan tablosunda önemli değişikliklerle birlikte hemoraji ve enfeksiyon meydana gelir. 300 rem'in üzerindeki dozlarda 2 hafta sonra saçlar ve kıllar dökülür. Bir ay ile 1 yıl arasında % 20 ile % 100 arasında iyileşme izlenir.
600 -1000	1 saat içinde kusma, kan tablosunda önemli değişiklikler, enfeksiyon ve saç dökülmesi. Bu sınırlar içinde doz alanların % 80 - % 100'u 2 ay içerisinde ölmektedir. Sağ kalanların ise iyileşmesi çok uzun zaman olmaktadır.

Lokal akut etkilerde Şu Şekilde açıklanabilir (10, 15,24,26).

- a. Deride bozulma, dem, epilasyon, deride ve derinde yer alan dokularda nekroz.
- b. Yumurtalıkların ışınlanması ile geçici veya devamlı kısırlık.
- c. Sindirim sisteminin epitelyumu ve kan yapan doku gibi üretici dokuların azalması veya anormal Şekilde artması.
- d. Sinir sisteminin ve diğer sistemlerin fonksiyonlarının azalması.

Kronik Somatik Etkiler; IŞınlama dŐŐuk seviyede, çok uzun sürede ve devamlı olmuştur. Bu ıŐınlamaların etkileri birkaç yıl veya uzun yıllar sonra görülmektedir. Bu uzun süreli radyasyon etkileri alınan radyasyon dozlarının tamir edilemeyen kısmından ileri gelmektedir. Bunları da Şu Şekilde özetleyebiliriz (10,15,24).

- a. Malignite gösterebilen kronik deri hastalıkları,
- b. Çok fazla ışınlanan organ ve dokularda lokal atrofik ülserler veya distrofik yapılar,
- c. Gz merceklerinde katarakt,
- d. Kemik dokusunun ıŐınlanmasıyla kemik kanseri,
- e. Radyoaktif maddenin akciğerde yerleŐmesi veya nefesle alınması halinde, akciğer kanseri,
- f. Kemik iliğindeki radyasyon hasarı nedeni ile anemi,

g. Lenfositlerin artmasıyla karakterize lösemi.

h. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler sonucunda doğal yaşam süresinin kısalmasıdır.

Işınlamayı takiben oluşan akut somatik etkilerde, doz-etki bağıntısı oldukça iyi anlaşılmaktadır. Genellikle, gözlenebilir bir etki oluşturabilen minimum doz ve minimum doz hızı belirlenebilir. Bununla beraber, kronik somatik etkilerle ilgili olarak bu bağıntı bugün çok az anlaşılabilir.

Germ hücrelerinin radyasyondan etkilenmesiyle de genetik etkiler ortaya çıkmaktadır (24,54). Genetik etkiler, gonadlarda, genetik özellikleri kalıtım yoluyla gelen nesillere geçirmekle görevli hücrelerde (spermatoza ve ovarium) oluşan hasarla ilgilidir (15).

İnsanlarda ve memeli hayvanlarda döl, kadınlardaki ovum ve erkeklerdeki sperm hücresinin birleşerek tek bir hücre oluşturmasıyla ortaya çıkar (24). Gonadlardaki dokular radyasyona karşı oldukça hassastırlar. Çok küçük radyasyon dozları bile üreme hücreleride genetik değişikliklere, ki bu kendini daha sonraki nesillerde belli eden mutasyonlara neden olabilmektedir (15,24,50).

Mutasyon; Germ hücresi genlerindeki bozukluklardır. Bu hücrelerle meydana gelen dölde kalıtsal bir bozukluğa dönebilmektedir (24). Mutasyonlar bir defa meydana geldikten sonra artık kalıcıdırlar. Radyasyonun oluşturduğu gen mutasyonunun eşik veya tolerans dozu belli değildir. Küçük dozlar birikici olabilir ve birkaç nesil sonrasına kadar etkileri ortaya çık-

mayabilir (9,10,15,21,24,31,38,42,47,54,55).

Spermatogonia, testislerde yer alan hücrelerin içinde rasyasyona en hassas olanıdır. Işınlama sonucu nekroz, kromozom anomalileri, bölünmenin durması görülebilir. Işınlanmış olan spermalar çoğu kere morfolojik değişiklik göstermediği halde döllenme yeteneğini kaybeder. Işınlamaya bağlı olarak germ hücrelerin bir kısmının ya da tümünün ortadan kalkmasına göre geçici veya sürekli steriliteye neden olmaktadır (55). 400 rem civarındaki dozlarda sürekli sterilite, 100 rem gibi düşük dozlarda ise geçici bir sterile meydana gelmektedir (10).

Spermin kendisi radyasyona dirençli olup cinsiyet organlarının ışınlanması spermi tahrip etmez, radyasyona maruz kalan cinsiyet hücrelerinde meydana gelen hasar ve ışınlamayan hücrelerin tamir fonksiyonlarındaki aksama nedeniyle sperm üretiminde meydana gelen yavaşlama sadece geçici kısırlılıkla sonuçlanır (10).

Genel olarak iyonlaştırıcı radyasyonun hücrelerde oluşturduğu başlıca reaksiyonlar şu şekilde açıklanabilir. Yüksek dozlar hücreyi hemen öldürür, kromozomlarda kopmalar ve mutasyonlar yapabilir, sitoplazmada toksik maddeler meydana gelir. Gelişmekte olan dokulardaki (fötüs ve çocuk) zararlar daha ağırdır. Zararlı olmayan küçük dozdaki ışınlama tekrarlanırsa dokuda birikim olur. Daha önce de bahsedildiği gibi hücreler mitoz safhasında radyasyona daha duyarlıdır, bu sırada radyasyona maruz kalındığında kromozomlarda kopmalar, parçalar arasında yeniden kaynaşmalar görülebilir. Bunun sonucunda da mutasyonlar görülür. Radyasyon dozunun yükselmesiyle

orantılı olarak mutasyonlar artmaktadır (10,15,47).

Radyasyon, genleri, gerek dominant ve gerekse resesif özellikleri, anne ve babalarından farklı olacak şekilde etkileyebilir. Meydana gelen değişiklik ilk jenerasyonda ortaya çıkıyorsa bu genel olarak dominant bir gendeki mutasyondan ileri gelir. Resesif genlerde meydana gelen mutasyonlar, biri anneden biri babadan gelmek üzere, çiftler halinde birleşinceye kadar gizli kalır. Mutasyonların çoğunluğu resesif genlerde meydana geldiğinden ilk jenerasyon'da ortaya çıkmaları ihtimali zayıftır (10,31,54). Meydana gelen mutasyonların % 99 kadarı istenmeyen değişikliklerdir (10). İnsanlardaki genetik defektler her on kişiden birinde düşüklere veya ergenlikten önce ölüm nedeni olabilmektedir (Mc Kusick, 1969)(24).

Mutasyonlar bir insanda normal olarak % 2 oranında meydana gelmektedir. Böylece her yeni doğan çocuğun yeni bir mutasyon taşıması ihtimali 1/50'dir. Kronik veya akut olarak 20 röntgen'lik bir radyasyon dozu bu ihtimali % 2.5'a ve yaklaşık olarak 80 röntgenlik bir doz ise % 4'e yani normal mutasyon oranının iki katına çıkarır (10).

Radyasyonlar kromozom mutasyonlarını da meydana getirmektedir. Kromozomlar genlerden meydana gelen zincirler olup, radyasyon etkisiyle bu zincir bir veya daha fazla yerden kırılabilir. Kırılan kromozom parçaları, büyükçe grupların yer değiştirmesine sebep olacak bir şekilde yeniden birleşebilirler. Normal kromozomların, radyasyon etkisiyle değişikliğe uğramış kromozomlarla çift teşkil etmesi ihtimali az olduğundan döllenmiş yumurta bölünmeyecek ve döl meydana gelmeyecektir.

Üreme organlarının ışınlanması ve hamile kalınması arasında en az 6 aylık bir süre bulunmalıdır. Bu süre ışınlanmadan sonra mevcut gen mutasyonlarından, nisbeten daha az sayıda mutasyonu içeren yeni cinsiyet hücrelerinin oluşumuna fırsat verecektir (10,15,23,24,26,31,47).

Genetik hasarların bilinmesi ve doğurabilir çağdakilerin korunmasının gerekliliği, yarım yapılan bir radyografi tetkikini kabul etmemiz anlamında olmamalıdır. Aksi halde bu zararlardan korunmak için teşhisin eksik yapılması, hastayı bir tehlikeden korurken bir başka tehlikeye, yanlış teşhis ve tedaviye sürüklemek olur. Gereksiz ışınlamalardan bizim yapacağımız işlem, istenilen radyografinin alınması sırasında maruz kalınacak doz miktarını azaltmak esasına dayanmalıdır (55). Radyolojik araştırmada genel prensip düşük radyasyona karşı geniş bir fotoğrafik bilgi elde etmektir. Bunun yanı sıra hasta, hekim ve çevrenin de korunması şarttır.

Diş muayenehanelerindeki radyasyon kaynakları üç çeşittir (24,26,31,36). Bunlar:

1. Primer radyasyon: X-ışını tüpündeki fokal spottan gelen direkt radyasyondur. Bu kolimatör ve filtrelerin arasından geçerek çıkan gerekli ışınlardır.
2. Leakage radyasyon (sızıntı radyasyon): Tüpten faydalı ışınların dışında çıkan radyasyondur.
3. Sekonder Radyasyon: X- ışınları ile radyasyona tutulan maddelerden radyasyonun yayılmasıdır. Skatter radyasyonun bir formudur, ki bu radyasyonun cismin içinden geçerken

yönünden sapmasıyla oluşmaktadır. Dalga boyunun artmasıyla skatter radyasyon azalmaktadır. Sekonder radyasyon esas olarak hastanın yüzünde radyasyona maruz kalan sert ve yumuşak dokudan, plastik konun ucundan ve filtrelerden kaynaklanmaktadır.

X ışınları ile radyograflar elde edilirken, fabrikasyon olarak yapılan korunmanın dışında, kurşun önlük, kurşun paravanların yanı sıra bunların olmaması durumunda operatörün dikkat etmesi gereken kurallar ve yöntemler vardır. ICRP' (International Council for Radiation Protection)'nin önerdiği bu kurallar sırası ile (56),

- 1- X-ışınlarının kollimasyonu ve filtrasyonu,
- 2- Film hızı,
- 3- Operatör ile filmi alınacak hasta arasındaki uzaklık,
- 4- Operatörün hasta ve tüpe göre konumu,
- 5- Yapıya ait radyasyondan korunmadır.

Bu maddelerden ilk ikisi imalat ile ilgili faktörlerdir, geri kalan üçü ise her operatörün bilmesi ve titizlikle uygulaması gerekli kurallardır.

Diş hekimliğinde radyasyondan korunmada üç önemli kısım vardır (24,26,31,33,36,39,51,54).

Bunlar;

- 1- Hekimin korunması,
- 2- Hastanın korunması,

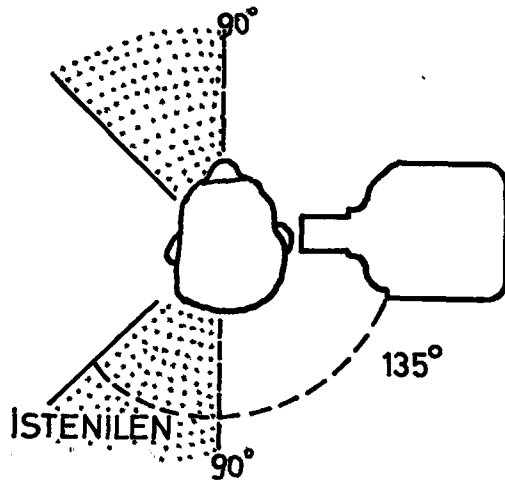
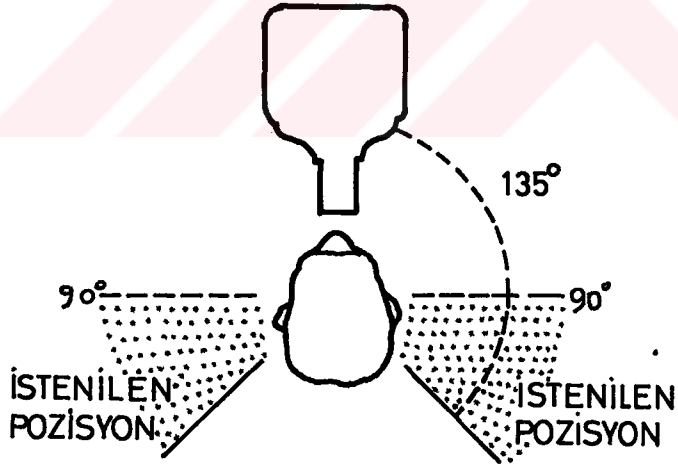
3- Çevrenin korunması,

Dental X-ışın cihazını kullanacak olan hekimin korunması için bazı kurallara uyması gerekmektedir;

I- Primer radyasyonla ışınlanmaya karşı korunma;

A- Hekim; primer radyasyondaki zararlı ışınlardan kaçınmalı ve hastadan en az 6 feet (182.88 cm) uzakta durmalıdır. Eğer bu mümkün değilse radyasyondan koruyucu bariyerin arkasında durmalıdır. Hiç bir zaman ışınlar tüpünün açıklığının günde korunmasız olarak durulmamalıdır. Primer ışınlardan, X-ışınlarıyla ışınlama sırasında hastanın yanında 90° - 135° arasında durularak kaçınılabilmektedir (Richards 1960) Şekil 1.1.

Şekil 1.1.: Hekimin, Işınlama Sırasında Duracağı En Emniyetli Yer.



B- Hiç bir vakada diş hekimi veya yardımcı personel filmi kendi tutmamalıdır.

C- Dental incelemelerde Fluorescent aynalar kullanılmamalıdır.

D- Operatör ve yardımcı personel dozimetre cihazı kullanmalıdır.

II- Sızıntı radyasyonla ışınlamaya karşı korunma:

A- Işınlama sırasında; ne tüpü yerleştirmek için ne de konu yönlendirmek için cihaz elle tutulmamalıdır.

B- X ışını cihazının tüpü sızıntı radyasyon açısından uzmanlar tarafından geiger cihazı ile kontrol edilmelidir.

III- Sekonder radyasyonla ışınlanmaya karşı korunma; Sekonder radyasyonun üç kaynağı; Hasta yüzünde radyasyona tabi olan sert ve yumuşak dokular, plastik kon ucu ve filtredir.

A. Hastanın ışınlanması ve indirekt olarak hekimin ışınlanması yüksek hızlı filmler kullanarak azaltılabilmektedir.

B. Hekim hastadan en az 6 feet (182.88 cm) uzakta veya bariyerin arkasında durmalıdır. Küçük muayenehanelerde odadan dışarı çıkılmalı ve duvarın arkasında durmalıdır.

C. Konun ucunda 6.5-7 cm çapında bir sahayı alacak şekilde diyafraamlar veya metal kollimatörler kullanılmalıdır.

D. Kurşunlu konlar veya açık uçlu konlar, plastik kon uçlulara tercih edilmelidirler. Plastik konlar bütün vücuda

özellikle gonadlar bölgesine skatter radyasyon kaynağı oluştururlar(Richards, 1962). Bu gereksiz skatter radyasyonu ortadan kaldırmak için açık sonlanan veya kurşunlu konlar kullanılmaktadır.

E. Hekim bu üç büyük sekonder radyasyon kaynağını (kon, filtre, hasta yüzü) görmeyecek şekilde bir yerde durmalıdır. Bu ışınlamayla oluşan sekonder radyasyonun etkilerini en aza indirecektir.

IV- Eski X-ışını cihazlarının sargıları yenileriyle değiştirilmelidir.

V- Dental personel ve diş hekimleri film dozimetreleri kullanmalıdır.

Hastanın X-ışınlarının zararlı etkilerinden korunması için gerekli kurallar şu şekildedir (24);

I. Yüksek hızlı filmler kullanılarak hastanın ışınlanması azaltılabilmektedir.

II. Kollimatörler; hastanın yüzünde ışınlanan sahayı 6.5-7 cm çapta olacak şekilde sınırlandırdıkları için kullanılmaları gereklidir.

III. Filtrasyon; X-ışınlarının yumuşak olanlarının ortadan kaldırılması ve hastanın gereksiz olarak radyasyon almasını önlemek amacıyla kullanılmalıdır.

X-ışınları; tüpün cam penceresinden çıkarken, tüpün civarındaki yağlar nedeniyle filtrasyona tabi tutulmaktadır.

Bu inherent filtrasyondur ve filtrasyonun ölçümü alüminyumla eşdeğerdir. Bazen bu filtrasyonlara ilave filtrasyonlar gerekebilmektedir. Bunlar da saf aliminyum diskler şeklindedir.

Işının total filtrasyonu; ilave filtrasyon ve cihazın kendi filtrasyonu toplamıdır. İlave filtrasyon; tüpün penceresine yakın olarak yerleştirilmelidir.

Total filtrasyon aşağıda gösterilenlerin altında olmamalıdır (6,24,39,54).

Kullanılan Kvp	Minimum total filtrasyon (kendi + ilave)
50 Kvp ve daha altı	0.5 mm Al veya eşdeğeri
50-70 Kvp arası	1.5 mm Al " "
70 Kvp ve daha üstü	2.5 mm Al " "

X-ışınının filtrasyonundan amaç uzun dalga boylu X-ışınını absorbe etmek ve dolayısıyla da hastanın lüzumsuz ışınlanmasını önlemektir. Bunu optimal seviyede tutmak ise şu faktörlere bağlıdır (24,26,31,36,55) :

1- Kullanılan Kvp

2- İncelenecek dokunun kalınlığı

3- Yapılacak olan radyolojik tetkikin niteliği; sert doku, yumuşak doku ve radyoopak incelemeler.

4- Kullanılan filmin özelliği

IV- Bütün filmler fabrikanın önerdiği şekilde işleme tabi tutulmalıdır. Karanlık oda şartları en iyi düzeyde olmalıdır ki, filmin yenilenmesi gerekmesin.

V- Film ve X-ışını ilgili sahaya uygun şekilde yerleştirilmeli ve uygulanmalıdır.

VI- Dental radyograf alınırken film tutucuları kullanılmalıdır.

VII- Teşhis için gerekli olduğu kanıtlandıktan sonra hasta radyasyonla ışınlanmalıdır.

VIII- Radyasyonla periyodik incelemelerde hep aynı cihaz ve işlemler kullanılmalıdır (Miller, 1963).

IX- Negatoskopların ışığı ayarlanabilmelidir.

X- Kurşunlu önlükler kullanılmalıdır (Richards, 1963).

XI- Doğurganlık yaşındaki hastalara 10 gün kuralının uygulanması gereklidir. Bu kural adet görülmesini takip eden ilk 10 gün içinde doğurabilir yaştakilerin radyolojik incelemesinin yapılmaması esasına dayanır.

Çevrenin radyasyondan korunması; radyasyonla ilgili çalışmaların yapılacağı kısım daha inşa halinde iken göz önüne alınması gereken kurallar vardır (56).

1- Radyoloji kliniğine tamamen özel bir hat verilmeli ve bu hatdaki akım, voltaj değişikliklerinden etkilenmemelidir.

2- İnşa halinde iken ara bölmeler iki milimetre kurşunla kaplanmalıdır veya bu sağlanamadığı takdirde tuğla duvar kalınlığı 25 cm'den daha az olmamalıdır.

Radyasyonun bulunduğu her ortamda yukarıda belirtilen önlemler alınırrsa hasta, hekim ve çevrenin korunması yönünden olumsuz etkiler ortadan kalkacaktır. Diş hekimliğinin oral radyoloji alanında kullanılan röntgen cihazları ortalama olarak 50-90 Kvp ve 5-15 mA güçle çalışmaktadır, bu nedenle bu cihazların zararlı etkilerine mani olmak için farklı Kvp ve mA durumlarına göre daha önce bahsedildiği şekilde filtre edilmeleri ve yeterli bir kollimasyon gerekmektedir.

X-ışınlarının output'una (verimine) etki eden bazı faktörler vardır. Bu faktörler (24,26,31,36);

1. Miliamper (mA)
2. Miliamper saniye (mAs)
3. Kilovoltage peak (Kvp)'dir.

Radyolojideki temel elemanlarından biri de radyograflardır. Bir obje içerisinden geçirilen X-ışınları yardımı ile bu objenin iç yapısının röntgen filmi üzerinde kaydedilmesinden elde edilmiş olan görüntüye radyograf adı verilmektedir(24, 54,55,64).

Bir radyografin meydana getirilmesi için gerekli olan röntgen filmlerinin esas yapıları günümüzdeki şeklini alıncaya kadar çeşitli aşamalardan geçmiştir. Bu aşamaların kısaca incelenmesinde genel olarak fotoğrafçılığın esasları görülmektedir. Fotoğrafçılığın temelinde ise maden tozlarının veya organik bileşiklerin ışık veya kimyasal ışınların (morötesi ışınlar, kızılötesi ışınlar, X ve gama ışınları gibi) etkisiyle değişmesine ve parçalanmasına dayanır. Bu yolla elde edilen

görüntü de kalıcı değildir. Kalıcı olabilmesi için duyar tabakanın ışıktan etkilendikten sonra bazı özel banyolarda yıkanması gerekmektedir (55).

Filmin üzerinde bulunan duyarlı tabaka 1550 yılından günümüze kadar yapılan çalışmaların bir ürünüdür. 1871 senesinde Maddox isimli araştırmacı gümüş bromür ve jelatinli ilk duyar tabakaları hazırlamışlardır. Günümüze kadar süregelen te olan araştırmalar da bugünkü sonuçları vermişlerdir (55).

Bugün kullanılmakta olan röntgen filmlerinin yapısı şu şekildedir (24,26,31,36,54,55).

1. Baz denilen kısım; selüloz asetat veya plastik bir maddeden yapılmış olup, mavimsi ve transparant bir yapıdadır.

2. Emülsiyon kısmı; jelatin içinde süspansiyon halinde gümüş bromid kristallerini içeren bir yapı gösterir ve baz kısmının ya bir tarafına ya da iki tarafında birden sürülür. Bu yapıyı derinlemesine inceleyecek olursak, ortada baz kısmı, onun üzerinde emülsiyonu koruyacak olan diğer bir koruyucu tabaka bulunmaktadır. Baz kısmının transparant ve mavimsi olmasının nedeni; kontrasta yardımcı olmak ve böylece filmdeki görüntünün densitesinin daha kolaylıkla seçilebilir olmasını sağlamak içindir. Emülsiyondaki jelatinin kullanılmasındaki amaç filmin banyosundaki sıcaklık şartlarına bağlı olarak gümüş bromid kristallerinin dağılıp yayılmasına mani olmaktadır. Bu gümüş bromid kristalleri çok küçük tanecikler olup, ışığa, X-ışınlarına ve gama ışınlarına karşı duyarlıdırlar. Röntgen

filmleri iki ana gruba ayrılır (24,26,54).

1- Screen filmler

2- Non-screen filmler

Screen filmlerdeki kristal yapılarının büyüklüklerine göre;

1- Hızlı screen filmler

2- Orta derecede hızlı screen filmler

3- Yavaş screen filmler olmak üzere sınıflandırılırlar.

Screen filmlerle non-screen filmler arasındaki fark, screen filmlerin expoz edilebilmeleri için bir screene ihtiyaç göstermeleridir. Doğrudan doğruya X-ışınlarıyla expoz edilmezler. Bu filmlerin özel kasetleri vardır. Bu kasetlerdeki screen yapı kalsiyum tungstat, baryum kurşun sülfat veya fosfor ihtiva ederler. Filmi expoz etmek için X-ışını screenlere, bu kaset içinden çarparak mavimsi bir ışık meydana getirirler. İşte bu meydana gelen ışık filmi expoz eder. Nonscreen filmler ise doğrudan doğruya X-ışınlarıyla expoz edilirler.

Diş hekimliğinde kullanılan röntgen filmleri iki ana gruba ayrılır (24,26,31,36,54,55).

1- Extra-oral filmler

2- Intra-oral filmler

Extra-oral filmler de kendi aralarında

a- Screen

b- Non-screen olarak ayrılırlar.

İntra-oral filmler ise;

a- Periapikal

b- Bite-wing

c- Okluzal olmak üzere ayrılırlar.

Extra-oral filmler, bütün kafa görüntülerini elde etmek için kullanılmakta olan filmlerdir. İntra-oral filmlerden periapikal filmler; apikal dokuları incelemekte kullanılır. Bite-wing filmler; üzerlerinde hastanın ısırabilmesi için özel kısımlar vardır. Alt ve üst çenedeki dişlerin kronlarını ve 1/3 kök kısımlarını görme ve inceleme olanağı sağlar. Oklüzal filmler boyut olarak periapikal filmlerden büyüktür ve periapikal filmlerin yetersiz kaldığı durumlarda daha büyük bir sahanın incelenmesinde kullanılmaktadır. Kullanılmakta olan filmlerin hızları ihtiva etmekte oldukları gümüş bromür kristallerinin büyüklüğüne bağlıdır (24,55). Bu kristallerin yüzeyi genişledikçe hızları da artmaktadır. Hızlı filmler daha az bir ışınla expoz edilebilmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan filmlerin her iki tarafında emülsiyon sürülmüştür.

Filmlerin saklanması da dikkat gerektiren bir konudur. Kuru ve serin bir yerde, X-ışınlarından uzakta olmalıdır. Normal kullanma süreleri içinde kullanılmalıdırlar. Uzun müddet kullanılmayacaksa + 4°C den düşük bir derecede saklanmalıdırlar.

Işınlanmış bir röntgen filmi üzerindeki görüntüyü ortaya çıkarabilmek için iki ana işlem gerekmektedir. Bunlar 1. ve 2. banyolardır (24,26,31,46,54,55). Banyo tekniği ve

araçları yetersiz ise, film iyi çekilmişse olsa, diagnostik değeri düşük radyograflar elde edilir (44,46).

1. Banyoya developer de denilir. Radyasyona maruz kalan film emülsiyonunda ortaya çıkan gizli imajı görünür hale getirir. Radyasyon etkisi altında kalınca, film emülsiyonu içinde süspansiyon halde bulunan gümüş bromür kristalleri fiziksel bir değişime uğrarlar. Işınlama sonrası film uygun bir geliştirici solüsyona koyulursa, bromür, gümüş bromür kristallerinden ayrılır, siyah metalik gümüşe ait küçük partiküller kalır ve görünür imajı oluştururlar. Böylece radyolüsent görüntü oluşur. 1. Banyo işlemi esasında kimyasal bir redüksiyondur ve 1. Banyo alkali bir ortamdır. 1. Banyonun genellikle 20°'de kullanılması önerilir. Cisim, hacmi boyunca dağılmış, değişik yoğunluklardan oluşuyor ise, X-ışınının, yoğunlukla ters orantılı olarak az ya da çok geçişine izin verir. Alttaki gümüş bromür partikülleri, aldığı radyasyon miktarına bağlı olmak kaydıyla etkilenirler. Bu yolla radyografi negatif açık, gri gölgeler veya siyah alanlar halinde görünür ve cismin iç yapılarının bir imajını oluşturur.

1. Banyo solüsyonu iki redükleyici ajan içerir. Hidrokinon ve metol veya elon.

Hidrokinon bir benzen türevidir ve radyografideki yüksek kontrast oluşmasıyla ilgilidir. Düşük ısılarda nispeten inaktif durum alır.

Metol; anilin boyaların bir yan ürünüdür ve filmin gölgeli alanlarını geliştirir ve detayı ortaya çıkarır. Isı değişikliklerine daha az duyarlıdır.

1. banyodaki diğ er kimyasal ajanlar ise;

Sodyum karbonat; 1. Banyoya, geliştirici ajanların fonksiyon yapabileceğ i alkaliliğ i sağ lamak ve sũrdũrmek iē in kullanılır. Buna akseleratũr'de denilmesinin nedeni işlemi hızlandırmasından ileri gelmektedir.

Potasyum Bromũr; geliştirici ajanların redũksiyon etkisini yavaşlatır ve asıl etkisi ışın gũrmemiř kristallerin gelişmesini geciktirme şeklindedir. Dumansı gũrũnũm oluşumunu da ȳnler.

Sodyum sũlfit; Suda erişmiş veya havadaki oksijenin, geliştirici ajanlarla birleşmesini engeller. Bu nedenle de koruyucu bir etki yapmaktadır. Bũylece de solũsyonu uzun bir mũddet kullanma olanağ ını sağ lamış olur. Geliştirici ajanların oksidasyonu; filmi boyayan ve dumana (fog) neden olan renkli maddelerin olmuşmasına yol aē ar.

Su; Kimyasal maddelerinin eriticisi olarak kullanılmaktadır ve redũksiyonlar iē in bir ortam teşkil eder.

2. Banyo; Fixer'da denilir. 1. Banyoda ışın almış gũmũř bromũr kristallerinden bromũr ayrılır. Gelişmemiş (banyo almamış) gũmũř bromũr filme yoğ un camsı (opalesan) bir gũrũnũm verir. Bũylece radyoopak gũrũntũ sağ lanır. 2. Banyo asit bir ortamdır.

Buradaki kimyasal ajanlar ise;

Sodyum tiosũlfat; Bu madde, banyo almamış gũmũř bromũrle reaksiyona girer ve onu filmden yıkanınca ēıkabilecek

solübl bir maddeye dönüştürür.

Asetik asit; film üzerindeki geliştirici, nötralizasyonda kullanılır. Asit ortamı sağlar. Ancak asetik asit, sodyum tiosülfatı dekompoze eder ve sülfürü açığa çıkarır. Bunu önlemek içinde solüsyona sodyum sülfite konur.

Sodyum sülfite; solüsyonun bozulmasını engeller.

Potasyum alum; Jelatini sertleştirmek ve yıkama esnasında aşırı şişmeyi önlemek için kullanılır.

Su; Yine eritici ajandır.

Banyoların hazırlanışı fabrikasyon olarak belirlenmiştir ve 20°'de kullanılmalıdır. Banyo süreleri yine fabrikasyon olarak belirlenmiştir. Genel olarak 2. banyo süresi 1. banyo süresinin iki katıdır.

Bu temel konuları kısaca inceledikten sonra deneylerimizde önem taşıyan radyasyon ölçümlerine kısaca göz atacak olursak;

Radyasyonlardan korunma programları, bütün iyonlaştırıcı radyasyonların insanlar için zararlı olduğunu kabul eden bir felsefeye dayanır. Bununla birlikte araştırmalar maruz kalınan radyasyon dozunun belirli bir sınırın altında tutulması halinde kişi üzerinde hiçbir zararlı etkinin meydana gelmeyeceğini göstermektedir. Böylece sorun, bu tavsiye edilen sınırlar aşılmayacak şekilde radyasyon dozlarının sınırlandırılması olmaktadır. Bunun başarılması için radyasyonların deteksiyon ve ölçülmesinde kullanılacak uygun metodların bulunması ve

programların uygulanması zorunludur (10).

Radyasyon ölçme cihazları etkileşmenin meydana geldiği ortama ve bu etkinin ölçülme ve gösterilmesi metodlarına göre birbirinden ayrılırlar. Genellikle dedeksiyon metoduna göre (47);

1. İyonizasyon metodu,
2. Sintilasyon metodu,
3. Fotografik metod,
4. Kimyasal metod,
5. Lüminesans metod

olmak üzere 5 ayrı bölümde incelenebilirler.

Deneylelerimizle ilgili olması bakımından biz sadece lüminesans metoddan bahsedeceğiz.

Gümüşle aktive edilmiş fosfat camları iyonlaştırıcı radyasyonlara maruz bırakıldıktan sonra mor ötesi ışınlar altında lüminesans meydana getirirler. Bu lüminesans ışığı kolaylıkla ölçülebildiğinden cam dozimetreler veya radyofotoluminesan dozimetreler personel monitorinde kullanılmaları mümkündür.

Lityum flüorür ve kalsiyum flüorür gibi maddelerin kristalleri radyasyona maruz bırakıldıkları zaman bir eksitasyon (uyarılma) durumuna geçerler ve ısıtma ile gözle görülen bir ışık yayınlarlar. LiF ve CaF₂ gibi maddelerin gösterdiği bu özelliğe "termolüminesans" olayı adı verilir. Termolüminesans maddelerin yayınladığı ışık miktarı maruz kaldıkları rad-

yasyon dozu ile orantılı olduğundan bu maddelerin dozimetre olarak kullanılmaları mümkündür. Bu dozimetreler, küçük boyları, sağlamlıkları ve tekrar tekrar kullanılmaya elverişli oluşları ile ideal dozimetre özelliklerine yaklaşmaktadırlar. Bu üstün özellikleri, termolüminesan dozimetrelerin personel monitoring'den başka radyoterapi, biyolojik araştırmalar ve endüstriyel uygulamalar için çok elverişli dozimetreler olarak kullanılması imkanını vermektedir.

Ancak özel değerlendirme cihazları ve elemanları gerektirdiğinden daha ziyade araştırma merkezlerinde kullanılmaktadır.

İyonize radyasyon veren bazı maddelerin ısıtıldıkları zaman absorbe etmiş oldukları enerjiyi tekrar geri verdiklerini ve bu olaya termolüminesans olayı denildiğini daha önce belirtmiştik. Bu olayda esas rolü fotonlar oynamaktadır. Fotonlar radyant enerjiye maruz kaldıkları zaman bir üst yörüngeye veya komşu atoma geçerek orada bir başka yörüngeye yerleşirler ve duyarlı oldukları sıcaklık derecesinin altında olmak şartıyla, bu durumlarını uzun zaman korurlar. Ancak ortamın sıcaklığı kritik sıcaklığın üzerine çıkarsa bu kez fotonlar eski yerlerine geri dönerler ve almış oldukları enerjiyi geri verirler ve özel bazı cihazlarla enerjileri tayin edilir (2,3, 4,10,16,17,21,22,25,27,28,29,38,41,52,55,58,61).

TLD "Termolüminesans Dozimetre" ile ilgili çalışmalara çok eski yıllarda başlanmıştır. Bazı floridlerin ve kireçtaşının ısıtıldıkları taktirde termolüminesan olayını meydana getirdikleri asırlardan beri bilinmekte idi. Ancak 20 y.y.

ortalarında (1950) Daniels isimli araştırmacı termolüminesans olayının dozimetre olarak kullanılabileceğini ortaya koymuş ve arkadaşları ile birlikte gerekli olan aletleri geliştirmeye başlamıştır (Heckelsberg, 1951, Reimann 1954). Termolüminesans olayının dozimetre olarak kullanılmaya başlanması gene Daniels tarafından gerçekleştirilmiştir (55).

TLD ile ilgili çalışmalar 1960 yılına kadar yavaşlamış, 1960 yılında Wisconsin Üniversitesiinden Cameron, Daniels, Johnson tarafından yeniden başlamıştır (59). TLD'nin kullanılma alanları şu şekilde özetlenebilir (59);

- 1- Klinik olarak,
- 2- Deney hayvanlarında ufak kristaller halinde,
- 3- Personel dozimetresi olarak,
- 4- Radyasyon kalitesini ölçmek için,
- 5- Nötron dozimetresi olarak,
- 6- Beta ve kemik dozimetresi olarak,
- 7- Arkeoloji ve jeolojide kullanılmaktadır.

Klinik olarak kullanılmalarını kısaca inceleyecek olursak;

a. Küçük bir TLD kristali radyoterapi esnasında tedavi edilen alanın tam ortasına konularak hastanın tedavi süresince almış olduğu toplam radyasyon dozunu ölçer.

b. Akciğer bölgesi ön kısmına ve sırtta yakın olan iki dozimetre ile de akciğere giriş ve çıkış dozları tayin edilerek, akciğer dokusunun gerçekek kalınlığı bulunur ve bu şekilde hastada bir patoloji olup olmadığı ortaya çıkar. Bu

bulgu ayırıcı teşhis olarak da kullanılmaktadır.

c. Uzun süren radyoterapi seansları sonunda gonadların almış olduğu dozların tayininde,

d. Ağız boşluğu, özafagus, mide, rektum, serviks, mesane gibi vücudun çeşitli kavitelerinde kullanılan radyoterapik çubukların yanına özel olarak hazırlanmış LİF tozları konularak yayınlanan ışın miktarı ölçülür ve yeterli doz sağlanınca tedaviye son verilir.

TLD'ler klasik dozimetre sistemlerinde bulunmayan dokuya eşdeğer olmaları, kullanılma kolaylıkları, mekanik ve kimyasal dayanıklılıkları, doz, doz hızı ve kısmen enerjiye bağımlı olmama gibi özellikleri nedeniyle dozimetre sahasında oldukça fazla kullanıma neden olmaktadır. 1 mm³'den daha küçük hacimde olmaları nedeni ile nokta dozimetreyi mümkün kılmaktadırlar. Bu nedenle termoluminesans dedektörleri tıbbi teşhis ve tedavi dozlarının ölçülmesi ile araştırmaların vazgeçilmez bir elemanı durumundadır (4).

Çalışmamızın amacı şu şekilde özetlenebilir; Farklı Kvp ve mA'li 5 ayrı konvansiyonel tip röntgen cihazı ile ağız ortayı tekniği kullanılarak full-mouth radyografi sonucunda, seçmiş olduğumuz bazı organların ve özellikle gonadların almış olduğu radyasyon miktarının tayini ile sonuçların karşılaştırılması ve ortaya çıkan değerlere dayanarak diş hekimliğinde yapılacak radyolojik incelemeler sırasında hastaya en az ışın verilmesini sağlayacak cihazın ortaya konulmasıdır.

II - MATERYAL VE METOD

Araştırmamız süresince Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ANAEM)'nin olanaklarını kullanarak diş hekimliğinde kullanılan farklı röntgen cihazları ile full-mouth radyografilerde erkek gonadlarının ve bunun yanı sıra seçtiğimiz bazı organların almış olduğu radyasyon doz miktarlarını tayin ettik.

Araştırmamızda seçtiğimiz organlar;

- 1- Hipofiz,
- 2- Alın,
- 3- Sağ göz
- 4- Sol göz
- 5- Üst dudak,
- 6- Alt dudak,
- 7- Tiroid ön bölgesi,
- 8- Sternum ön bölgesi,
- 9- Gonadlar.

Araştırmamızda kullanılan cihazları kısaca inceleyelim;

- 1- Röntgen cihazları;

Deneylerimizde 5 farklı konvansiyonel tipde röntgen cihazı kullanıldı. Bunlardan ilk olarak kullanılan cihazın özellikleri;

Ardet (Fransız malı), 50 Kvp ve 10 mA güçlü filtrasyon 2 mm Al. kalınlığına eşit Kon uzunluğu 10 cm'dir (Resim 2.1).

Resim 2.1: Ardet, 50 Kvp 10 mA güçlü 2 mm Al. filtrasyonlu ve kon uzunluğu 10 cm olan cihaz.



İkinci cihaz;

Siemens (B.Alman malı) 56 Kvp ve 7 mA güçlü, filtrasyonlu 2 mm Al kalınlığına eşittir, kon uzunluğu 20 cm'dir (Resim 2.2).

Resim 2.2; Siemens, 56 Kvp 7 mA güçlü, 2 mm Al filtreli ve kon uzunluğu 20 cm olan cihaz.



Üçüncü cihaz;

Ardet (Fransız malı) 65 Kvp ve 8 mA güçlü, filtrasyonu 2,5 mm Al. kalınlığına eşittir. Kon uzunluğu 10 cm'dir. (Resim 2.3).

Resim 2.3; Ardet, 65 Kvp 8 mA güçlü, 2,5 mm Al filtrasyonlu kon uzunluğu 10 cm olan cihaz.



Dördüncü cihaz;

Chirana (Çekosllovak malı) 55 Kvp ve 10 mA güçlü, filtrasyonu 1,5 mm Al kalınlığına eşittir. Kon uzunluğu 10 cm.'-dir (Resim 2-4).

Resim 2.4; Chirana, 55 Kvp 10 mA güçlü 1,5 mm Al filtreli ve kon uzunluğu 10 cm olan cihaz.



Beşinci cihaz;

Chirana (Çekoslovak malı) 75 Kvp ve 10 mA güçlü, filtrasyonu 2 mm Al kalınlığına eşittir. Kon uzunluğu 20 cm'dir (Resim 2.5).

Resim 2.5; Chirana, 75 Kvp 10 mA güçlü 2 mm Al. filtrasyonlu, kon uzunluğu 20 cm olan cihaz.



Bu cihazlarla yapılan ışınlamalardan sonra elde edilen radyograflar densitometrik analize tabi tutulmuşlardır. Bunların sonucunda film üzerindeki açık ve koyu kısımlar normal sınırlar içinde bulunmuştur. Densitometrik analizlerde normal değerler 0.25 ile 2.00 arasındadır (44,52). Deneyimizde kullanılan cihazlarda bu değerler;

Birinci cihazda, 50 Kvp 10 mA. 2mm Al. 0.60 ile 1.90,

İkinci cihazda; 56 Kvp, 7 mA, 2 mm Al. 0.70 ile 1.70,

Üçüncü cihazda; 65 Kvp, 8 mA, 2.5 mm Al. 0.60 ile 1.50,

Dördüncü cihazda; 55 Kvp, 10 mA, 1,5 mm Al. 0.80 ile 1.85,

Beşinci cihazda; 75 Kvp 10 ma, 2 mm Al. 0.50 ile 1.60

olarak bulunmuştur ve bu değerler normal sınırlar içerisindedir.

Işınlama süreleri cihazların Kvp ve mA'lerine göre; Kvp'nin her 15, mA'nin her 5 artışında ışınlama süresini yarıya düşürmektedir (54). Kullanılan 5 adet röntgen cihazından 2 tanesi 20 cm'lik kon içermektedir. Bu uzun konun kullanılması bir başka kuralın uygulanmasını gerektirmiştir. Bu kural ise ters kare kanunudur. Radyasyonun şiddeti fokal spot'la film arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır (54). Bu nedenle de uzun kon kullanıldığında bu da hesaba katılmış ve ışınlama süreleri buna göre hesaplanmıştır.

Ardet (Fransız malı) 50 Kvp 10 mA'lik, 2 mm Al. filtrelili ve 10 cm konlu cihazda ışınlama süreleri şu şekildedir.

Anterior bölge	:	0.3 sn. x 6	=	1.8 sn.
Posterior bölge	:	0.4 sn. x 8	=	3.2 sn.
Bite-wing	:	0.5 sn. x 4	=	2.0 sn.
Üst Occlusal	:	0.8 sn. x 1	=	0.8 sn.
Alt Occlusal	:	0.6 sn. x 1	=	0.6 sn.
Toplam ışınlama süresi	:			8.4 sn.

Siemens (Batı Alman Malı) 56 Kvp 7 mA'lık 2 mm Al.
filtreli ve 20 cm konlu cihazda ışınlama süreleri;

Anterior bölge	:	0.9 sn. x 6	=	5.4 sn.
Posterior bölge	:	1.2 sn. x 8	=	9.6 sn.
Bite-wing	:	1.5 sn. x 4	=	6 sn.
Üst Occlusal	:	2.4 sn. x 1	=	2.4 sn.
Alt Occlusal	:	1.8 sn. x 1	=	1.8 sn.
Toplam ışınlama süresi	:			25.2 sn.

Ardet (Fransız malı) 65 Kvp 8 mA güçlü 2.5 mm Al.
Filtreli ve 10 cm konlu cihazda ışınlama süreleri;

Anterior bölge	:	0.225 sn. x 6	=	1.35 sn.
Posterior bölge	:	0.3 sn. x 8	=	2.4 sn.
Bite-wing	:	0.375 sn. x 4	=	1.5 sn.
Üst Occlusal	:	0.6 sn. x 1	=	0.6 sn.
Alt Occlusal	:	0.45 sn. x 1	=	0.45 sn.
Toplam ışınlama süresi	:			6.3 sn.

Chirana (Çek malı) 55 Kvp 10 mA güçlü, filtrasyonu
1,5 mm Al, 10 cm konlu cihazda ışınlama süreleri;

Üst Anterior bölge	:	0.2 sn x 3	=	0.6 sn.
Alt Anterior bölge	:	0.1 sn x 3	=	0.3 sn.
Üst molar bölge	:	0.5 sn x 2	=	1.0 sn.
Alt molar bölge	:	0.5 sn x 2	=	1.0 sn.
Üst premolar bölge	:	0.4 sn x 2	=	0.8 sn.
Alt premolar bölge	:	0.4 sn x 2	=	0.8 sn.
Bite-wing	:	0.6 sn x 4	=	2.4 sn.
Üst Occlusal	:	1 sn x 1	=	1 sn.
Alt Occlusal	:	0.8 sn x 1	=	0.8 sn.
Toplam ışınlama süresi	:			8.7 sn.

Chirana (Çek malı) 75 Kvp 10 mA güçlü, 2 mm Al filtre
kalınlığındaki 20 cm konlu cihazdaki ışınlama süreleri;

Üst anterior bölge	:	0.4 sn x 3	=	1.2 sn.
Alt anterior bölge	:	0.3 sn x 3	=	9 sn.
Üst molar bölge	:	0.7 sn x 2	=	1.4 sn.
Alt molar bölge	:	0.6 sn x 2	=	1.2 sn.
Üst premolar bölge	:	0.5 sn x 2	=	1.0 sn.
Alt premolar bölge	:	0.5 sn x 2	=	1.0 sn.
Bite-wing	:	0.8 sn x 4	=	3.2 sn.
Üst Occlusal	:	1 sn x 1	=	1 sn.
Alt Occlusal	:	0.8 sn x 1	=	0.8 sn.
Toplam ışınlama süresi	:			19.8 sn.

Araştırmamızda full-mouth radyografi alındı. Bu da;

7 adet üst periapikal,

7 adet alt periapikal,

2 adet sağ bite-wing,

2 adet sol bite-wing,

1 adet üst Occlusal,

1 adet alt Occlusal,

toplam 20 adet radyografiyi içermektedir. Bu radyografileri alırken periapikal (açı ortayı) bite-wing ve Occlusal tekniğin kurallarına uygulamaya çalışılmıştır.

2. Average-Man Rando Fantom :

Araştırmamızda kullanılan Average-Man Rando Fantom, Alderson Research Laboratories N.Y., U.S.A. ürünüydü. Fantomla yapılan araştırmalarda, eğer Fantom doku eşdeğerli maddelerden yapılmışsa değer taşımaktadır. Yumuşak dokuların atom numarası 7,42 olduğundan, atom numarası 7.42 olan bir madde yumuşak dokuya eşdeğer olarak kullanılabilir (7). Daha önce-leri yumuşak doku eşdeğeri olarak Mix D (Parafin, polietilen, magnezyum oksit ve titanyum dioksit), pirinç, un, preslenmiş talaş, su, fiberglas ve depolimerize tabii kauçuk kullanılmıştır.

Araştırmamızda kullandığımız Average-Man Rando Fantom doğal insan başı ve toraks iskeleti üzerine, yumuşak doku eşdeğeri olarak plastik (izosiyanat kauçuk) kaplaması ile elde edilmiştir (Resim 2.6).

Resim 2.6; Average-Man Rando Fantom.



Fantom her biri 2,5 cm kalınlıkta 0'dan itibaren numaralanmış 35 bölümden yapılmıştır. Dozimetrelerin yerleştirilmesi için her bölüme, transvers kesitlerde 5 mm çapında delikler açılmış ve bu delikler yumuşak doku eşdeğeri tıplarla kapatılmıştır (Resim 2.7).

Resim 2.7; Fantom'un Kesitleri.



Dünyada bugün tüm radyasyon sağlığı ile ilgili araştırmalar bu tür Fantomlarla yapılmaktadır. Çünkü insan eşdeğeri olmasının yanısıra, şemasına bakılarak kullanılma kolaylığı ve yeterli doz ölçümü vermektedir.

3. Dozimetre cihazı :

Araştırmalarımızda, ANAEM'de bulunan Lithium Fluorür (LiF) kristallerini içeren Thermoluminesans Dozimetre 100 (TLD-100) cihazları kullanılmıştır. Bu dozimetreler 1 mm çapında 6 mm uzunluğunda sıkıştırılmış beyaz çubuk şeklindedir (Resim 2.8).

Resim 2.8; TLD. 100 Cihazları.



İyonize radyasyon veren bazı maddelerin ısıtıldıkları zaman absorbe etmiş oldukları enerjiyi tekrar geri verdiklerini ve bu olaya Thermoluminesans olayı denildiğini daha önce belirtmiştik. Bu olayda esas rolü fotonlar oynamaktadır. Fotonlar radyant enerjiye maruz kaldıkları zaman bir üst yörüngeye veya komşu atoma geçerek orada bir başka yörüngeye yerleşirler ve duyarlı oldukları sıcaklık derecesinin altında olmak şartıyla, bu durumlarını uzun zaman korurlar. Ancak ortamın sıcaklığı kritik sıcaklığın üzerine çıkarsa bu defa fotonlar eski yerlerine göre dönerler ve özel bazı cihazlarla enerjileri tayin edilir.

Amerika'da Harshaw firmasının ürettiği bu dozimetrelerden 35 tanesi deneyimiz için ANAEM tarafından hazırlanmıştır.

Bu 35 LİF TLD-100 dozimetreleri her cihazla ayrı ayrı ışınıldı, sonra yapılan değerlendirmeler sonucu birbirine yakın duyarlılıkta olan 28 tanesi deneylerimizde kullanılmak üzere ayrıldı. Deneyler süresince dozimetreler kirlenme ve kaybolmayı önlemek için 5 mm. çapında ve 2.5 mm uzunluğunda üzerlerine sıra numaraları yazılı bulunan plastik kaplar (holder) içine ikişer ikişer yerleştirildi (Resim 2.9).

Resim 2.9; TLD.100 Dozimetrelerin Plastik Kapları.



Böyle yerleştirmekteki amaç ışınlama esnasında yapılabilecek hatayı okuma esnasında kontrol edebilmektir.

Dozimetreler bu şekilde konup numaralandıktan sonra bütün deneylerimizde aynı dozimetreler, aynı dozimetre kabı içinde kullanıldı. Dozimetrelerin ışınlama öncesi ve ışınlama

sonrası fırınlama işlemi gene aynı numaralanmış aliminyum kab içerisinde yapıldı (Resim 2.10).

Resim 2.10; TLD.100 Dozimetrelerinin Fırınlama Esnasında Yerleştirildikleri Aliminyum Kab.



4- Harshaw 2000-A Thermoluminescent Dedector ve Harshaw 2000-B Automatic Picometer; (Thermolüminesans okuyucu) Bunlarda A.B.D.'de üretilmiş 2000-A ısıtıcı ve 2000-B ölçü aleti olmak üzere iki kısımdan ibarettir (Resim 2.11).

Resim 2.11; Harshaw 2000-A ve 2000-B Cihazı.



5- Portatif Radyografik Suvey metre;

Bu cihaza kalibrasyon cihazı da denilmektedir. PTW DL4/DI4 marka olup toplam hacmi 0.02 cm³'lük olan iyonizasyon odası bulunmaktadır. Bu cihazla TLD'lerin kalibrasyonları yapılmaktadır (Resim 2.12).

Resim 2.12; Portatif Radyografik Suvey metre



6- Stronsyum 90-Yitrium 90 ihtiva eden ısınlama cihazı (Resim 2.13).

Resim 2.13; St. 90, Yit.90 İhtiva Eden Işınlama Cihazı.



7- Densitometre cihazı;

Macbeth (USA) firmasının ürettiği TD-102 modeli bir cihazdır ve densite tayinlerini foto elektrik prensiplerine göre yapmaktadır.

8- Fırınlar;

Bir cihazda iki ayrı bölme vardır. Işınlama öncesi ve ışınlama sonrası fırınlama için kullanılmaktadır. Nifos marka TLD Annealing Dual System. Bu fırınlar 100 ve 400 santigrat dereceye ayarlanarak kullanılmıştır (Resim 2.14 -2.15)

Resim 2.14; Nifos, TLD Annealing Dual System.



Resim 2.15; Nifos, TLD Annealing Dual System'e TLD'lerin Yerleştirilmesi.



9- Röntgen Filmi;

Agfa-Gevaert (Belçika) firmasının ürettiği, 3 x 4 cm. boyutlarında, intra-oral periapikal tetkikler için hazırlanmış olan ve arka yüzünde kurşun bulunan ultra-speed dış röntgen filmi kullanıldı. Bu filmler deneyimizde röntgen cihazlarının yeterli olup, olmadığını kontrolü için kullanılmıştır. Yapılan ışınlamayı takiben film üzerinde yapılan densitometrik analiz sonucu röntgen cihazlarının deney için yeterli olduğu görülmüştür.

Araştırmamızda; intra oral film tekniklerinden olan Bi-secting (Açı ortayı) tekniği kullanılarak full-mouth radyografi alınmıştır. Bu tekniği fantom üzerinde uyguladığımız halde genel prensiplerine hastaya uygularmışçasına bağlı kaldık. Açı ortayı tekniğinin prensibi; Merkezi ışının dışın uzun

ekseni ve film düzlemi arasında kalan açının açısı ortayına dik gelmesidir. Ayrıca her diğ için farklı olan konsantrasyon noktasından ışınlamaya özellikle dikkat edilmiştir ve üst çenede tragusala naris hattı alt çenede de tragus-commisura labiorum hattı yere paralel hale getirilmiştir.

Röntgen cihazlarında farklı konlar mevcut olması nedeni ile; ki bu cihazlardan iki tanesi 20 cm'lik koni içermektedir. Buna göre daha önce bahsedildiği şekilde ters kare kanunu ve Kvp, mA değişikliklerine bağlı olarak ışınlama süreleri ayarlanarak uygulanmıştır.

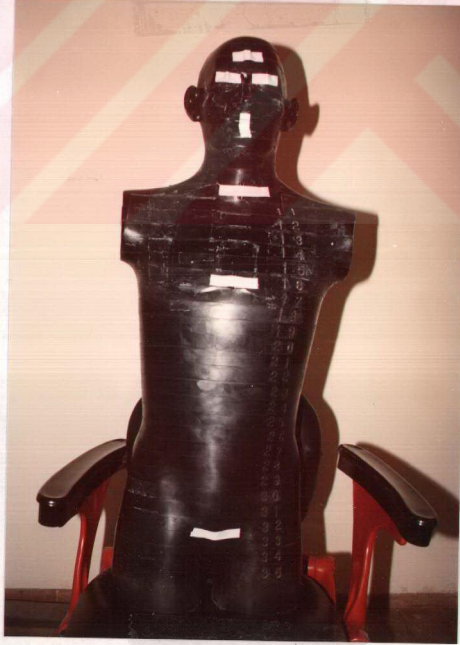
Cihazların Kvp'leri ve mA'lerinin doğruluğunu ANAEM teknik elemanları kontrol etmişlerdir.

Araştırmalarımızda;

İlk olarak ANAEM'in deneylerimiz için ayırmış olduğu 35 adet LİF TLD-100 dozimetreleri 15 dakika 400 C⁰ de fırınlanarak üzerlerinde depo etmiş oldukları enerji boşaltıldı (Pre-Irradiation Annealing) Bu takiben 35 adet LİF dozimetreleri hassasiyet tayini için bünyesinde stronsyum 90 (Sr 90, enerjisi 0.54 ± 2 Mev) ihtiva eden cihaz yardımıyla ışınlanmış ve normalizasyonu yapılmıştır. Bu ışınlama ile birlikte tüm LİF dozimetreleri, sistemden gelebilecek bir takım ekstra ışınlamaları ortadan kaldırmak ve tüm dozimetrelere ilerde tam bir standartlaşma sağlamak için yine özel fırınlarda 100 C⁰'de 15 dakika fırınlandı (Post.-Irradiation Annealing). Bu fırınlamadan amaç bütün dozimetrelerin oda sıcaklığında Thermo-Luminescent output'unu standart hale getirmektir. yani dozi-

metrelerin oda sıcaklığında kaybettikleri elektron seviyelerini belli bir düzeyde tutup standart hale getirmektir. Daha sonra TLD'ler Harshaw 2000-A ve 2000-B cihazlarında okundu. Ortalama olarak bulunan değerden % 20 sapmalar hatalı kabul edilerek deney dışı tutuldu. Geriye kalan ve yakın hassasiyetli 28 TLD dozimetre ile deneylerimize başlandı. Bu TLD dozimetreler üzerleri numaralı olan plastik holderler içine ikiser ikişer konuldu ve fantom üzerinde aşağıda belirtilen anatomik bölgelere plastik holderler içinde yerleştirildi (Resim 2.16).

Resim 2.16; TLD Cihazları Fantom Üzerinde flasterlenmiş şekilde.



(1) Numaralı kaptaki TLD'ler fantomun üçüncü dilimindeki hipofize konuldu.

(2) Numaralı kaptaki TLD'ler alına deri dozu tayini için yerleştirildi.

(3) (4) numaralı kaptaki TLD'ler sağ ve sol göze yüzeyel olacak şekilde flasterlendi.

(5) (6) numaralı kaptaki TLD'ler alt ve üst dudağa yerleştirildi.

(7) Numaralı kaptaki tiroid ön bölgesine deri dozu tayini amacı ile flasterlendi.

(8) Nolu kaptaki TLD'ler sternumun ön deri dozu tayini amacı ile flasterlendi.

(9) Nolu kaptaki TLD'ler testisler bölgesine flasterlendi.

(10) Nolu kaptaki TLD'ler back-ground için kullanıldı.

TLD dozimetreleri bu şekilde tespit edildikten sonra açığortayı tekniği kurallarına uyularak kısa konlu ve uzun konlu cihazlarla (Resim 2.17, Resim 2.18) Full-mouth radyografi

Resim 2.17: Kısa Konlu Cihazın Fantoma Uygulanışı.



alındı. Bunu takiben TLD'ler buldukları yerlerden alınarak post irradiation annealing işlemine tutuldu ve sonra da Harshaw 2000-A ve 2000-B cihazlarında azot ortamında okundu ve elde edilen ışık değeri doza çevrilerek değerlendirildi. Bu deneylerden yeterli sonuçlar alınıncaya kadar bir çok kez aynı safhalardan geçerek değerlendirildi ve sonuçlar elde edildi.

Resim 2-18; Uzun Konlu Cihazın Fantoma Uygulanışı



III - BULGULAR

Deneylerimizde kullanılan cihazlarla bazı organların ve özellikle de gonadların almış olduğu doz miktarları Şu Şekildedir.

İlk olarak kullanmış olduğumuz (Ardet) 50 Kvp 10 mA güçlü, 2 mm Al. filtrelili, 10 cm konlu ve TIS: 8.4 sn olan cihazın sonuçları Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: 50 Kvp 10 mA güçlü Cihazla elde ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen Organlar	Ortalama Olarak Almış Olduğu Doz Miktarı (mR)
Hipofiz	14.38
Alın deri dozu	13.72
Sağ göz	12
Sol göz	14.86
Alt dudak	182.4
Üst dudak	122.1
Tiroid ön bölgesi	5.60
Sternum ön bölgesi	7.14
Gonad	4.45

Bu sonuçların elde edilmesinde tek bir deney yapılmamıştır. Her cihazla sağlıklı bir sonuç alabilmek için en az 5 deney yapılmıştır ve bunların ortalaması alınarak değerlendirilmiştir.

İkinci olarak Siemens 56 Kvp 7 mA güçlü, 2 mm Al. Filtreli, 20 cm konlu ve TIS 25.2 sn ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.2'dedir.

Tablo 3.2: 56 Kvp 7 mA güçlü Cihazla elde Ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	8.85
Alın deri dozu	14.94
Sağ göz	5.81
Sol göz	6.68
Alt dudak	163.5
Üst dudak	187.0
Tiroid ön bölgesi	3.33
Sternum ön bölgesi	7.82
Gonad	5.2

Üçüncü olarak kullanılan Ardet: 65 Kvp 8 mA güçlü, 2,5 mm Al filtreli, 10 cm konlu ve TIS: 6.3 sn olan cihazla elde edilen sonuçlar Tablo 3.3.'tedir.

Tablo 3.3: 65 Kvp 8 mA güçlü Cihazla elde Ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	17.3
Alın deri dozu	15.41
Sağ göz	32.23
Sol göz	37.57
Alt dudak	280.885
Üst dudak	326.665
Tiroid ön bölgesi	10.35
Sternum ön bölgesi	5.45
Gonad	5.88

İkinci olarak Siemens 56 Kvp 7 mA güçlü, 2 mm Al. Filtreli, 20 cm konlu ve TIS 25.2 sn ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.2'dedir.

Tablo 3.2: 56 Kvp 7 mA güçlü Cihazla elde Ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	8.85
Alın deri dozu	14.94
Sağ göz	5.81
Sol göz	6.68
Alt dudak	163.5
Üst dudak	187.0
Tiroid ön bölgesi	3.33
Sternum ön bölgesi	7.82
Gonad	5.2

Üçüncü olarak kullanılan Ardet: 65 Kvp 8 mA güçlü, 2,5 mm Al filtreli, 10 cm konlu ve TIS: 6.3 sn olan cihazla elde edilen sonuçlar Tablo 3.3.'tedir.

Tablo 3.3: 65 Kvp 8 mA güçlü Cihazla elde Ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	17.3
Alın deri dozu	15.41
Sağ göz	32.23
Sol göz	37.57
Alt dudak	280.885
Üst dudak	326.665
Tiroid ön bölgesi	10.35
Sternum ön bölgesi	5.45
Gonad	5.88

Dördüncü cihaz Chirana; 55 Kvp 10 mA güçlü 1,5 mm Al. filtrelili ve TIS: 8.7 sn. olan Cihazla elde edilen sonuçlar Tablo 3.4'dedir.

Tablo 3.4; 55 Kvp 10 mA. güçlü Cihazla Elde Ettiğimiz Sonuçlar.

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	10.58
Alın deri dozu	13.86
Sağ göz	27.68
Sol göz	29.74
Alt dudak	181.1
Üst dudak	278.32
Tiroid ön bölgesi	11.93
Sternum ön bölgesi	4.01
Gonad	3.76

Beşinci ve sonuncu cihaz olan Chirana; 75 Kvp 10 mA güçlü 2 mm Al. filtrelili ve 20 cm konlu TIS: 19.8 sn ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.5'dedir.

Tablo 3.5; 75 Kvp 10 mA güçlü cihazla elde ettiğimiz Sonuçlar

Seçilen organlar	Ortalama olarak alınan doz miktarı (mR)
Hipofiz	7.52
Alın deri dozu	3.46
Sağ göz	7.31
Sol göz	22.61
Alt dudak	69.87
Üst dudak	148.64
Tiroid ön bölgesi	8.52
Sternum ön bölgesi	2.27
Gonad	2.16

Tablolarda görmüş olduğumuz ortalama değerleri inceleyecek olursak dudakların en fazla radyasyona maruz kalması nedeni ile sonuç yüksek olmuştur. Bunu takiben sırasıyla gözler, alın deri dozu, hipofiz, sternum'un ön bölgesi, tiroid ve gonadlar gelmektedir.

IV. TARTIŞMA

Absorbsiyon dozu ölçümlerine yönelik araştırmalarda sonuçların, daha önce yapılmış olan araştırmalarla direkt olarak karşılaştırılması oldukça güçtür (1,5,11,27,34,40,52,53,61). Bunun nedenleri; Kvp, mA, filtrasyon, HVL, faydalı ışın demetinin çapı, cihazların out put'u (cihazların eski ve yeni olması), kon uzunlukları, toplam ışınlama süreleri, kullanılan film sayılarındaki farklılıklar, ki bu sayı full mouth radyografilerde 24'e kadar çıkabilmektedir, ayrıca farklı tipteki fantomların kullanılması veya fantom yerine hastalar üzerinde çalışılmış olması, ışınlanan bölge, değişik dozimetre cihazlarının kullanılması, ışının açılmasındaki değişiklikler gibi faktörlerin absorbsiyon dozu üzerinde büyük farklar yaratmasındandır (1,11,40,53,61).

Bu tipteki çalışmalarda % 25 hatta % 50 hata payı normal kabul edilmektedir (55).

Farklı tipteki konvansiyonel diş röntgen cihazları ile full-mouth radyografilerde erkek gonadlarının almış olduğu dozu hedefleyen çalışmamızın toplam ışınlama süresine göre sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Tablo 4.2'de çalışmamızın birim zamandaki (1 saniyedeki) değerleri verilmiştir.

Kvp	mA	Filtrasyon (mm/Al)	Kon. Uzunluğu (cm)	Out Put (mR)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (TIS)(sm)	Hipofiz	Alın (deri)	Bülgelere göre doz absorpsiyonu (mR)						Tiroid bölgesi	Sternum bölgesi	Comadlar			
									Gözler		Dudaklar		Üst	Ortalama				Ortalama	Ortalama	Ortalama
									Sağ	Sol	Alt	Üst								
50	10	2	10	1225	20	8.4	14.38	13.72	12	14.86	182.4	122.1	Ortalama	13.43	152.25	5.60	7.14	4.45		
55	10	1.5	10	1365	20	8.7	10.58	13.86	27.68	29.74	181.1	278.3	Ortalama	28.71	229.7	11.9	4.01	3.76		
56	7	2	20	1201	20	25.2	8.85	14.94	5.81	6.68	163.5	187	Ortalama	6.24	175.25	3.3	7.82	5.2		
65	8	2.5	10	1536	20	6.3	17.3	15.41	32.23	37.57	280.8	326.6	Ortalama	34.9	303.7	10.3	5.45	5.88		
75	10	2	20	866	20	19.8	7.52	3.46	7.31	22.61	69.8	148.6	Ortalama	14.96	109.2	8.5	2.27	2.16		

Tablo 4.1 : Farklı röntgen cihazları ile bazı bölge ve organların almış oldukları toplam absorpsiyon dozları

Kvp	mA	Filtrasyon (mm/Al)	Kon Uzunluğu (cm)	Toplam Film Sayısı	Toplam Isınama Süresi (TIS)(sn)	Out Put (mR)	Bölgelere göre doz absorpsiyonu (mR)									
							Hipofiz	Alın (deri)	Gözler		Dudaklar		Tiroid ön bölgesi	Sternum ön bölgesi	Conad	
									Sağ	Sol	Alt	Üst				
50	10	2	10	20	1	1225	1.71	1.63	1.43	1.77	21.71	14.54	0.67	0.85	0.53	
									Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	0.67	0.85	0.53	
									1.6		18.13					
55	10	1.5	10	20	1	1365	1.22	1.59	3.18	3.42	20.82	31.99	1.37	0.46	0.43	
									Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	1.37	0.46	0.43	
									3.30		26.40					
56	7	2	20	20	1	1201	0.35	0.59	0.23	0.27	6.49	7.42	0.13	0.31	0.21	
									Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	0.13	0.31	0.21	
									5.96		6.95					
65	8	2.5	10	20	1	1536	2.75	2.45	5.12	5.06	44.57	51.84	1.63	0.87	0.93	
									Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	1.63	0.87	0.93	
									5.54		48.21					
75	10	2	20	20	1	866	0.38	0.17	0.37	1.14	3.53	7.51	0.43	0.11	0.11	
									Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	0.43	0.11	0.11	
									0.76		5.52					

Tablo 4.2 : Çalışmamızın birim zamana (1 saniyeye) göre sonuçları.

Araştırmamızda kullanılan konvansiyonel tip röntgen cihazlarının en eskisi; 65 Kvp 8 mA güçlü Ardet ve bunu takiben 55 Kvp 10 mA güçlü Chirana, 56 Kvp 7 mA güçlü Siemens, 50 Kvp 10 mA güçlü Ardet, en yeni cihazda 75 Kvp 10 mA güçlü Chirana marka olanıdır. Röntgen cihazlarının kullanım süreleri ve sıklığı, bazı kısımlarının yıpranması ile skatter radyasyonun artmasına ve buna bağlı olarak da alınan absorpsiyon dozunun fazla olmasına neden olmaktadır. Teknolojik gelişmeler sonucunda, optimum düzeyli cihazların üretilmesi ile alınan absorpsiyon dozlarında azalma görülmektedir.

Bu bilgilerin ışığı altında araştırmamızda kullanılan röntgen cihazlarını inceleyecek olursak; En eski cihazımız 65 Kvp 8 mA güçlü olanın out put'u 1536 mR olarak, en yeni cihazımız olan 75 Kvp 10 mA güçlünün out put'u da 866 mR olarak bulunmuştur. Yukarıda bahsettiğimiz nedenlere bağlı olarak en yüksek doz absorpsiyonu en eski cihazla, en düşük doz absorpsiyonuda en yeni cihazla kaydedilmiştir.

Yirmi filmlik full-mouth radyografisi sonucunda elde etmiş olduğumuz toplam ışınlama sürelerini (TIS) inceleyecek olursak bazı farklılıkların ortaya çıktığı görülmektedir. Işınlama sürelerinin hesaplanması 50 Kvp 10 mA güçlü cihaz esas alınarak yapılmıştır. Fakat, 55 Kvp 10 mA ve 75 Kvp 10 mA güçlü cihazların ışınlama sürelerini ayarlamak mümkün olmamıştır. Bunun nedeni de; Bu cihazların bölgelere göre ışınlama sürelerinin cihazın üzerindeki düğmelerle sabitleştirilmiş olmasındandır.

Tablolarda (Tablo 4.1-2) verilmiş olan değerlerde sağ ve sol gözün almış olduğu absorbsiyon dozlarında bir birine göre farklılıklar görülmektedir. Sol göz değerinin sağ göze oranla fazla olmasının nedenini şu şekilde açıklayabiliriz; Deneylelerimizde açığı ortayı (bi-secting) tekniği ile full-mouth radyografi, sol üst molar bölgeden başlanarak uygulanmıştır. Cihazın out put'unun en yüksek seviyede olması nedeni ile sol taraftaki gözün absorbsiyon dozu sağ göze oranla daha fazla bulunmuştur. Çünkü yapılan ilk ışınlamada out-put maximum değeri vermektedir (27).

Yine tablodan da görüldüğü gibi alt ve üst dudak absorbsiyon dozları arasında da bir fark görülmektedir. Üst dudağın, alt dudağa oranla daha fazla absorbsiyon dozu almasının nedeni; Üst dudağın anatomik bölge olarak primer ışınlarla daha fazla maruz kalması ve buna ilaveten skatter radyasyondan etkilenmesidir (1).

Tiroid ön bölgesindeki deri dozu, ışınlanan bölgeye oldukça yakın olmasına rağmen düşük absorbsiyon dozları kaydetmiştir. Bu bölgenin düşük doz kaydetmiş olması; ışın hüzmesi içerisine girmemesi, açıldırmanın alt çenede yukarıya doğru yapılması ve yumuşak dokularla kemiğin ışınları absorbe etmesi nedenine bağlanabilir.

Diş hekimliği radyolojisinde absorbsiyon dozlarına ait çalışmalar 1955 senesinden itibaren yapılmaktadır. Bir çok araştırmacı bu konu üzerine eğilmiş ve çeşitli sonuçlar elde etmiştir.

Till Jung (1965)(19), kendi çalışması ile birlikte 1955 senesinden itibaren çeşitli araştırmacıların gonadların absorpsiyon dozu ile ilgili olarak yapmış oldukları çalışmaların sonuçlarını gösteren bir tablo oluşturmuştur Tablo 4.3.

Tablo 4.3 : 1955 senesinden itibaren çeşitli araştırmacıların gonadal doz absorpsiyonuna yönelik çalışmalarının sonuçları.

Araştırmacı-Sene	Kvp	mA	Toplam Işınlama Süresi TIS(sn)	Film Sayısı	Bölge	Doz (mR)	
						Erkek	Kadın
Stanford ve Vance 1955	65	10	14	14	Gonad	3.4	0.6
Budowsky ve ark 1956	65	10	41	14	"	450	
Osborn ve Smith 1956	-	-	-	-	"	4.75	0.8
Hell 1957	50	8	-	12	"	4.6	-
Webster ve Merrill 1957	65	15	10	10	"	8.0	1.0
Etter ve ark 1958	70	10	10.4	14	"	10.7	17.4
	90	15	1.2	14	"	1.0	1.0
Hammer ve Jacobsen 1958	58	8	18	15	"	8.0	
Kirsch 1958	60	-	9.8	12	"	5.10	
Larrson 1958	55	3-6	-	13	"	0.8	-
Richards 1958	65	10	28	14	"	2.14	-
Seelentag ve ark . 1958	60	-	-	11	"	6.5	0.28
Taft 1958	65	15	9.3	10	"	10.5	
Schaff ve Pfeifer 1958	60	10	-	11	"	10 - 200	
Bissing 1959	60	101	20-38	14	"	20.6	3.8
Bjarngard ve ark . 1959	60	-	-	14	"	0.9	0.4
Sonnabend 1960	60	10	28	11	"	0.9	
	90	7.5	7.0	11	"	1.12	
Rottke ve Savermost 1961	63	15	4.7	10	"	2.9	
Zuppinger 1961	-	-	-	-	"	25	4.0

Tablo incelendiğinde, gonadların (erkek ve kadın) almış olduğu dozların bazılarında büyük farklar dikkati çekmektedir. Bu araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların ayrıntılarını (filtrasyon, fantom tipi, doz ölçüm yöntemi, v.s.) bilemediğimiz için genel olarak bilgi vermesi açısından tablonun faydalı olacağı kanısındayız. Tabloda verilmiş olan gonad absorpsiyon dozlarında kadınlar ve erkekler arasında yaklaşık olarak 5 misli bir fark görülmektedir. Kadınlarda gonad bölgesinin absorpsiyon dozunun az olmasının nedeni; anatomik olarak bölgenin daha derinde yer almasından ileri gelmektedir (43).

Till Jung (19) farklı tiplerdeki konvansiyonel diş röntgen cihazları ile fullmouth radyografi sırasında gonadların almış olduğu dozları araştırmıştır. Bu çalışmasının sonuçları tablo 4.4'de verilmiştir. (Birim zamanda)

Tablo 4.4: Jung'ın fullmouth radyografi sonucu gonad değerleri:

Kvp	mA	HvL (mm/Al)	Toplam Işınlama Süresi (TIS) (sn)	Toplam Film Sayısı	Gonadların aldığı doz (mR)
55	-	1.9	-	15	0.862 \pm 0.068
60	10	1.4	13	15	0.712 \pm 0.052
65	-	2.3	-	15	1.213 \pm 0.106

Till Jung araştırmasını, erkek hastalar üzerinde ve gonad bölgesinin almış olduğu doz miktarını da Simplex universal dozimetre ile ölçmüştür.

Jung'ın çalışmasının sonuçlarını, bizim çalışmamızın sonuçları ile karşılaştırdığımızda ikisi arasında farklar

olduğu dikkati çekmektedir. Bu farkın nedenleri şu şekilde açıklanabilir. İlk olarak; araştırıcı erkek hastalar üzerinde çalışmıştır. Fantom üzerinde değilde hastalar üzerinde çalışılmış olması, dozimetrelerin yerleştirilmesindeki zorluklar ve hastadan hastaya değişen omuz genişliği, göğüs mesafesi. yağ ve kas tabakaları, vs, gibi faktörlerin farklı olması nedeni ile alınan absorpsiyon dozları üzerinde etkili olabilmektedir. İkinci önemli konu, doz ölçüm sisteminin farklı olması, ki araştırıcı Simplex Universal dozimetrelerden yararlanmıştır. Bizim çalışmamızda ise LİF TLD-100 dozimetreleri kullanılmıştır. Üçüncü konu; Toplam ışınlama sürelerindeki farklılıklardır. Dördüncü ve oldukça önemli bir faktör olan film sayısının bizim çalışmamızda 20, Jung'ın çalışmasında 15 olmasıdır.

Bu faktörler göz önüne alındığında aralarında bir uyum olabileceği görülmektedir.

Stanford ve Vance (40); Rutin diagnostik x-ışını incelemelerinde üreme organları tarafından alınan rasyasyon miktarına ait çalışmalarının sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5 : Stanford ve Vance'ın sonuçları.

Kvp	mA	Saniye	Fokal Spot Film mesafesi (cm)	Film Sayısı	Kullanılan Teknik	Gonadların her film için almış olduğu doz (mR)	
						ERKEK	KADIN
65	10	1	20.32	14	fullmouth	0.34	0.06
65	10	4	20.32	1	Bite-wing	0.34	0.06
65	10	1	20.32	1	Diğer	0.34	0.06

Stanford ve Vance'nin vermiş olduğu gonad absorpsiyon dozu değerleri birim zamandadır. Bizim araştırmamızdaki 65 Kvp 8 mA güçlü röntgen cihazı ile bulduğumuz gonad dozu birim zamanda 0.93 mR.dir. Aradaki farklılık bizim çalışmamızda film sayısının 20 olması, araştıracının film sayısının 14 olması nedeni iledir. Bu faktör göz önüne alındığında sonuçlar arasında bir uyum söz konusudur.

Etter ve arkadaşları (5); Dental röntgenografide radyasyon dozunun azaltılmasına ait bir çalışma yapmışlardır. Fantom üzerinde çeşitli tekniklerle alınan 14 filmlik full-mouth sonucunda; gonadların (erkek-kadın), tiroid ön bölgesinin, boyun ve karın deri dozlarını incelemişlerdir. Bu bölgelerden, sadece gonadlar (erkek) ve tiroidin bizim araştırmamızdaki bölgelere uyması nedeni ile sonuçlarını Tablo 4.6'da inceleyelim.

Tablo 4.6: Etter ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmanın Sonuçları.

Kvp	mA	Filtrasyon (mm/Al)	Kon Uzunluğu (cm)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Bölgeye göre Absorpsiyon Dozu	
						Tiroid ön Bölge	Testis
65	10	Inherent	20.32	14	26	34r	11,5 mR
65	10	2	20.32	14	10.4	5r	10.7 mR
90	15	2	40.64	14	1.2	1.7r	1 mR

Etter ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarını bizim çalışmamızın sonuçları ile değerlendirdiğimizde; 65 Kvp 8 mA güçlü cihazımızla tiroid ön bölgesinin absorb-

siyon dozu 10.3 mR, gonadların almış olduğu doz 5.88 mR bulunmuştur. Bu sonuçlar araştıracının sonuçlarına oranla oldukça düşüktür. Bunun nedeni toplam ışınlama süresinin bizim yapmış olduğumuz deneyde 6.3 sn. olmasına bağlanmaktadır. 75 Kvp 10 mA güçlü cihazımızla tiroid ön bölgesinin absorpsiyon dozu 8.5 mR, gonad bölgesinin 2.16 mR.dir. Bu değerlere göre bizim sonuçlarımız az görülmektedir. Bunun nedeni de cihazın ilk defa araştırmamızda kullanılmasından ötürü out-put'unun çok düşük olmasındandır.

Richards (34); Dental röntgenografide röntgen ışını dozlarına ait bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmasının verileri Tablo 4.7'dedir.

Tablo 4.7: Richards'ın çalışmasının sonuçları

Kvp	mA	Filtrasyon (mm/Al)	Kon Uzunluğu (cm)	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Toplam Film Sayısı	Gonadların Absorpsiyon Dozu (mR)
65	10	2,5	18	28	14	4.285
90	10	2,5	18	10.08	14	3.772

Richard's bu çalışmasını 39 erkek hasta üzerinde gerçekleştirmiştir.

Bizim yapmış olduğumuz araştırmada; 65 Kvp 8 mA güçlü röntgen cihazı, toplam ışınlama süresi 6.3 sn ve 20 filmlik fullmouth sonucunda gonadların absorpsiyon dozu 5.88 mR. bulunmuştur. Bizim değerimizin fazla olmasının nedeni; film sayısının araştırmamızda 20 olması ve Richards'ın hastalar üzerinde çalışmış olmasının, yerleştirmedeki güçlükler ve hasta-

larda değişen omuz, göğüs mesafesi ve yağ, kas tabakası farklılıkları nedeni ile sonuçlar arasında bir uyumdan bahsedilebilir.

Richards (35); Hastalarda gonad bölgesinin irradyasyonunu azaltmak amacı ile yeni bir araştırma yapmıştır. Bu araştırmasında 65 Kvp 10 mA güçlü konvansiyonel tip röntgen cihazına farklı konlar uygulayarak full-mouth radyografi sonucunda gonad bölgesinin almış olduğu radyasyon dozlarını Victoreen Ratemeter ile ölçmüştür. Bu araştırmasının sonuçları Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8 : Richards'ın yapmış olduğu çalışmasının sonuçları (Birim zamanda)

Cihaz	TIS(mn)	Teknik	Bölge	Absorbsiyon Dozu (mR)
65 Kvp 10mA: 0,5 mm Al. filtreli Sivri plastik kon (uzunluğu 20.32 cm.)	3.40	Fullmouth 14 periopikal	Gonad	1.04
65 Kvp 10mA; 1,5 mm.Al. filtreli Kısa, açık kon (20.82 cm.)	"	"	"	0.75
65 Kvp 10mA; 1.5 mm.Al. filtreli Kısa, açık 0.03 cm Pb kaplı kon (20.82 cm.)	"	"	"	0.55
65 Kvp 10mA; 1,5 mm.Al. filtreli uzun, açık kon (41.40 cm.)	"	"	"	0.86

Richards araştırmasının sonucunu şu şekilde özetlemiştir. 65 Kvp 10mA, 1,5 mm.Al. filtreli, 20.82 cm kısa, açık ve civarı 0.03 cm Pb. kaplı kon kullanılarak yapılan incelemelerde gonad bölgesinin (0.55 mR.) en az radyasyona maruz kaldığını açıklamıştır.

Richards'ın vermiş olduğu gonad değerleri birim zamandaki (1 saniyedeki) değerlerdir. Bizim araştırmamızdaki 65 Kvp 8 mA güçlü 2 mm. Al. filtreli ve 10 cm'lik sivri plastik konlu cihazımızla gonad bölgesinin birim zamandaki (1 saniyedeki) değeri 0.93 mR. bulunmuştur. Richards'ın bizim şartlarımıza en çok uyan özellikteki cihazı 65 Kvp 10 mA güçlü 0,5 mm.Al. filtreli sivri plastik konlu olanıdır. Bunun sonucundaki gonad dozu 1.04 mR.dir. Bu değerler de bir birine oldukça yakındır.

Weissman ve Sobkowski (48) 80 Kvp 15mA güçlü 2.4 mm. Al. filtreli ve 20 cm. sivri plastik konlu konvansiyonel röntgen cihazı ile 60 hasta üzerinde, 21 filmlik fullmouth radyografiyi toplam ışınlama süresi 2.79 sn. ile gonadal doz miktarını CaF_2 'li TLD (TLD-200) cihazı ile belirlemişlerdir. Bu çalışmalarının sonucunda gonad değerini 1.0 mrad bulmuşlardır.

Bizim araştırmamızda kullandığımız 75 Kvp 10mA güçlü, 2 mm.Al. filtreli ve 20 cm. açık konlu röntgen cihazımızla 20 filmlik full-mouth radyografinin toplam ışınlama süresi 19.8 sn.dir. Bu cihazla elde etmiş olduğumuz gonadal sonuç 1,9 mrad'dır. (0.88 Röntgenden, absorblanan enerjiye çevirme sayısı. rad.)

Sonuçlar incelendiğinde aradaki farkın tek ve en büyük nedeni out-put'lardaki farklılıktır. Weissman ve Sobkowski'nin araştırmasında kullandıkları cihazın out-put'u 3070 mR'dir. Bizim cihazımızın out-put'u 866 mR.dir. Absorbsiyon dozlarında out-put'un rolü çok büyüktür. Ayrıca ışınlama sürelerindeki farklar nedeni ile sonuçlar uyumlu görülebilmektedir.

Johnson ve Goetz (18); Diş hekimliği ve tıpta kullanılan radyografilerin temel bir teşhis aracı olduğunu, buna rağmen diagnostik radyolojinin aynı zamanda insanların yaratmış olduğu tek ve en geniş irradyasyon kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak istatistiksel bir çalışma yapmışlar ve dört organ için (overler, testis, tiroid ve aktif kemik iliği) absorpsiyon dozlarını araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda tıp ve diş hekimliği radyolojisinde testiküler dozun genellikle 17.6 mR'den az olduğunu bildirmişlerdir.

Alcox ve Jameson (1); İntra oral radyografik incelemelerde hastaların ışınlanmasına ait çalışmalarında hastalar üzerinde farklı Kvp'li röntgen cihazları kullanarak açığı ortayı tekniği ile bazı organların 18 filmlik full-mouth sonucunda almış olduğu dozları tayin etmişlerdir. Bu çalışmalarının sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Alcox ve Jameson'un çalışmalarının sonuçları

Kvp	HVL (mm/Al)	Toplam Film Sayısı	Target Film mesafesi (cm)	Out-Put (mR)	Bölgelere göre Absorpsiyon Dozu (mR)		
					Üst dudak	Alt dudak	Tiroid
50	1.20	18	20	9905	2095 ± 62.7	1820 ± 79.5	67 ± 13.4
70	2.15	18	20	6727	2084 ± 92.4	1465 ± 112.5	43 ± 3.1
90	2.55	18	20	4885	1329 ± 80.4	1042 ± 57.2	70 ± 14.7

Bizim deneylerimizde bu çalışmadakilere benzer Kvp'li cihazlarla aynı bölgelerin almış olduğu doz miktarları Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Yapmış olduğumuz deneylerin benzer Kvp'deki Değerleri.

Kvp	Filtrasyon mm/Al	Toplam Film Sayısı	Kon Uzunluğu (cm)	Out-put (mR)	Bölgelere göre Absorbsiyon dozu (mR)		
					Üst dudak	Alt dudak	Tiroid
50	2	20	10	1225	122.1	182.4	5.60
65	2.5	20	10	1536	326.6	280.8	10.3
75	2	20	20	866	148.6	69.8	8.5

Tablolar incelendiğinde arada çok büyük bir fark olduğu göze çarpmaktadır. Bunun tek ve oldukça önemli olan nedeni out-put'lardaki farklılıktır. Alcox ve Jameson'un 50 Kvp'de out-put'ları 9905 mR'dir. Bu göz önüne alınarak, üst dudakın 2095 mR absorpsiyon dozu almış olması çok fazla değildir. Araştırmacıların kullandıkları mA. hakkında bilgi verilmediğinden, araştırmamızda değerlerden daha yüksek mA. kullanılmış olabilecekleri varsayılabilir. Bu nedenlere bağlı olarak bizim deneyimizin sonuçları da değerlendirildiğinde orantılı olduğu gözlemlenebilmektedir.

Yülek, Soydan ve arkadaşları (61); Dental radyografi sırasında hasta dozunun azaltılmasına ait bir çalışma yapmışlardır. 23 anatomik bölgenin almış olduğu absorpsiyon dozlarını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmalarında almış oldukları bölgelerden bizim araştırmamızdaki bölgelere uyan değerler Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11: Yülek ve ark. sonuçları.

Kvp	mA	Kon Uzunluğu (cm)	Out-put (mR)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Bölgelere göre Absorbsiyon dozları (mR)			
						Hipofiz	Gözler	Tiroid	Gonad
60	10	8	1200	21	10.5	3	35	11.5	0.9

Bizim çalışmamızda bu cihaza benzeyen cihazımızla sonuçlarımız Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12 : Bizim Araştırmamızın Sonuçları.

Kvp	mA	Kon Uzunluğu (cm)	Out-put (mR)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Bölgelere göre Absorbsiyon dozları (mR)			
						Hipofiz	Gözler	Tiroid	Gonad
65	8	10	1536	20	6.3	17.3	34.9	10.3	5.88

İki çalışma karşılaştırıldığında göz ve tiroid değerleri yakın bulunmuştur. Yülek ve arkadaşları hipofiz ve gonad dozunu oldukça düşük bulmuşlardır. Bu farklılık, kendi literatürlerinde de belirttikleri gibi faydalı ışınların kollimasyonundaki değişiklikler nedeniyledir. Yani faydalı ışın hüzme aralığının dar veya geniş açılı olmasına bağlıdır. Geniş açılı olanda uzak organlar daha fazla absorbsiyon dozu gösterebilmektedirler, tersi durumda da daha az absorbsiyon dozu söz konusu olmaktadır.

Kansu H.ve Kansu Ö.(22) Diş hekimliği radyografik tetkikleri sırasında kemik iliğinin almış olduğu radyasyon dozunun termoluminesans dozimetri yöntemi ile saptanmasına ait bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar 70 Kvp 7 mA

gücündeki röntgen cihazı ile full-mouth radyografi almışlar ve 11 bölgenin kemik iliği dozlarını belirlemişlerdir. Bu bölgelerden bizim araştırmamızdaki bölgelere uyan bir tek sternum kemik iliği dozu mevcuttur. Bu bölgenin kemik iliği değeri 14.72 mrem ve 12.12 mrem dir. Biz çalışmamızda kemik iliği dozlarını ölçmemişsek de kemik iliği dozu hakkında bilgi vermesi açısından faydalı olacağı kanısındayız. Kemik iliği doz ölçümleri daha farklı hesaplandığı için bir karşılaştırma yapmamız mümkün değildir. Bizim araştırmamızdaki sternum ön bölgesinin dozu 75 Kvp 10 mA güçlü cihazla 2,27 mR olarak saptanmıştır.

Iakovidis ve Hatzifotiadis (13) üç tip dental radiografide TLD ile dozimetrik çalışmayı 60 erkek hasta üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalarının sonucu Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13 : Araştırmacıların yapmış oldukları çalışmanın sonuçları.

Kvp	mA	Filtrasyon mm/Al	Target deri mesafesi (cm)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Bölge	Absorbsiyon dozu mrad
50	7	2	16	14	10	Gonad	1.622

Bizim araştırmamızdaki sonuçlar da Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.14 : Bizim araştırmamızın sonuçları.

Kvp	mA	Filtrasyon mm/Al	Target deri mesafesi (cm)	Toplam Film Sayısı	Toplam Işınlama Süresi (sn)	Bölge	Absorbsiyon dozu mrad
50	10	2	10	20	8.4	Gonad	3.916*

* Bizim sonuçlarımız mR. araştırıcının sonuçları mrad olduğu için sonucumuzu mrad'a çevirerek verdik. Çevirme katsayısı 0.88.

Sonuçlar karşılaştırıldığında arada 2,5 misli bir fark görülmektedir. Bunun nedeni; araştırıcının hastalar üzerinde çalışmış olması, TLD 200 dozimetresi kullanması ve toplam film sayısının 14 tane ve ayrıca bizim mA'rimizin daha fazla olmasıdır. Bu faktörler daha önce bahsedildiği gibi absorbsiyon dozları üzerinde oldukça önemli değer taşımaktadır. Bu faktörler göz önüne alındığında aradaki farkın çok az olabileceği görülebilir.

Kaffe, Littner ve arkadaşları (20); intra oral radyografik servikal kurşun koruyucunun etkisine ait çalışmalarını Temex tipi bir Fantom'da, TLD-100 dozimetreleri kullanılarak, overler, testis ve tiroid bezinin full-mouth radyografi sonucundaki absorbsiyon dozlarını kaydetmişlerdir. Bu çalışmalarının sonuçları Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15: Kaffe ve arkadaşlarının sonuçları.

Kvp	mA	Filtrasyon mm/Al	Target Film Mesafesi (cm)	Toplam Film Sayısı	Işınlama süresi Bölgelere göre (sn)	Bölgelere göre Absorbsiyon dozu mR	
						Tiroid	Testis
50	7	1,5	20	16	0.8-1,2	300 $\bar{+}$ 30	1 $\bar{+}$ 0.3
60	10	2	20	16	0.6-1	390 $\bar{+}$ 40	1.03 $\bar{+}$ 0.3

Bizim çalışmamızın sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16: Çalışmamızın sonuçları

Kvp	mA	Filtrasyon mm/Al	Kon Uzunluğu (cm)	Toplam Film Sayısı	Işınlama süresi Bölgelere göre (sn)	Bölgelere göre Absorbsiyon dozu mR	
						Tiroid	Testis
50	10	2	10	20	0.3-0.8	5.60	4.45
56	7	2	20	20	0.9-2.4	3.3	5.2

Her iki çalışma karşılaştırıldığında özellikle tiroid bölgesinde oldukça büyük bir fark görülmüştür. Elimizde mevcut olan literatürlerimizdeki sonuçların hiç birinde bu kadar yüksek bir tiroid dozuna rastlanmamıştır (1,8,11,18,25,48,59).

Kaffe, Littner ve arkadaşları; Alcox ve Jameson'ın 1950 senesinde yapmış oldukları araştırmalarında tiroid dozunu 315 mR ve 1970 senesindeki araştırmalarında 35.4 mR olarak elde ettiklerini ve bunun nedeninin de cihazların, film kalitelerinin ve ölçüm tekniklerinin gelişmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir (20).

Testis bölgesi değerleri incelendiğinde film sayısının farklı olması, mesafenin farklı olması ve ışınlama süresinin farklı olması nedeni ile yakın olduğu söylenebilmektedir.

Winkler (52) intra oral radyografide rektanguler kolimatörün absorpsiyon dozları üzerine etkisini araştırmıştır. Bu arada bizim çalışmış olduğumuz silindirik kolimatörlerle de araştırma yapmıştır. Bu araştırmasının sonuçları Tablo 4.17'dedir.

Tablo 4.17: Winkler'in yapmış olduğu çalışmasının sonuçları.

Kvp	mA	HVL mm/Al	Toplam Film Sayısı	Kon Uzunluğu (cm)	Bölgelere göre Absorpsiyon dozu (mrad)	
					Gözler	Tiroid
90	15	2,5	22	40	342	92

Bizim çalışmamızda en yüksek Kvp'li cihazımızla elde ettiğimiz sonuçlar Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18: Bizim çalışmamızın sonuçları.

Kvp	mA	Filtrasyon mm/Al	Toplam Film Sayısı	Kon Uzunluğu (cm)	Bölgelere göre Absorpsiyon dozu (mrad)	
					Gözler	Tiroid
75	10	2	20	20	13.16	7.48

* 0.88 röntgenden, absorblanan enerjiye çevirme sayısı.

Tablolardan da incelendiği gibi göz ve tiroid dozları arasında oldukça fazla bir fark görülmektedir. Bu farkın

nedeni araştırıcının cihazının yüksek Kvp ve mA'li olmasına ve film sayılarının farklı olmasına, ayrıca bizim cihazımızın yeni ve out-put'unun düşük olmasına bağlanabilir.

Miles (27); Kafa ve boyundaki kritik organların x-ışını absorpsiyon dozlarına yönelik bir araştırma yapmıştır. Yapmış olduğu araştırmanın sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19: Miles'in araştırmasının sonuçları.

Kvp	mA	Total filtrasyon (mm/Al)	Işınlama süresi (sn)	Işınlama Adedi	Bölgelere göre Absorpsiyon dozu (mR)	
					Tiroid	Üst dudak
70	10	2,5	5	48	12 \pm 6	303
				30	6 \pm 4	455

Araştırıcı D ve E grubu filmler kullanmıştır. D grubu filmlerde 48 ışınlama ve E grubu filmlerde de 30 ışınlama ile değerleri elde etmiştir. Bizim çalışmamızda kullanmış olduğumuz filmler D grubuydu. Bu nedenle D grubu filmlerin sonuçlarını incelediğimizde tiroid bölgesi dozu 12 \pm 6 mR. üst dudak dozu 303 mR.dir. Bizim çalışmamızda 75 Kvp 10 mA güçlü röntgen cihazımızla bu bölgelerdeki 20 ışınlama sonucunda absorpsiyon dozları tiroid için 8.5 mR ve üst dudak dozu da 148.6 mR bulunmuştur. Bu sonuçlarda Miles'in yaptığı araştırmanın sonuçları ile uyumlu görülmektedir.

Tartışma bölümü incelendiğinde ortaya şöyle bir sonuç çıkmaktadır. Araştırmamızın sonuçları, literatürlerdeki

araştırıcıların yapmış oldukları çalışma sonuçlarına tamamen uymamaktadır. şöyleki; daha önce de belirtildiği gibi absorbsiyon dozlarına yönelik çalışmalarda direkt olarak karşılaştırma oldukça güçtür. Radyografilerin alındığı ortamda hastanın veya fantomun duvara yakınlığı veya uzaklığı bile absorbsiyon dozları üzerinde oldukça önem taşımaktadır. Yine de araştırmamızın sonuçları ile diğer sonuçlar arasında çok büyük bir fark olmadığı ve değerlerimizin Tablo 4.3'deki değerler arasına girdiği görölmektedir.



V . SONUÇ

Bilindiği gibi, bu çalışmanın amacı, farklı konvansiyonel tip diş röntgen cihazları ile erkek gonadlarının full-mouth radyografilerde almış olduğu doz absorpsiyonlarını saptamaktır.

Çalışmamızda; 5 farklı konvansiyonel tip röntgen cihazı ile erkek fantom üzerinde full-mouth radyografi alınmış ve gonad bölgesinin ve bunun yanısıra altı bölgenin doz absorpsiyonları TLD-100 cihazları ile saptanmıştır.

Full-mouth radyografilerin toplam ışınlama süreleri sonucunda gonad bölgesinin almış olduğu absorpsiyon dozlarını en azdan başlamak üzere Tablo 4.1'de inceleyelim.

Tablo 4.1: Gonad bölgesinin en azdan başlayarak absorpsiyon dozları (mR).

Cihaz	Out-Put (mR)	Gonadların absorpsiyon dozu (mR)
75 Kvp 10 mA	866	2.16
55 Kvp 10 mA	1365	3.76
50 Kvp 10 mA	1225	4.45
56 Kvp 7 mA	1201	5.2
65 Kvp 8 mA	1536	5.88

Tablodan da incelenebildiği gibi; en az absorpsiyon dozu 75 Kvp 10 mA. güçlü ve out-put'u 866 mR olan röntgen

cihazı ile en fazla dozu da 65 Kvp 8 mA güçlü Out-put'u 1536 mR. olan röntgen cihazı ile elde ettik.

75 Kvp 10 mA güçlü röntgen cihazımız, araştırmamızda kullandığımız röntgen cihazları içinde en yeni olanıydı ve ilk defa araştırmamızda kullanıldı. Out-put'unun da düşük olması nedeni ile bu röntgen cihazı ile elde edilen absorbsiyon dozu miktarı diğerlerine oranla düşük bulundu.

En yüksek absorbsiyon dozu kaydettiğimiz röntgen cihazımız 65 Kvp 8 mA güçlü ve out-put'u 1536 mR ve kullandığımız cihazlar içinde en eski olanıydı. Out-put'una ve eski olmasına bağlı olarak da en yüksek absorbsiyon dozu bu cihazla kaydedildi.

Kullanmış olduğumuz diğer cihazlar eski ve yeni oluşlarıyla orantılı sonuçlar vermişlerdir.

Farklı 5 röntgen cihazı ile elde etmiş olduğumuz değerler çok büyük değerler değildir. Fakat araştırmacıların da belirttiği gibi, bu düzeydeki radyasyon miktarlarınının diğer doğal radyasyon dozlarına eklenerek, uzun süreli birikimler sonucu bazı biyolojik riskler yaratabileceği ve konunun önemsenmesi gerektiği görüşleri tarafımızdan da benimsenmiştir.

Sonuç olarak; yeni cihazlarda alınan absorbsiyon dozlarınının düşük olması nedeni ile dış hekimliği radyolojisinde mümkün olduğu kadar yeni röntgen cihazları ile çalışılmasının uygun olduğu neticesine varmış bulunuyoruz.

VI. ÖZET

Bu çalışmada, farklı konvansiyonel tip diş röntgen cihazları ile full-mouth radyografilerde erkek gonadlarının almış olduğu absorpsiyon dozları tayin edilmiştir.

Araştırmamızda 5 farklı konvansiyonel tip diş röntgen cihazı kullanılarak Average-Man Rando Fantom üzerinde 20 filmlik full-mouth radyografi sonucunda gonad bölgesinin absorpsiyon dozları Termoluminesans dozimetre (TLD-100) cihazları ile ölçülmüş ve değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Çalışmamızın konusunu oluşturan 5 farklı konvansiyonel tip diş röntgen cihazı ile full-mouth radyografi neticesinde gonad dozlarının değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilere dayanılarak; yeni ve out-put'u düşük röntgen cihazlarıyla alınan absorpsiyon dozlarının en düşük seviyede olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu sonuç doğrultusunda, araştırmamızda kullandığımız röntgen cihazlarının Kvp ve mA'lerinin eskilik ve yenilik üzerinde hiç bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

VII. SUMMARY

Dosage absorption of the male gonads resulting from full-mouth radiography done by various conventional dental x-ray machines.

With this research the dosage absorption of the male gonads resulting from full-mouth radiography done by various conventional dental x-ray machines is studied.

The content of our research reflects the evaluation and measurement of the dosage absorption of the gonad area by means of Thermoluminescence Dosemeter (TLD-100). A 20 film full mouth radiography was done on Average-Man Rando Phantom using 5 different conventional dental x-ray machines.

As a result of our research which consisted of the evaluation of gonad dosager resulting from full-mouth radiography done by 5 different conventional dental x-ray machines, we came to the conclusion that the absorption dosages from new and low out-put dental x-ray machines is the lowest level.

A direction of this conclusion, the x-ray machines used in this research has no effect on the newness or oldness of the Kvp and mA's.

VIII. KAYNAKLAR

1. ALCOX,R.X., JAMESON, W.R.: Patient exposures from intra-oral radiographic examination. J.Am.Dent.Assoc.88: 568-579, 1974.
2. ANTOKU,S., KIHARA,T., RUSSELL,W.J., BEACH,D.R.: Doses to critical organs from dental radiography. Oral Surg.41: 251-259, 1976.
3. BROOKS,S.L., LANZETTA,M.L.: Absorbed doses from temporomandibular joint radiography. Oral Surg. 59: 647-652, 1985.
4. CAMERON,J.R., SUNTHARALINGAM,N., KENNEY,G.N.: Thermoluminescent dosimetry. The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee. 1968.
5. ETTER,L.E., SIDHU,S.S., CROSS,L.C.: Radiation dose reduction in dental roentgenography. J.Amer.Dent.Assoc. 80: 926-931, 1958.
6. FARMAN,A.G., HUNTER,N., GRAMMER,S.: Radiation safety and protection in U.S. dental hygiene programs. Oral Surg. 62: 102-106, 1986.
7. FREY,N.W., WUEHRMANN,A.H.: Radiation dosimetry and intra-oral radiographic techniques. Oral Surg. 38: 151-160, 1974.
8. GIBBS,S.J.: Influence of organs in ICRP'S remainder of effective dose equivalent computed for diagnostic radiation exposures. Health Physics 56: 515-520,1989.
9. GOFMAN,J.W.: Radiation and Human Health. Sierra Club Books San Francisco. Printed in the U.S.A., 1981.

10. GÖKSEL,S.A.: Radyasyonların biyolojik etkileri ve radyasyon korunması İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü Yayınları., 1973.
11. GREER,D.F.: Determination and analysis of absorbed doses resulting from various intraoral radiographic techniques. Oral Surg. 34: 146-162, 1972.
12. HEMS,G.: Detection of effects of ionizing radiation by population studies. Brit.Med. J.1: 393-396, 1966.
13. IAKOVIDIS,D., HATZIFOTIADIS,D.: Dosimetric study of three types of dental radiography using thermoluminescent method. Proc.4th. ICDMFR.: 29-31, 1977.
14. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION: Patient exposures in diagnostic radiology: Protection problems of current concern. Brit.J.Radiol. 46: 1086-1088, 1973.
15. IŞIN,A.: Radyasyondan korunma yöntemleri. T.C. Başbakanlık Atom Enerjisi Komisyonu Bilimsel Yayınlar No:2, 1980.
16. JANKOWSKI,J.: Organ doses in diagnostic x-ray procedures. Health Physics.46: 228-234, 1984.
17. JERMAN,A.C., KINSLEY,E.L., MORRIS,C.R.: Absorbed radiation from panoramic plus bitewing exposures vs full-mouth periapical plus bitewing exposures. J.Amer.Dent.Assoc. 86: 420-423, 1973.
18. JOHNSON,D.W., GOETZ,W.A.: Patient exposure trends in medical and dental radiography. Health Physics. 50: 107-116, 1986.
19. JUNG,T.: Gonadal doses resulting from panoramic x-ray examinations of the teeth. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 19: 745-753, 1965.

20. KAFFE,I., LITTNER,M.M., SHLEZINGER,T., SEGAL,P.: Efficiency of the cervical lead shield during intraoral radiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 62:732-736, 1986.
21. KANSU,H., ORHAN,B.: Radyasyon kavramı ve diş hekimliği radyolojisindeki yeri. H.Ü. Diş Hek.Fak. Dergisi. 1: 161-167, 1977.
22. KANSU,H., KANSU,Ö.: Diş hekimliği radyografik tetkikleri sırasında kemik iliğinin almış olduğu radyasyon dozunun termolüminesans dozimetri yöntemi ile saptanması. H.Ü. Diş.Hek.Fak.Dergisi 11: 219-229, 1983.
23. KANSU,Ö., BATIRBAYGİL,Y.: Gelişmekte olan dişlere ve çevre dokulara radyasyonun etkisi. H.Ü. Diş Hek.Fak. Dergisi. 7: 103-109, 1983.
24. LANGLAND,O.E., SIPPY,F.H.: Text book of dental radiography. Charles C. Thomas Publisher. Printed in the U.S.A., 1973.
25. LEE,W.: Comparative radiation doses in dental radiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 37: 962-968, 1974.
26. McCALL,J.O., WALD,S.S.: Clinical dental roentgenology. W.B. Saunders Co.: 4th edition. Philadelphia, 1957.
27. MILES,D.A.: Absorbed x-ray doses to critical organs of the head and neck. Dento Maxillo Fac. Radiolog. 16: 17-21, 1987.
28. NELSON,R.C., RUPP, T.D.: Phantom depth dose distributions from Panorex dental x-rays. Oral Surg. 32: 982-989, 1971.
29. NILSSON,L., ROHLIN,M., THAPPER,K.: Exposure distribution, absorbed doses, and energy imparted for panoramic radiography using Orthopantomograph model OP 5.Oral Surg. 59: 212-218, 1985.

30. ÖZERDEN,Ö.: Düşük seviyeli radyasyonla ilgili gerçekler. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Yayını. 1983.
31. POYTON,N.G.: Oral radiology. Williams and Wilkins Waverly Press, Baltimore, London, 1982.
32. QUIMBY,E.H.: Radiation hazards and what is being about them. J.Amer.Dent.Assoc. 78: 944-945, 1957.
33. RICHARDS,A.G., NELSEN,R.J., FITZGERALD,G.M., WALD,S.S., SPANGENBERGER,H.D.: X-Ray protection in the dental office. J.Amer.Dent.Assoc. 56: 514-521, 1958.
34. RICHARDS,A.G.: Roentgen-ray doses in dental roentgenography. J.Amer. Dent.Assoc. 56: 351-368, 1958.
35. RICHARDS,A.G.: New method for reduction of gonadal irradiation of dental patients. J.Amer.Dent.Assoc. 65: 1-11, 1962.
36. SALZMANN,J.A.: Practice of Orthodontics. Lippincott Co. 1966.
37. SAUNDERS,I.S.: A textbook of oral pathology. 4th Edition. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1983.
38. SITZMANN,F.: Measurement of x-ray exposure of ocular lens in dento-maxilla facial radiography. Dento.Max.Fac. Radiol. 2: 88-92, 1973.
39. STAFNE,E.C., GIBILISCO,J.A.: Oral roentgenographic diagnosis. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1975.
40. STANFORD,R.W., VANCE,J.: The quantity of radiation received by the reproductive organs of patients during routine diagnostic x-ray examinations. Brit. J.Radiol. 28: 266-273, 1955.

41. SUZUKI,Y., KATOH,T., SAKIHARA,K., MASUMOTO,T., KATOH,A., SHIMANO,T., FURUMOTO,K.: Measurement of x-ray used in dental diagnosis Part 2: characteristics of TLD to dental x-rays. ICDMFR. Proc. 4rh, 1977.
42. TANER,A.C.: Radyasyonun biyolojik etkileri. T.A.E.K. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim.Merk.Sağlık Fiziği böl. yayını: 1. 1983.
43. TURGUT,E.: Paralel film çekme metodu. H.Ü.Diş Hek.Fak. Dergisi.1: 207-212, 1977.
44. TURGUT,E., ORHAN,B.: Değişik banyo solüsyonlarının radiografik densiteye etkilerinin densitometrik tetkiki. H.Ü.Diş Hek.Fak. Dergisi.1: 257-268, 1977.
45. TURGUT,E.: Orthopantomografla çekilen radyograflarda çeşitli organların aldığı ışın miktarlarının tayini. H.Ü.Diş Hek.Fak.Dergisi.2: 153-163, 1978.
46. TURGUT,E.: Film banyosu ve banyo hataları. H.Ü. Diş Hek. Fakültesi Dergisi; 7: 277-283, 1983.
47. TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU: Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi dokümanı. Endüstride radyasyondan korunma. 1984.
48. WEISSMAN,D.D., SOBKOWSKI,F.J.: Comparative thermoluminescent dosimetry of intraoral periapical radiography. Oral.Surg. Oral.Med. Oral.Pathol. 29: 376-386, 1970.
49. WEISSMAN,D.D.: Comparative absorbed doses in dental radiography. III. Special Projections. J.Dent.Res. 52: 366-370, 1972.
50. WILLIAM,B.: A textbook of pathology. Lea and Febiger, Philadelphia, 1970.

51. WINIFRED, J.: Oral radiology. Ilford Textbook.
52. WINKLER, K.G.: Influence of rectonguler collimation and intraoral shielding on radiation dose in dental radiography. J.Amer.Dent.Assoc. 77: 95-101, 1968.
53. WOOD, R.E., BRISTOW, R.G., CLARK, G.M., NUSSBAUM, C, TAYLOR, K.W.: Technique-dependent decrease in thyroid absorbed dose for dental radiography. Health Phy. 56: 893-901, 1989.
54. WUEHRMANN, A.H., MANSON. HING, L.R.: Dental Radiology. The C.V. Mosby Co. Saint Louis, 1965.
55. YAZICIOĞLU, A.N.: Paralel teknik kullanarak, Thermoluminescen dosimetry (TLD) yardımı ile seçilmiş bazı kritik organların almış oldukları radyasyon dozlarının tayini. Doktora tezi, Ankara, 1979.
56. YAZICIOĞLU, A.N.: Türkiye'de genetik anlamlı doz ve x-ışınlarından korunma yöntemleri. Hacettepe Diş Hek.Fak. Dergisi 6: 343-347, 1982.
57. YAZICIOĞLU, A.N.: Full mouth radyografilerde paralel teknik ile açığortayı tekniğinin bazı organların radyasyon absorpsiyonları açısından karşılaştırılması. A.Ü. Diş Hek.Fak.Dergisi. 10: 47-54, 1983.
58. YAZICIOĞLU, A.N.: Dentomaxillofasial radyograflarda göz merceklelerinin almış oldukları radyasyon dozlarının ölçülmesi. A.Ü. Diş Hek.Fak.Dergisi 10: 75-83, 1983.
59. YAZICIOĞLU, A.N.: Değişik panoramik cihazlarda gonadal doz ölçümlerinin karşılaştırılması. A.Ü. Diş Hek.Fak. Dergisi. 11: 26-36, 1984.
60. YAZICIOĞLU, A.N., YAZICIOĞLU, B., LÜLE, S.C.: Biyolojik yönden dental radyasyon. A.Ü. Diş Hek.Fak. Dergisi. 16: 1-6, 1989.

61. YÜLEK,G.G., SOYDAN,E., UĞUR,Z.: Reduction of patient exposure during dental radiography. Health Physic. 36: 17-20, 1978.
62. YÜLEK,G.G., SOYDAN,E.: X-Işınları ile yapılan radyolojik tetkik esnasında hastaların üreme organlarının maruz kaldığı radyasyon miktarının termoluminesan dozimetrelere (TLD) tayini. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara, 1978.
63. YÜLEK,G.G.: Radyasyon - Yaşantımızdaki Gerçek. T.A.E. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziği Bölümü Yayını, 1982.
64. ZWEMER,T.J., DIRKSEN,T.R., RICE,B.H., LEONARD,L.A., KALTENBACH,R.F.: Boucher's clinical dental terminology. The C.V. Mosby Co. St.Louis, Toronto, London, 1982.