

168449

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

POZİTRON EMİSYON TOMOGRAFİSİ İLE
GÖRÜNTÜLEMEDE HASTALARA VERİLEN ^{18}F -FDG'
DEN KAYNAKLANAN RADYASYON HASARININ
MİKRONUKLEUS ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Fizikçi Akan BAKKALOĞLU

FBE Fizik Ana Bilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yasemin YARAR

Prof. Dr. Metin SUBAŞI

Metin Subaşı

Yasemin

Prof. Dr. Ahmet BAYILKEN

Ahmet Bayılken

İstanbul, 2005

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 Radyasyonun Canlılar Üzerindeki Etkisi	5
2.1.1 Radyasyonun Canlı Üzerine Doğrudan Etkisi	6
2.1.1.1 Doğrudan İyonlaştırıcı Radyasyonlar:	6
2.1.1.2 Dolaylı İyonlaştırıcı Radyasyon:	7
2.1.2 Radyasyonun Canlı Üzerine Dolaylı Etkisi	9
2.1.2.1 Serbest Radikaller	10
2.2 Radyasyon Etkisinin Biyolojik Dozimetriler Yardımı İle Belirlenmesi	11
2.2.1 Günümüzde Geçerli Olan Sitogenetik Esaslı Dozimetri Yöntemleri	12
2.2.2 MN'ların Analizi Yöntemi	13
2.2.2.1 Binukleat (BN) Hücrelerinin Sayım Kriterleri	14
2.2.2.2 MN Sayım Kriterleri	15
2.3 Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)	16
2.3.1 PET Tarayıcıların Fiziksel Yapısı	18
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	20
3.1 Kan Örneklerinin Elde Edilmesi	20
3.2 Hücrelerin Kültüre Alınması	20
3.2.1 Kan Kültüründe Kullanılan Çözeltiler	20
3.3 Hücrelerin Tespit (Fikse) Edilmesi	21
3.4 Kan Örneklerinin Değerlendirilmesi	22
4. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA	24
KAYNAKLAR	28
EKLER	30

Ek 1	MN Kayıt Formu	31
Ek 2	Kan Örnekleri Alınan Hastaların Bilgileri.....	32
ÖZGEÇMİŞ.....		62



SİMGE LİSTESİ

D	Mikronukleus veriminin Gy biriminde doz karşılığı
Y	Mikronukleus verimi



KISALTMA LİSTESİ

BG	Background
BN	Binukleat
Cty-B	Cytochalasin Blok
ÇNAEM	Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi
FDG	2-florodeoksi-D-glukoz
GATA	Gülhane Askeri Tıp Akademisi
MN	Mikronukleus
PET	Pozitron Emisyon Tomografi
PHA	Phytohemaglutinin
PMT	Fotoçoğaltıcı tüp
RPM	Dakikadaki dönme sayısı



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 İlk klinik PET cihazı (1953) (Brownell, 1999).	2
Şekil 1.2 1971–76 yılları PET cihazı (Brownell, 1999).	2
Şekil 1.3. İki MN’lu binukleat hücre (Dalcı 2001).	3
Şekil 2.1 Fotoelektrik olayı (Özalpan, 1980).	8
Şekil 2.2 Compton saçılması. (Özalpan 1980)	8
Şekil 2.3 Çift oluşum olayı. (Özalpan 1980)	9
Şekil 2.4 Elektromanyetik radyasyonun hücre DNA’sı üzerindeki etkileri [1].	11
Şekil 2.5 MN’lu binukleat hücrelerinin oluşumu (Coşkun ve Coşkun, 2003).	14
Şekil 2.6 Tipik bir binukleat fotoğrafı (Fenech vd., 2002).	14
Şekil 2.7 BN hücreleri (Fenech, 2000).	15
Şekil 2.8 MN içeren BN hücreleri (Fenech, 2000).	15
Şekil 2.9 Yok olma fotonlarının oluşumu (İnce, 2002).	17
Şekil 2.10 Yok olma fotonlarının halka detektörler tarafından saptanması (İnce, 2002).	17
Şekil 2.11 Blok detektör yapısı (Bayhan ve Arbak, 2002).	18
Şekil 2.12 Medikal dairesel hızlandırıcı ve FDG sentez ünitesi [3].	19
Şekil 3.1 Deneysel çalışmanın aşamaları (Coşkun ve Coşkun, 2003).	23



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 PET uygulamasında kullanılan pozitron yayıcı radyonüklidler (Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).	16
Çizelge 4.1 Genel hasta bilgileri.	25
Çizelge 4.2 Hastalara verilen aktivite, sayım sonuçları ve doz karşılıkları.....	26



ÖNSÖZ

Bilim ve teknolojinin gelişimi ile birlikte hayatımızda daha fazla yer almaya başlayan radyoaktif kaynaklar, bizlerin ve bizden sonraki nesillerin sağlığı üzerinde bir risk oluşturmaktadır. Bu radyasyon riskinin tanımlanması, bu yöndeki çalışmaların daha sağlıklı bir şekilde devam etmesini sağlayacaktır. Bu çalışma da bu amaca hizmet etmek üzere planlanıp gerçekleştirilmiştir.

Bu konudaki danışmanlığımı kabul eden, vaktini ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeden bilgi, tecrübe ve önerileriyle yol gösterip yönlendiren sayın hocam Doç.Dr. Yasemin YARAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmada kullanılan sarf malzemelerin alınması için gerekli olan desteği bizden esirgemeyen YTÜ Fizik Bölüm Başkanı değerli hocam Prof.Dr. Emel ÇINGİ'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmada gerekli olan, MN analiz yöntemini bana öğreten, kan örneklerinin kültüre alma işlemlerini gerçekleştiren ve örneklerin değerlendirilmesinde tecrübelerini benden esirgemeyen, ÇNAEM Radyobiyojoloji Bölümü uzmanları Sayın Dr. Deniz DALCI, Dr. Güneş DÖRTER ve İnci GÜÇLÜ'ye, ayrıca çalışmam için mükemmel bir ortam hazırlayan tüm Radyobiyojoloji bölümü çalışanlarına teşekkür ederim.

Kan örneklerinin alınmasında göstermiş oldukları hassasiyetten dolayı, başta GATA Haydarpaşa Nükleer Tıp Servisi Şefi Sayın Doç.Tbp.Alb. Yavuz NARİN olmak üzere tüm servis çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olup maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışmada, tıbbi görüntüleme amacıyla kullanılan Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) tekniğinde, vücuda aktarılan radyoaktif ^{18}F -FDG'nin (2-deoxy-2- ^{18}F -fluoro-deoxyglucose) neden olabileceği biyolojik etkiler, bir biyolojik dozimetri yöntemi olan, mikronukleus (MN) analiz yöntemi kullanılarak araştırılmış ve oluşan hasarların biyolojik doz eşdeğerleri belirlenmiştir.

Biyolojik dozimetri, genel anlamı ile kişilerin soğurduğu radyasyon dozunun biyolojik belirleyiciler kullanılarak tespit edilmesidir. Biyolojik dozimetri olarak kullanılan yöntemlerde biyolojik belirleyici olarak beyaz kan hücreleri (lenfositler) kullanılmaktadır.

MN analiz yönteminde, steril kültür laboratuvarlarında bölünmeye teşvik edilen lenfosit hücreleri, bölünmenin 48. saatinde bir kimyasal madde ile ikinci mitoz bölünmenin interfaz evresinde bloke edilmektedirler. Bu evrede bloke edilerek oluşturulan hücrelere binukleat hücreleri adı verilmektedir. Binukleat hücreler içerisinde oluşan MN'ların sayılması ve elde edilen değerlerin doz-cevap eğrileri kullanılarak doz değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Mikronukleuslar sitoplazma içinde, ana çekirdeğin dışında fakat çekirdeğin şekil, yapı ve boyanma özelliklerini yansıtan, küçük küresel yapılardır.

Bu amaçla, kanser hastalarının vücutlarına damar yolu ile ^{18}F -FDG zerk edilmeden önce ve sonra kan örnekleri alınmış ve MN analiz yöntemine göre kültüre alınan kan örneklerinde MN sayımları yapılmıştır. Elde edilen değerlerin doz-cevap eğrileri kullanılarak doz karşılıkları bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçların literatürde FDG'nin vücuttaki dağılımı ile ilgili çalışmalarda bulunan sonuçlarla uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), ^{18}F -FDG (2-deoxy-2- ^{18}F -fluoro-deoxyglucose), Mikronukleus (MN), Biyolojik dozimetri

ABSTRACT

In this thesis, by using a biological dozimetri technique, micronucleus analysis method, the radiation damages caused by the radioactive ^{18}F -FDG (2-deoxy-2- ^{18}F -fluoro-deoxyglucose) injected to the patients in order to obtain image during a radiological diagnosis technique such as Positron Emission Tomography (PET) are investigated and the biological dose equivalents of the radiation damages are determined.

Micronucleus analysis method is one of the most widely used cytogenetic techniques for determining the chromosome defects in lymphocytes. Because MNi are expressed in cells that have completed nuclear division, they are ideally scored in the binucleated stage of the cell cycle. Micronuclei (MNi) are small, spherical structure in cytoplasm, outside the main nucleus but demonstrating the same shape and structure, but smaller than the main nuclei in the cell, and painting properties with the nucleus.

For the micronucleus analysis, body circulating blood lymphocyte cells, cultured from blood samples taken directly the patients suffering cancer were used and micronuclei counting were performed before and after ^{18}F -FDG injection. The counting criteria developed by Fenech and Morley were followed and micronuclei in binucleate cells having preserved cytoplasm, were counted. Average 2500 binucleate cells were scored for each sample. The results were found similar, other authors' measurements of normal organs with variable metabolic activity on FDG PET imaging.

Keywords: Positron Emission Tomography (PET), ^{18}F -FDG, (2-deoxy-2- ^{18}F -fluoro-deoxyglucose), Micronucleus (MN), Biological dozimetri

1. GİRİŞ

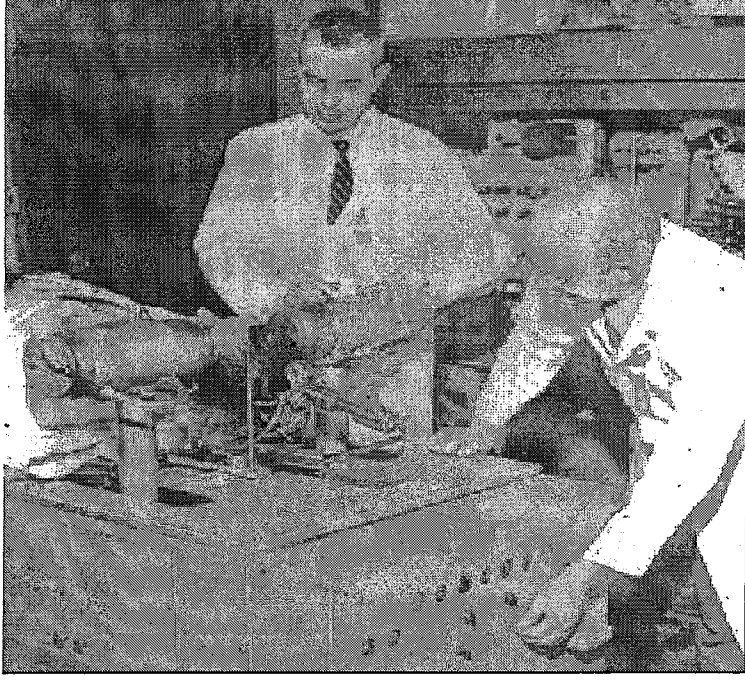
Günümüzde teknoloji ve bilimin gelişmesi ile iyonlaştırıcı radyasyonlar ve radyoaktif maddeler hayatımızda daha fazla yer almaya başlamıştır. Başta tıp uygulamaları olmak üzere, endüstri, askeri ve diğer alanlarda yaygınlaşan radyoaktif madde kullanımı, canlılar üzerindeki radyasyon riskini de artırmıştır.

Bu yüzden, canlıların günlük yaşantılarında kaçınılmaz bir şekilde maruz kaldıkları doğal radyasyon kaynakları dışında, diğer yapay kaynaklardan aldıkları radyasyon dozu onlar ve gelecek nesilleri için oldukça önem taşımaktadır. İnsanlar, yapay radyasyonun etkisini en çok tıp alanında bir uygulamaya tabi tutulduklarında görmektedirler [1].

Tıpta, kanser gibi tedavisi olmayan hastalıkların yayılmasını engellemek için ışın tedavisinde kullanılan radyoaktif elementlerin yanı sıra, 1895'te Röntgen ile başlayan ve daha sonra gelişen bilim ve teknoloji ile beraber günümüze kadar geliştirilen birçok tani cihazında da radyoaktif elementler kullanılmıştır. Bu cihazlarda canlıların içyapısına ilişkin bilgiler, canlıları ya bir radyoaktif kaynağa maruz bırakarak ya da canlılara ağız ve ya damar yolu ile verilen radyoaktif maddelerin vücut içerisinde yaptıkları ışımalardan faydalanarak elde edilmektedir.

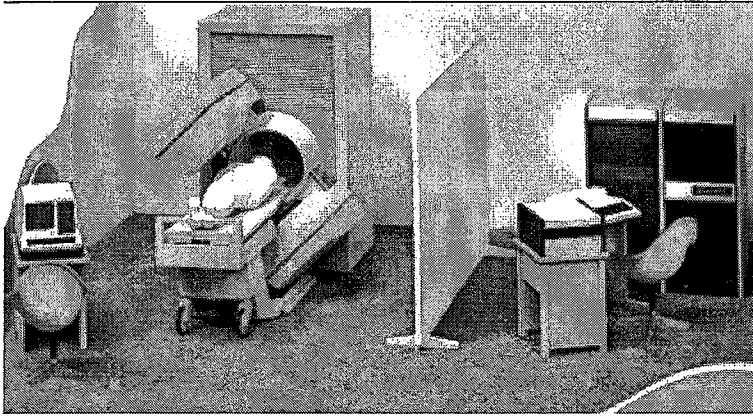
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), günümüzde nükleer tıp alanında kullanılan en modern görüntüleme tekniklerinden biridir. Bu teknikle, herhangi bir organın çalışmasındaki bozukluk ya da tümör oluşumu hücre düzeyinde tespit edilebilmektedir. PET tetkikinde, insan vücuduna damar yolu ile verildiğinde hedef organa giderek oradaki hücrelere bağlanan ya da hücre içerisine girip, hücresel bazı faaliyetlere katılan kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddeler, hücrelerin yüzeyinde veya içerisinde bulunan moleküllere benzer yapıya sahip olan, şeker, dopamin ve amonyak gibi maddelerdir. Ancak bu kimyasal moleküller, vücuda verildikten sonra dışarıdan takip edilebilmesi için bazı pozitron yayıcı radyoizotoplarla işaretlenmektedir (Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).

PET cihazı ile ilgili çalışmalar 1950'li yılların başında A.B.D. Massachusetts General Hospital'da başlamıştır. Bu tarihten önce, erken teşhis kavramında bir devrim olarak nitelendirilen PET cihazının gelişimine olanak sağlayan birkaç olay olmuştur. Bunlar, 1930'lu yılların başında Ernest O. Lawrence'in yapay radyoaktif madde üretimini daha kolay bir şekilde sağlayan dairesel hızlandırıcıyı yapması (Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002), 1932'de Carl D. Anderson'un pozitronu keşfi ve P.M.S. Blackett ile G.P.S. Occhialini'nin 1933'de çift oluşum olayı ve yok olma fotonlarını (annihilasyon) keşfi olarak sayılabilir [2].



Şekil 1.1 İlk klinik PET cihazı (1953) (Brownell, 1999).

1952’de geliştirilen ilk klinik PET cihazı basit bir yapıda olup sadece beyindeki tümörlerin varlığını göstermekteydi. Bu cihaz, hasta başının her iki tarafında bulunan birer detektör yardımı ile görüntü almaktaydı. Daha sonraki yıllarda üretilen çoklu detektör sistemleri sayesinde 1962’de ilk çoklu detektörlere sahip PET cihazı hazırlanmıştır. 1971 de ilk bilgisayarlı PET cihazı geliştirilmiş olup, 1975’te x-ışınlı bilgisayarlı tomografinin geliştirilmesi ve 1980’li yıllardan sonra bilgisayar teknolojisi ve yazılımındaki baş döndürücü değişim günümüzde bizler için kullanımı kolay olanakların oluşmasını sağlamıştır (Brownell, 1999; Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).



Şekil 1.2 1971–76 yılları PET cihazı (Brownell, 1999).

İnsanların çeşitli radyasyon kaynaklarından almış olduğu radyasyon dozlarını belirlemek için biyolojik dozimetrlere kullanılmaktadır. Biyolojik dozimetrlere, kişilerin soğurduğu biyolojik doz ile kromozomlarda radyasyon etkisi ile oluşan aberasyonlar arasındaki kantitatif ilişkinin analizi esasına dayanmaktadır (Dalcı, 1993).

Biyolojik dozimetri yöntemleri arasında, 1960'lerden beri rutin bir şekilde kullanılan Kromozom Aberasyon Analizi, bu alanda radyasyonun, kromozomlar üzerindeki etkisini en güvenilir biçimde veren yöntemdir. Bununla beraber bu yöntemin, değerlendirme süresinin uzun sürmesi ve uzman bir kişi gerektirmesi, bu çalışmada, son yıllarda geliştirilen başka bir yöntem olan Mikronukleus (MN) Analiz yöntemini tercih edilmesine yol açmıştır (Dalcı, 2001).

MN analiz yöntemi, radyasyona maruz kalan lenfosit hücrelerinde hasar gören kromozomlar ve onların asentrik parçaları veya mitotik iğdeki hatalar sebebiyle kromozomun tamamının (Schmid, 1975) mitoz bölünme sırasında kutuplara çekilememesi ve bunların sitoplazmada yoğunlaşmaları sonucu oluşan MN'ların değerlendirilmesine dayanmaktadır (Sasaki ve Norman, 1966; Heddle ve Carrano, 1977).



Şekil 1.3. İki MN'lu binukleat hücre (Dalcı 2001).

İnsan lenfositlerinde radyasyonun oluşturduğu MN analizi metodu 1976 ve 1977 yıllarında Countryman ve Heddle tarafından yayımlanmıştır (Countryman ve Heddle, 1976; Countryman vd., 1977). Daha sonra yöntemi standartlaştırmak için çalışmalar devam etmiş ve Fenech ve Morley (1985) bugün bazı küçük değişikliklerle kullanılmakta olan Cytochalasin-Blok (Cyt-B) yöntemini geliştirmişlerdir. Bu metodun esası, kültüre 1. mitozdan sonra (48.

saatte) Cytochalasin eklenerek sitogenezin durdurulması ve iki nukleuslu (Binukleat) hücrelerde radyasyonun oluşturduğu MN'ların sayılmasıdır.

Tıpta, insanların şikayetlerine çare bulmak için uygulanan tanı yöntemlerinin, insanlar üzerinde bir biyolojik tahribat yapıp yapmadığını öğrenmek için birçok çalışma yapılmıştır ve geliştirilen yeni yöntemler için de yapılmaya devam edilmektedir. Özellikle tanı amacı ile yapılan tetkiklerin, kanser tedavisinde kullanılan ışın tedavisi yöntemlerinin ve bu tür alanlarda çalışan personelin olası biyolojik hasar riskini biyolojik dozimetreler kullanılarak araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalar içerisinde PET cihazı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Günlük hayatımızda, tıbbi uygulama amaçlı bir radyoaktif maddeye maruz kalmayabiliriz. Ama çevremizde gerek doğal gerekse yapay radyasyon kaynaklarına maruz kalmaktan kendimizi koruyamamaktayız. Bu yüzden, çevresel radyasyonlar dışında, özellikle tıbbi uygulamalardan aldığımız her ek radyasyon, üzerimizde bir biyolojik hasar riski oluşturmaktadır. Bu yüzden gelişmiş birçok ülkede, hastaların herhangi bir tıp uygulamasında almış oldukları radyasyon dozu tespit edilip, hasta dosyasında belirtilmektedir.

Bu çalışmanın konusu olarak yukarıda anlatılan nedenlerden dolayı, nükleer tıpta tanı amacı ile kullanılan Pozitron Emisyon Tomografisi ile görüntülemeye hastalara verilen ^{18}F -FDG'den kaynaklanan radyasyon hasarının araştırılması seçilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Radyasyonun Canlılar Üzerindeki Etkisi

Radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekmektedir. Bu soğurulma sonucu hedef moleküllerde iyonlaşma ve uyarılmalar meydana gelmektedir. Daha sonra ortaya çıkabilecek biyolojik hasarların başlangıcı olan bu iyonlaşmalar, hücrenin genetik bilgilerini taşıyan DNA zincirlerinde kırılmalara neden olabilmektedir. Radyasyonun verdiği bu hasar sonucu hücre ölmüyor ancak değişikliğe uğruyorsa bu hücredeki hasar genellikle onarılmaktadır. Onarım, mükemmel olarak gerçekleşmediği takdirde, değişim yavru hücrelere aktarılacak ve organ veya dokularda kanser oluşumuna yol açacaktır. Eğer bu hücreler gelecek nesillere genetik bilgilerin aktarılması ile ilgili ise kalıtsal bozukluklar meydana gelebilmektedir.

Kromozomlarda meydana gelen hasarların büyüklüğü, radyasyonun ve hedef hücrenin özelliklerine bağlıdır. Radyasyon kaynağı ile olan mesafenin az olması, radyasyona uzun süreli maruz kalmak, radyasyonun enerjisi ve doz hızının yüksek olması hücredeki hasarı da büyütmektedir. Aynı zamanda farklı doku hücreleri, radyasyona karşı farklı duyarlılık göstermektedir. Oksijen konsantrasyonu yüksek dokular ile sık sık bölünen, tam olarak farklılaşmamış, metabolitik aktivitesi düşük ve bölünme safhasında olan hücrelerin radyasyona karşı duyarlılığı yüksektir. Ayrıca, radyasyona maruz kalınan bölgenin büyüklüğü de biyolojik hasarın büyüklüğünü etkilemektedir.

Radyasyona maruz kalan canlılarda meydana gelen biyolojik hasarların oluşma süreçlerini erken (akut) ve gecikmiş (kronik) etkiler olarak sınıflandırmak mümkündür. Radyasyonun erken etkisi, kısa bir süre içinde ve bir defada yüksek dozlara maruz kalınması sonucunda kısa bir zaman aralığı içerisinde ortaya çıkabilecek hasarlardır ve genellikle radyasyon kazalarında meydana gelmektedir. Genel olarak birkaç gün veya hafta içerisinde şiddetli hasarlar, hastalıklar ve hatta ölüm meydana gelebilmektedir. Radyasyonun gecikmiş etkisi ise uzunca bir süre içerisinde, aralıklı olarak, düşük dozlara maruz kalınması sonucu oluşabilecek biyolojik hasarlardır. Bu hasarlar nedeniyle yıllar sonra kanser ve katarak vakaları görülebileceği gibi ömür sürelerinde de bir kısalma görülebilmektedir (Togay, 2000; Özalkan, 1980).

Canlılarda biyolojik hasar oluşturabilen radyasyon türüne, iyonlaştırıcı radyasyon adı verilmektedir. İyonlaştırıcı radyasyon, canlı maddedeki DNA veya diğer enzim moleküllerine hem doğrudan enerjisini aktararak hem de ortamda bulunan su moleküllerini iyonlaştırarak

oluşturduğu serbest radikaller ile hasar verebilir. Bu yüzden radyasyonun canlılar üzerine etkisini doğrudan etki ve dolaylı etki olmak üzere iki başlık altında inceleyebiliriz (Özalpan, 1980).

2.1.1 Radyasyonun Canlı Üzerine Doğrudan Etkisi

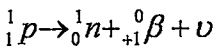
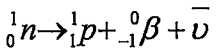
Radyasyon, taşıdığı enerjiyi doğrudan DNA veya enzim molekülleri gibi özel bir biyolojik yapıya transfer ederek burada hasara yol açmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon, isminden de anlaşılabilir gibi maddede iyonlaşma yapabilen radyasyon türüdür. İyonlaşma olayı, bir atom ya da molekülden bir elektron kopması olarak tanımlanmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyonlar bu özellikleri sayesinde nükleer tıpta tanı ve tedavi amacı ile kullanılmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyonlar, madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle, ortamdaki atomları doğrudan ya da dolaylı olmak üzere iki farklı yolla iyonlaştırabilmektedir (Yarar, 2000)[1].

2.1.1.1 Doğrudan İyonlaştırıcı Radyasyonlar:

Bu radyasyon türünü, alfa, beta ve proton gibi yüklü parçacıklar oluşturmaktadır. Bu yüklü parçacıklar, madde içerisinde, yolları üzerindeki yörünge elektronlarına enerji aktarırlar ve bu elektronların iyonlaşmasına neden olurlar.

a) β Parçacığı:

Doğrudan iyonlaştırıcı radyasyonlar ailesinin en önemli parçacığıdır. Atom çekirdeği tarafından yayımlanan yüksek hızlı elektronlardır ve n-p dönüşümü içeren radyoaktif bozunum sürecinde, yüksüz ve kütsüz kabul edilen nötrino ve antinötrino ile beraber açığa çıkan enerjinin bir sonucu olarak meydana gelmektedirler. Nötronun, protona dönüşüm tepkimesinde negatif yüklü elektronlar (negatron), protonun nötrona dönüşüm tepkimesinde ise pozitif yüklü elektronlar (pozitron) salınmaktadır. İnsan vücudu içerisine 1–2 cm kadar nüfuz edebilirler.



β parçacıkları ortam içinden geçerken, yolları üzerindeki atomların yörünge elektronları ile etkileşerek onların iyonlaşmasına veya uyarılmasına neden olurlar. β ışıması yapan radyoaktif çekirdekler, nükleer tıpta tedavi ve tanı amacı ile kullanılmaktadır (Yarar, 2000; Bayhan ve

Sönmezoğlu, 2002).

b) α Parçacığı:

α parçacığı, çekirdek kuvvetleri ile birbirine bağlı iki proton ve iki nötrondan oluşan helyum çekirdeğidir. Kütlesi, elektron kütlesinin yaklaşık 7300 katı olan α parçacığı, ağır çekirdeklerin radyoaktif bozunumunda yayınlanmaktadır. α parçacığı, taşıdığı yük, elektrona göre oldukça büyük kütlesi ve boyutu nedeniyle vücudumuzu saran deri dokusunu geçip insan vücuduna nüfus edemez. Bununla birlikte solunum, sindirim veya başka bir yolla eğer vücut içerisine girerlerse hücreleri önemli düzeyde etkilerler. Bulundukları yerin çok yakınındaki hücrelerde yüksek iyonizasyon yaparak, diğer ışıyım tiplerinden daha fazla biyolojik hasara neden olurlar. Bu nedenle nükleer tıp uygulamalarında tedavi amacı ile kullanılırlar (Yarar, 2000; Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).

b) Proton Parçacığı:

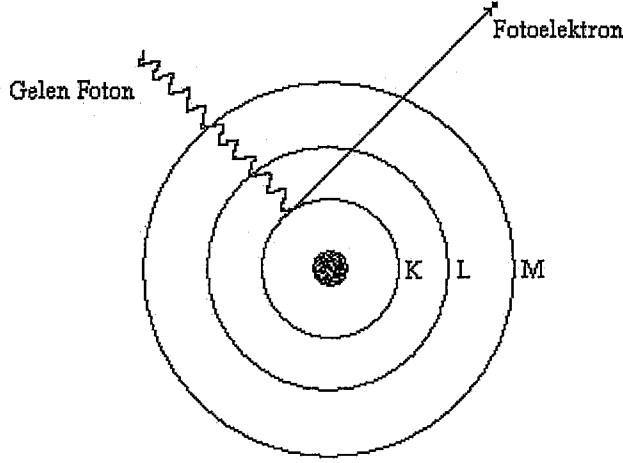
Atom çekirdeğinin yapısında bulunan + yüklü parçacıklardır ve kütleleri elektron kütlesinin yaklaşık 1835 katıdır. Birkaç MeV'den daha düşük enerjili protonlar aynı enerjili elektron hızlarına kıyasla daha düşük hızlarda yol alır. Bunun sonucu olarak ortama β 'lardan daha yüksek miktarda enerji transfer ederler. Protonlar nükleer tıp uygulamalarında tedavi amacı ile kullanılmaktadırlar (Yarar, 2000).

2.1.1.2 Dolaylı İyonlaştırıcı Radyasyon:

Bu radyasyon türü elektromanyetik dalgalar ve nötronlardan oluşmaktadır. Elektromanyetik dalgalar, foton adı verilen enerji paketlerinden oluşurlar ve madde ile Fotoelektrik olay, Compton saçılması ve Çift oluşum olayları ile etkileşerek, doğrudan iyonlaştırıcı parçacıkların serbest kalmasına sebep olurlar. Nötronlar ise yüksüz oldukları için Coulomb etkileşmesine uğramadan, atom çekirdekleri ile etkileşmektedirler.

a) Fotoelektrik Olayı:

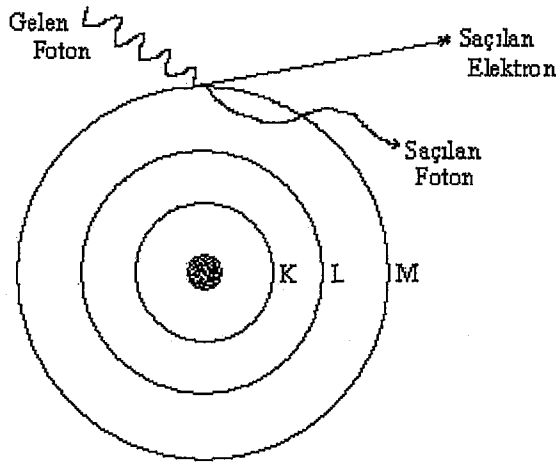
Fotoelektrik olay 0,5 MeV' den daha küçük enerjili fotonların içinden geçtikleri ortamın atomları tarafından soğurulduğunda en yaygın olarak görülen olaydır. Bu olayda foton, atom tarafından soğurulmakta ve atomun elektronlarından birinin salınmasına neden olmaktadır. Salınan bu elektrona fotoelektron adı verilmektedir. Fotoelektronun kinetik enerjisi, fotonun enerjisi ile elektronun bağlanma enerjisinin farkına eşittir (Özalpan 1980; Yarar, 2000; Krane, 2001).



Şekil 2.1 Fotoelektrik olayı (Özalpan, 1980).

b) Compton Saçılması:

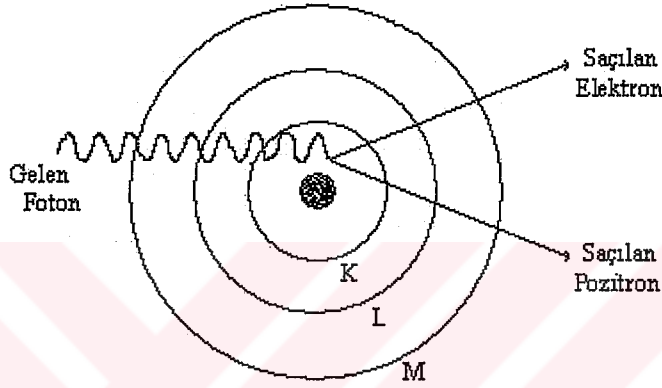
Fotonun enerjisi, 0,5 MeV' den 5 MeV düzeyine doğru yükseldikçe, fotonun içinden geçtiği madde ile etkileşmesi, daha yaygın olarak, Compton saçılması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu olayda, atomun en dış yörüngesinde bulunan ve düşük bağ enerjisine sahip elektron, foton tarafından saçılır. Foton, enerjisinin bir kısmını elektronu yörüngesinden koparıp, ona kinetik enerji kazandırmak için harcamakta, geri kalan enerjisi ile de bir başka yönde yoluna devam etmektedir (Özalpan 1980; Yazar, 2000; Krane, 2001).



Şekil 2.2 Compton saçılması. (Özalpan 1980)

c) Çift Oluşum:

Çift oluşum olayı, Fotoelektrik ve Compton saçılması olaylarından daha ender görülen bir olaydır ve bu olayın oluşabilmesi için madde ile etkileşen fotonun enerjisi, en az 1,022 MeV olmalıdır. Bu olay 5 MeV üzerindeki foton enerjilerinde daha baskın hale gelmektedir. Çift oluşum olayında, atom çekirdeğinin çevresindeki güçlü elektrik alana giren yüksek enerjili bir foton yok olarak, bir elektron ve bir pozitron açığa çıkmaktadır (Özalpan 1980; Yazar, 2000; Krane, 2001).



Şekil 2.3 Çift oluşum olayı. (Özalpan 1980)

d) Nötron Etkileşmeleri:

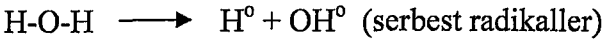
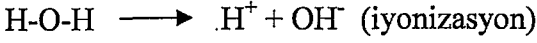
Nötronların madde etkileşimleri atom çekirdekleri ile olmaktadır. Yavaş nötronlar (<1 keV) atom çekirdeği tarafından yakalanmakta, hızlı nötronlar (>1 keV) ise atom çekirdeği ile çarpışmalar yolu ile etkileşmektedir. Her iki etkileşme de doğrudan iyonlaştırıcı radyasyonların salınmasına neden olmaktadır (Yazar, 2002).

2.1.2 Radyasyonun Canlı Üzerine Dolaylı Etkisi

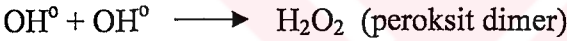
Radyasyon, canlı madde içinde en çok bulunan su moleküllerinden elektron sökerek oluşturduğu yüksek reaktivitedeki serbest radikaller aracılığı ile DNA veya diğer enzim moleküllerine hasar verebilir. Bu şekilde oluşan olaylar zincirine radyasyonun dolaylı etkisi adı verilmektedir (Özalpan 1980)[1].

2.1.2.1 Serbest Radikaller

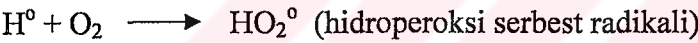
Serbest radikaller, dış yörüngelerinde eşleşmemiş bir elektrona sahip, elektriksel açıdan yüksüz atom veya moleküllerdir. Canlı sistemlerin büyük bir kısmı su olduğu için, radyasyona maruz kalındığında su moleküllerinin radyasyon ile etkileşme olasılığı oldukça yüksektir. Su molekülü radyasyonu soğurunca dış yörüngesinde paylaşılmamış elektron olan iki serbest radikale ayrışmaktadır.



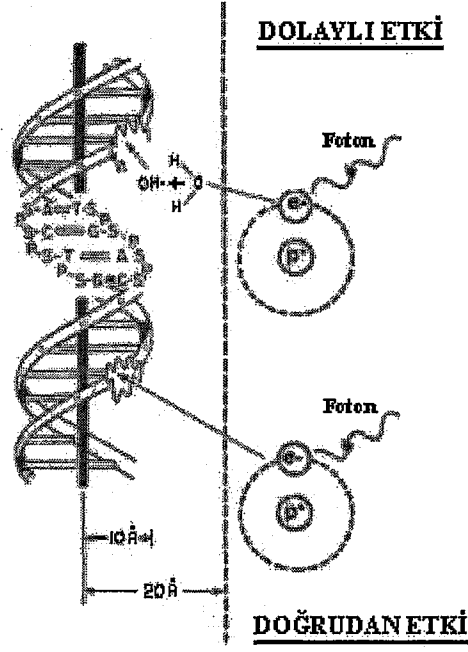
Serbest radikaller yörünge yüksüzlüğü için kolayca yeniden birleşirler. Bununla birlikte yüksek radyasyon etkisinde çok sayıda oluştuklarında, yörünge yüksüzlüğü, hidrojen radikal dimerizasyonu ve toksik hidrojen peroksit (H_2O_2) formasyonu ile sağlanabilir.



Ortamda çözünmüş oksijen varlığı; reaksiyonu, yaşam süresi ve kararlılığı daha fazla olan diğer serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır.



Basit serbest radikallerin (H° veya OH°) yaşam süreleri 10^{-10} saniye gibi çok kısa bir süredir. Genel olarak çok reaktif olmalarına rağmen oluşum yerlerinden, hücre çekirdeğine ulaşacak kadar ortamda bulunamazlar. Bununla beraber hidroperoksi serbest radikalinde olduğu gibi oksijenle oluşan serbest radikaller, nötral formlara kolayca dönüşmezler. Bu daha kararlı formlar, ciddi hasarın oluşabileceği hücre çekirdeğine ulaşabilecek kadar yeterli süre ortamda kalırlar (Güenalp, 2003).



Şekil 2.4 Elektromanyetik radyasyonun hücre DNA'sı üzerindeki etkileri [1].

Radyasyonun canlılar üzerine dolaylı etkisi, doğrudan etkisine oranla yaklaşık beş kat daha fazla görülmektedir [1].

2.2 Radyasyon Etkisinin Biyolojik Dozimetriler Yardımı İle Belirlenmesi

Toplu halde veya bireysel olarak radyasyona maruz kalan bireylerin soğurdukları radyasyon dozu; fiziksel veya biyolojik yöntemlerden biriyle ya da her ikisiyle birlikte belirlenebilir. Bu işlem dozimetri olarak adlandırılır. Meslekleri gereği radyasyon ile çalışanların fiziksel dozimetri taşımaları gerekmektedir. Ancak fiziksel dozimetrenin vücut üzerindeki konumu nedeni ile yetersiz kalması ve biyolojik çeşitlilik nedeni ile bireylerin radyasyon duyarlılığının farklı olması, biyolojik dozimetlerin kullanımını daha ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle fiziksel doz ölçümlerinin biyolojik yöntemlerle desteklenmesi gerekmektedir (Coşkun ve Coşkun, 2003).

Biyolojik dozimetri, genel anlamı ile kişilerin soğurduğu radyasyon dozunun biyolojik belirleyiciler kullanılarak tespit edilmesidir. Biyolojik dozimetri olarak kullanılan yöntemlerde biyolojik belirleyici olarak beyaz kan hücreleri (lenfositler) kullanılmaktadır. Lenfosit hücreleri;

- Vücudun, radyasyona karşı en duyarlı hücreleri olmaları,
- Vücudun herhangi bir yerinde olan radyasyon hasarını dolaşan kana iletmeleri,
- Örnek alınmasının kolay olması ve tüm vücudu temsil etmeleri,
- Kan dolaşımında bölünmemeleri,
- Doku kültürü şartlarında kolayca, senkron olarak bölünmeye başlayabilmelerinden dolayı biyolojik dozimetrlerde kullanılmaktadırlar (Almassy vd.,1987).

Biyolojik dozimetrlerin radyasyon etkilerinin doğru değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Çünkü bu değerlendirmeler mesleki, çevresel veya herhangi bir kaza ışınlaması sonrası doğru tedavi yönteminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bir sistemin biyolojik dozimetri olarak kullanılabilmesi için;

- Mutajenin background seviyesinin hemen üzerinde etkisinin saptanabilmesi,
- Doz-cevap ilişkisinin deneysel olarak gözlenebilmesi,
- Örnek almanın kolay olması ve tüm vücudu temsil etmesi,
- Senkronize bir popülasyonda yapılması gereklidir (Lushbough vd., 1991).

2.2.1 Günümüzde Geçerli Olan Sitogenetik Esaslı Dozimetri Yöntemleri

Radyasyon sitogenetiği yöntemlerinin kullanıldığı biyolojik dozimetride, çok sayıda kişinin uğurduğu doz düzeylerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan yöntemlerin başında Kromozom Aberasyonu yöntemi gelmektedir. 1960'lardan beri standartlaşmış ve güvenilir bir yöntem olarak, rutin bir şekilde kullanılan Kromozom Aberasyon yöntemi ve bu çalışmada kullanılan MN Analizi yönteminden başka, Erken Kromozom Yoğunlaşması (PCC) ve Fluoresan In Situ Hidridization (FISH) yöntemleri de kullanılmaktadır.

a) Kromozom Aberasyon Yöntemi:

Işınlanan kişilerde, biyolojik doz tayini için kullanılan kan lenfosit hücrelerinde metafaz kromozomlarının incelendiği yöntemdir. Radyasyon etkisi ile kırılan kromozomların, vücut tarafından yanlış tamir edilmesi sonucu oluşan iki boğumlu kromozomların (disentrik) sayısı belirlenerek biyolojik doz hesaplanmaktadır. Düşük radyasyon dozlarında bile sonuç verebilen, radyasyona karşı duyarlılığı yüksek olan bir tekniktir. Yöntemin değerlendirilmesinin uzun zaman alması ve uzman bir değerlendirici gerektirmesi kromozom aberasyon yönteminin dezavantajıdır.

b) Erken Kromozom Yoğunlaşması (PCC) Yöntemi:

Mitoz bölünme evresindeki Çin Hamster Ovaryum (CHO) hücreleri ile insan lenfositleri bir araya getirildiğinde, ortamdaki mitozu teşvik eden maddeler nedeniyle lenfosit hücrelerinde erken mitoz belirtileri ortaya çıkar. Kromatin materyali profaz kromozomları şeklinde yoğunlaşır. Bu kromozom parçalarının sayılması ile doz-cevap eğrileri kullanılarak doz değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Standartlaşmış bir yöntem değildir ve sınırlı sayıda laboratuarda uygulanmaktadır.

c) Floresan In Situ Hidridization (FISH) Yöntemi:

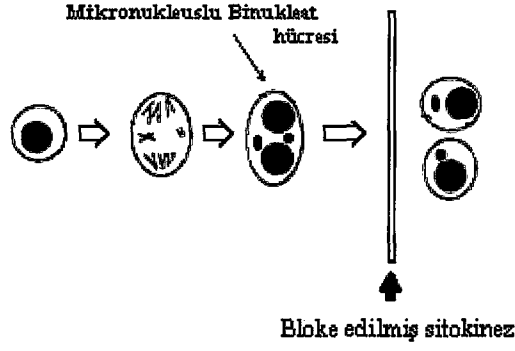
Moleküler biyoloji alanındaki gelişmelerden faydalanılarak biyolojik dozimetre alanında geliştirilen bir yöntemdir. FISH tekniğine dayalı sitogenetik analizlerin esası, laboratuarlarda çoğaltılmış ve floresan boyalarla işaretlenmiş problemlerin kullanılmasıdır. Bu teknikte boyalı tüm bir kromozom veya kromozom parçalarındaki değişimler floresan mikroskopunda incelenmektedir. Bu yöntemde kullanılan problemlerin ve sarf edilen kimyasal malzemenin pahalı olması bu yöntemin dezavantajıdır (Dalcı, 2001).

Son yıllarda, biyolojik dozimetreler arasında rutin bir şekilde kullanılan kromozom aberasyon yöntemi ile biyolojik doz tayinlerinin oldukça uzun zaman alması, otomasyonda güçlükler göstermesi ve uzman değerlendirici gerektirmesi gibi zorluklar nedeniyle, MN'ların Analizi yöntemi üzerinde çalışmalar yoğunlaştırılmıştır (Dalcı, 1993). Bu çalışmada da kan örneklerinin değerlendirilmesi için MN'ların Analizi yöntemi tercih edilmiştir.

2.2.2 MN'ların Analizi Yöntemi

MN'lar sitoplazma içerisinde, ana çekirdeğin dışında fakat çekirdeğin şekil, yapı ve boyanma özelliklerini taşıyan, küçük küresel yapılar olarak tanımlanmaktadır. Radyasyona maruz kalan lenfosit hücrelerinde, hasar gören kromozomlar ve onların asentrik parçaları veya mitotik iğdeki hatalar sebebiyle kromozomun tamamının kutuplara çekilememesi ve bunların sitoplazmada yoğunlaşmaları sonucu oluşmaktadır.

MN analiz yönteminde, steril kültür laboratuvarlarında bölünmeye teşvik edilen lenfosit hücreleri, bölünmenin 48. saatinde bir kimyasal madde ile ikinci mitoz bölünmenin interfaz evresinde bloke edilmektedirler. Bu evrede bloke edilerek oluşturulan hücrelere binukleat hücreleri adı verilmektedir. Bu hücreler içerisinde oluşan MN'ların sayılması ve elde edilen değerlerin doz-cevap eğrileri kullanılarak doz değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Dalcı, 1993).



Şekil 2.5 MN'lu binukleat hücrelerinin oluşumu (Coşkun ve Coşkun, 2003).

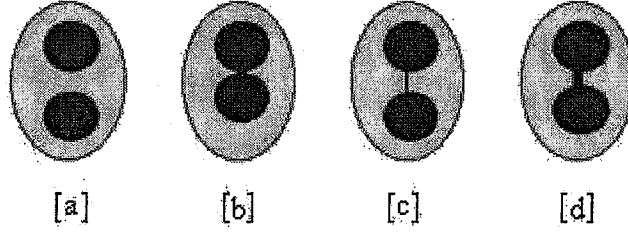


Şekil 2.6 Tipik bir binukleat fotoğrafı (Fenech vd., 2002).

2.2.2.1 Binukleat (BN) Hücrelerinin Sayım Kriterleri

MN analizi yönteminde değerlendirilecek sitokinez blok hücreleri aşağıdaki karakteristik özelliklerde olmalıdır:

- 1) Hücreler BN olmalıdır.
- 2) BN hücresindeki iki çekirdek, sitoplazma sınırları içerisinde bulunmalı ve hasara uğramamış hücre zarına sahip olmalıdır.
- 3) BN hücresindeki iki çekirdek aynı ebat, model ve yoğunlukta olmalıdır. (Şekil 2.7.a)
- 4) BN hücresindeki iki çekirdek bir biri ile temas edebilir ama ideal BN hücresinde çekirdekler üst üste gelmemelidir (Şekil 2.7.b). Eğer çekirdeklerin sınırları ayırt edilebilirse üst üste gelmiş çekirdeklere sahip BN hücresi de değerlendirilebilir.
- 5) BN hücresindeki iki çekirdek, birbirleri ile çekirdek çapının $\frac{1}{4}$ 'nü geçmeyecek genişlikteki köprü ile bağlı olabilir.(Şekil 2.7.c-d)
- 6) BN hücresinin sitoplazma sınırları ya da zarı hasar görmemiş olmalı ve birbiriyle çakışan hücrelerin sitoplazma sınırlarından net olarak ayırt edilebilir olmalıdır (Fenech, 2000).

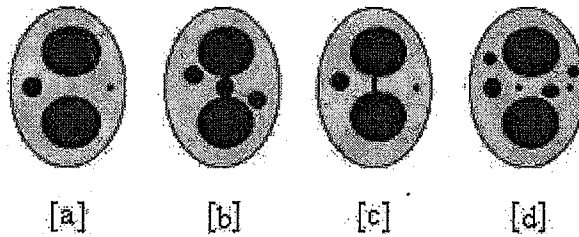


Şekil 2.7 BN hücreleri (Fenech, 2000).

2.2.2.2 MN Sayım Kriterleri

MN'lar çekirdekler ile morfolojik olarak özdeş ama onlardan daha küçük yapıdadırlar. MN'ların sahip oldukları karakteristik özellikler;

- 1) İnsan lenfositlerindeki MN çapı, ana çekirdek çapının $\frac{1}{3}$ u ile $\frac{1}{16}$ sı arasında değişiklik gösterebilir. (Şekil 2.8.a)
- 2) MN, ana çekirdek ile aynı yapı ve boyanma özelliklerine sahip olmalıdır. Parlama yapmamalıdır.
- 3) MN, ana çekirdek ile herhangi bir yapı ile bağlı olmamalıdır.
- 4) MN, ana çekirdeğe değebilir fakat ana çekirdek ile üst üste gelmemeli ve sınırları belirgin olmalıdır. (Şekil 2.8.b)
- 5) MN, genellikle ana çekirdekle aynı boyanma özelliklerine sahip olmasına rağmen zaman zaman daha yoğun boyanma özelliği taşıyabilir (Fenech, 2000).



Şekil 2.8 MN içeren BN hücreleri (Fenech, 2000).

2.3 Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)

Pozitron Emisyon Tomografisi, günümüzde nükleer tıp alanında kullanılan en modern görüntüleme tekniklerinden biridir. Bu teknikle, herhangi bir organın çalışmasındaki bozukluk ya da tümör oluşumu hücre düzeyinde tespit edilebilmektedir. PET tekniğinde, insan vücuduna damar yolu ile verildiğinde hedef organa giderek, oradaki hücrelere bağlanan ya da hücre içerisine girip, hücresel bazı faaliyetlere katılan kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddeler, hücrelerin yüzeyinde veya içerisinde bulunan moleküllere benzer yapıya sahip olan, şeker, dopamin ve amonyak gibi maddelerdir. Ancak bu kimyasal moleküller, vücuda verildikten sonra dışarıdan takip edilebilmesi için bazı pozitron yayıcı radyoizotoplarla işaretlenmektedir.

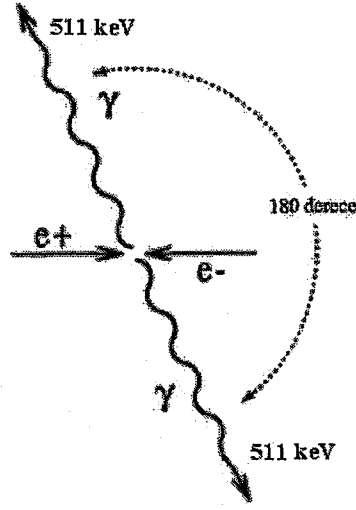
PET’te kullanımı en yaygın olan radyoizotoplar, yarı ömürleri ve üretim tepkimeleri ile Çizelge 2.1’de belirtilmiştir. Karakteristik özellikleri kısa yarı ömürlü olmalarıdır. Hızlandırıcıda üretilen bu radyoizotoplar küçük atomlardır ve diğer radyolojik uygulamalarında kullanılan radyoaktif maddelerin aksine biyokimyasal moleküllerde çoğunlukla bulunurlar (Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).

Çizelge 2.1 PET uygulamasında kullanılan pozitron yayıcı radyonüklidler (Bayhan ve Sönmezoğlu, 2002).

Radyonüklid		Yarı Ömür	Üretim Şekli
Karbon-11	(¹¹ C)	20,3 dakika	¹⁴ N (p,α) ¹¹ C
Azot-13	(¹³ N)	9,97 dakika	¹⁶ O (p,α) ¹³ N
Oksijen-15	(¹⁵ O)	2,03 dakika	¹⁵ N (p,n) ¹⁵ O
Flor-18	(¹⁸ F)	109,8 dakika	¹⁸ O (p,n) ¹⁸ F

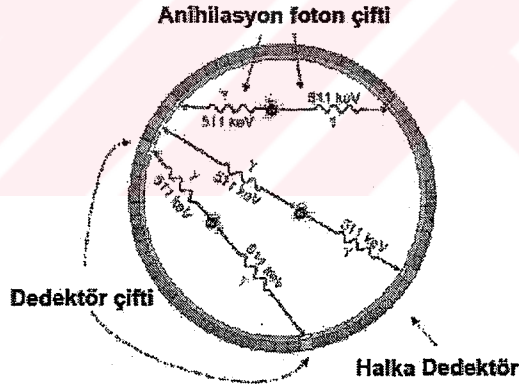
Günümüzde, PET uygulamalarında en çok kullanılan madde; Flor-18 ile işaretlenmiş glikozdan oluşan 2-florodeoksi-D-glukoz (FDG)’dur.

FDG damar yolu ile insan vücuduna zerk edilip burada pozitron yayınladığında, yayınlanan pozitron çevre dokulardaki elektronlar ile etkileşerek hızla enerji kaybeder. Enerjisinin tamamına yakını kaybettğinde, bir elektron ile birleşerek yok olma fotonları oluşmaktadır. Yok olma fotonları, birbirine 180° zıt yönde yayılan, 511 keV enerjili iki adet gama ışını şeklindedir (İnce, 2002).



Şekil 2.9 Yok olma fotonlarının oluşumu (İnce, 2002).

Bu yok olma fotonlarının çoğu saptanamasa da, bazıları vücut etrafına yerleştirilen detektör halkası düzleminin içinde kalacak ve detektörlerden ikisine çarparak elektronik sinyaller oluşturacaktır. Detektörlerdeki bu sinyaller, sinyallerin algılandığı detektörler arasındaki yol üzerinde bir yerde yok olma olayının olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 2.10 Yok olma fotonlarının halka detektörler tarafından saptanması (İnce, 2002).

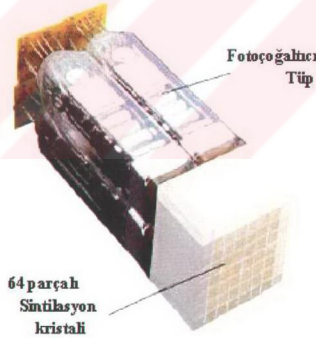
Yok olma fotonlarını saptayan iki detektör arasındaki yola “line of response” (LOR) adı verilmektedir. İki fotonun eş zamanlı saptanmasına ise “coincidence” denir. Detektörler arasında oluşan “coincidence” olaylarının sayısı, detektörler arasındaki LOR üzerinde ne kadar radyoaktivite olduğunu belirtmektedir (Bayhan ve Arbak, 2002).

2.3.1 PET Tarayıcıların Fiziksel Yapısı

Günümüz modern PET tarayıcıları, detektör ve detektör elektroniklerinin bulunduğu gantry, hasta yatağı, görüntü oluşturma ve arşivleme bölümlerinden oluşan oldukça gelişkin teknoloji içeren cihazlardır. Görüntü kalitesi ve hasta taramalarında en önemli rolü oynayan bölümler detektör ve elektronik devrelerdir.

Detektörler, detektör elektronikleri, lazer pozisyonlama sistemi, transmisyon kaynakları ve “coincidence” işlemcileri gantry olarak adlandırılan bölümde bulunmaktadır. Ayrıca tarayıcı modeline bağlı olarak da kolimatör şeklinde isimlendirilebilecek çember şeklindeki septalar ile su veya hava soğutma sistemleri yer almaktadır.

Günümüz PET tarayıcılarında blok detektör sistemleri kullanılmaktadır. Blok detektörler, katı kristal üzerine derin kanallar keserek ve daha sonra bu kanalları ışığın bir bölümden diğerine geçmesini önlemek için ışık geçirmeyen maddeyle doldurarak yapılmaktadır. Blok detektör tasarımının diğer modellere göre en önemli avantajı, kristalden gelen ışığın bir foto çoğaltıcı tüp (PMT) tarafından algılandığında sistemde sadece ilgili PMT'nin meşgul olması, diğer PMT'lerin gelebilecek yeni ışıklar algılamaya hazır halde kalmasıdır. Blok detektörler, PET tarayıcılarında tam halka veya parçalı halka olacak şekilde dizilmişlerdir.



Şekil 2.11 Blok detektör yapısı (Bayhan ve Arbak, 2002).

En yaygın şekilde kullanılan PET detektör kristali bizmut germanat (BGO)'dir. BGO, çok yüksek yoğunluk ve atom numarası özelliklerine bağlı olarak tercih edilen kristal özelliği taşımaktadır. BGO kristallerin dışında birçok farklı sintilatörler ortaya atılmış ve bazıları PET tarayıcılarda kullanılmıştır. En çok bilinenleri baryum florür (BaF_2) ve gadolinyum

oksiortosilikat (GSO)'tır. PET tarayıcıları için ideal bir sintilatör, çok yoğun olmalı ve yok olma foton enerjisinin çoğunu ışığa çabucak çevirmelidir. PET detektörlerinde son yıllarda kullanılmaya başlanan “cerium-doped lutetium oxyorthosilicate” lutetyum oksioortosilikat (LSO) kristali, bu konuda diğer detektör kristallerinden bir adım öne çıkmaktadır (Bayhan ve Arbak, 2002).

Günümüzde PET cihazları medikal bir dairesel hızlandırıcı ve radyofarmasötik sentezi yapan cihazlar ile beraber kullanılmaktadır. Dairesel hızlandırıcıda elde edilen radyoizotoplar, otomatik sentez ünitesine taşınarak, burada uygun moleküller ile bağlanarak PET taramasında kullanılacak radyofarmasötikler elde edilmektedir. Şekil 2.12’de dairesel hızlandırıcı ve otomatik sentez cihazı görülmektedir.



Şekil 2.12 Medikal dairesel hızlandırıcı ve FDG sentez ünitesi [3].

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada analiz edilecek kan örneklerinin sağlanması amacı ile İstanbul'daki PET cihazı bulunan merkezlerle temasa geçilmiş ve bu konuda olumlu yanıt alınan Gülhane Askeri Tıp Akademisi (GATA) Haydarpaşa Eğitim Hastanesinden gerekli izinler alınmıştır. Buradan alınan kan örnekleri, bu çalışma için önceden üniversitemiz ile ortak proje yapılan Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) Radyobiyoloji Bölümüne götürülerek oradaki laboratuvarlarda kan kültürü ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

3.1 Kan Örneklerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada kullanılan kan örnekleri GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Nükleer Tıp Servisinde, vücutlarına radyolojik tanı amacı ile radyoaktif ^{18}F -FDG zerk edilen, yaşları 18 ve 78 arasında değişen, kanser hastası ya da kanser şüphesi taşıyan 11 kadın ve 19 erkekten elde edilmiştir. Kan örnekleri, hastaların vücuduna ^{18}F -FDG zerk edilmeden ve zerk edildikten yaklaşık olarak iki saat sonra alınmıştır. Kanın alındığı tüpler (Vacutainer, Becton Dickison) 5 ml hacminde, steril ve vakumlu olup, içleri kanın pıhtılaşmasını önleyecek şekilde Lityum-Heparin ile kaplıdır. Bu nedenle kan, tüpe alındıktan sonra hafifçe çalkalanarak, kanın lityum-heparinle etkileşimi sağlanmıştır.

3.2 Hücrelerin Kültüre Alınması

30 farklı kişiden elde edilen kan örnekleri, ÇNAEM Radyobiyoloji Bölümü Laboratuvarlarında, Moorhead ve ark. (1960) tarafından yayımlanmış mikro kültür tekniği ile beraber Fenech ve Morley' in (1985) yayınladığı Cty-B tekniği kullanılarak kültüre alınmıştır.

3.2.1 Kan Kültüründe Kullanılan Çözeltiler

UV lambası ile steril hale getirilen doku kültür laboratuvarında, Laminar Flow Chamber (hepafiltrelerinden hava üflemeli kabin) içerisinde kan kültüründe kullanılmak üzere bazı çözeltiler hazırlanmıştır. Bu çözeltiler;

a) Kompleks Medyum:

Lenfosit hücrelerine, bölünme sırasında gerekli ortamı yaratmak için hazırlanan ana kültür çözeltilisidir. 1 litre steril distile su içerisine, medyum maması olarak adlandırılan, 10 gr, toz haldeki F-10 (HAM) konarak çözülmüştür. Daha sonra bu çözelti 0,2 μm çapındaki milipor filtreden (Schleicher ve Schuell, her 100. ml çözeltide yenilenmiştir) geçirilerek üzerine 100 ml'de 0,003 ml olacak şekilde lityum-heparin (Gibco), bakteri kontaminasyonunu önlemek

amacı ile 1/100 oranında penicilin-streptomisine (Gibco) antibiyotik çözeltisi, 1/100 oranında glutamin (Gibco) ve 1/4 oranında steril serum (Foetal Bovin) ilave edilmiştir. Elde edilen ortamın pH'sı steril, %8'lik NaHCO_3 ile 7 olarak ayarlanmıştır.

b) Phytohemagglutinin (PHA) Çözeltisi:

Lenfosit hücrelerini bölünmeye teşvik etmek amacı ile 100 ml steril distile suya 20 mg PHA (Roche) eklenerek hazırlanmıştır.

c) Dimetil Sülfoksit (DMSO) Çözeltisi:

Cyt-B çözeltisinde kullanılmak üzere, stok DMSO çözeltisinden 0,1 ml alınmış ve 0,9 ml salin çözeltisi ile karıştırılarak hazırlanmıştır.

d) Cytochalasin Blok (Cyt-B) Çözeltisi:

Kan kültürünü, ikinci mitoz bölünmenin interfaz evresinde bloke etmek amacı ile kültüre 48. saatte eklenmek için; 1 mg Cyt-B (Sigma), 0,5 ml DMSO çözeltisi ve 5ml steril distile su ile hazırlanmıştır.

UV lambası ile steril hale getirilen doku kültür laboratuvarında, Laminar Flow Chamber (hepafiltrelerinden hava üflemeli kabin) içerisinde, bir kullanımlık, steril enjektörler yardımı ile 5 ml kompleks medyum, 0,5 ml PHA ve yaklaşık olarak 1 ml kan örneği, steril 10 ml polietilen kültür şişelerine konmuş ve hücrelerin mitoz bölünme geçirmeleri için 48 saat boyunca 37°C de inkübatörde bekletilmiştir. Her kan örneği için iki paralel kan kültürü hazırlanmıştır.

İnkübatörde 48 saati dolduran kan kültürleri, tekrar hava üflemeli kabin içerisine alınmış ve burada kültüre 0,15–0,20 ml Cyt-B eklenmiştir. Böylece birinci mitoz bölünmelerini tamamlayan hücrelerin, ikinci bölünmenin interfazında bloke olmaları (biriktirilmeleri) sağlanmıştır. Cyt-B eklenen kültür 37°C' deki inkübatörde 20 saat daha bırakılmıştır. Toplam 68 saatlik kültür işleminden sonra hücrelerin tespit (fikse) edilmesi işlemine geçilmiştir.

3.3 Hücrelerin Tespit (Fikse) Edilmesi

37°C' de 68 saatlik sürelerini tamamlayan kan kültürleri, santrifüj tüplerine (Falcon tüp) aktararak, 1000 RPM' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra tüpün üst kısmında kalan süpernatant (serum) atılmıştır. Daha sonra tüpün alt kısmına çöken kan hücreleri, bir vortex karıştırıcı yardımı ile karıştırılırken, üzerlerine hipotonik şok için buz

soğukunda (4°C) 0,075M KCl' den 6 ml uygulanmış ve bekletilmeden 1000 RPM' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra tüpün üst kısmında kalan süpernatant atılmıştır. Tüpte kalan hücreleri temizlemek için üzerlerine vortex karıştırıcı yardımı ile yeni hazırlanmış, 1/4 oranında asetik asit/metanol, fiksatif çözeltisinden 6 ml, hücrelere zarar vermemek için yavaş yavaş tüpün çeperlerinden damlatılarak konmuş ve 1000 RPM' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası tüpün üst kısmında oluşan süpernatant atılmıştır. Fiksatif çözeltisi ile uygulanan bu işlem 2 kez daha tekrarlanmıştır. Son fiksatif çözeltisi içerisine %3 oranında, hücre sitoplazmasının dağılmasını, akmasını ve karışmasını önlemek amacı ile formaldehit eklenmiştir. Tüm bu işlemlerden sonra tüpün alt kısmında kalan beyaz kan hücrelerini korumak amacı ile fiksatif çözeltisinden 1,5 ml konulmuştur.

Elde edilen bu hücreler, önceden kodlanmış ve hücrelerin üzerlerine daha iyi tutunabilmesi için soğutulmuş lamlar üzerine çok yakın mesafeden damlatılmış ve düz bir zemin üzerinde oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

Hücreler lam üzerinde kuruduktan sonra, distile suya %5 oranında Giemsa (Gibco) boya katkısı ile hazırlanan karışım içerisinde 8 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda lamlar distile su ile yıkanmış ve kurutulmuştur. Mikroskop ile sayıma geçilmeden önce lamların üzerinde yapışık durumda bulunan hücreleri korumak amacı ile lamlar, özel bir yapıştırıcı yardımı ile lamel adı verilen ince ve saydam bir tabaka ile kapatılmıştır.

3.4 Kan Örneklerinin Değerlendirilmesi

Değerlendirmeye hazır duruma gelen kan örnekleri, mikroskopta x200 ve x1000 büyütme ile Fenech ve Morley'in (1985) MN sayım kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu kriterlere göre, birinci mitoz bölünmesini tamamlamış, ancak Cty-B ile sitoplazma bölünmesi engellendiği için, sitoplazma içerisinde iki yeni ana nukleusun bulunduğu hücreler (binukleatlar) sayılmıştır. Binukleat hücreleri sayılırken, bu hücreler içerisinde, ana çekirdeklerle aynı yoğunlukta ve özellikte boyanan, ışığı yansıtmayan, düzgün şekilli ve çekirdeğin yarısından daha küçük boyutlu MN'ların sayısı ve lam üzerindeki koordinatları not edilmiştir. Örnek Kayıt Ek 1'de verilmiştir.

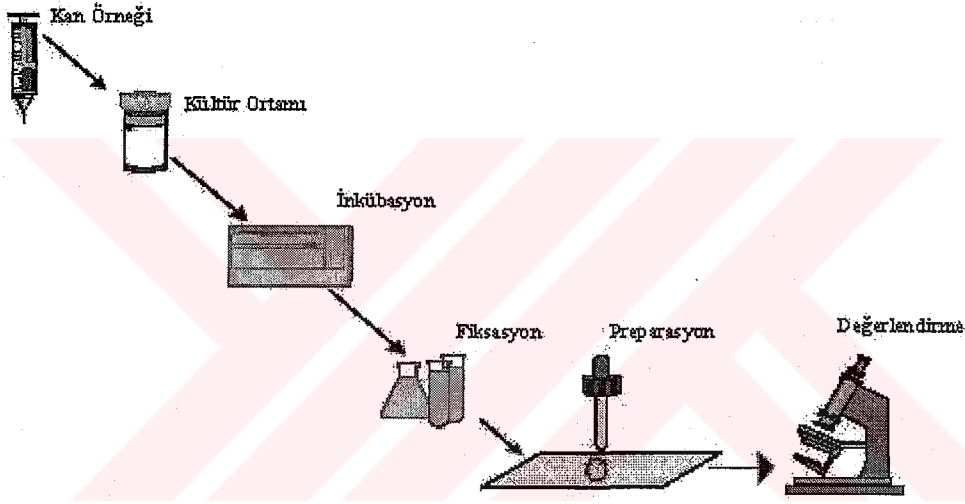
Her kan örneği FDG verilmeden önce ve sonra olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Her sayımda çıkan toplam MN sayısı, aynı sayımdaki toplam binukleat sayısına bölünerek, o örneğin MN verimi bulunmuştur. FDG verildikten sonraki kan örneğinden elde edilen MN verimi ile aynı hastanın FDG verilmeden önce alına kan örneğinden elde edilen MN veriminin farkı alınmıştır. Böylece FDG'nin neden olduğu MN verimi bulunmuştur. Bu MN veriminin,

daha önce bu çalışmanın yapılmış olduğu laboratuarda elde edilen iç ışınlama doz-cevap eğrisinden çıkarılan, aşağıda (3.1)'de verilen formül yardımı ile biyolojik dozu hesaplanmıştır (Dalcı, 1993). Aynı işlem her hasta için tekrarlanarak tüm hastaların almış olduğu doz değerleri bulunmuştur.

$$Y = 1,24 \times 10^{-3} + 9,25 \times 10^{-3} D + 2,16 \times 10^{-3} D^2 \quad 3.1$$

Burada Y, örneğin MN verimi, D ise bu verimin Gray cinsinden biyolojik doz karşılığıdır.

Bu çalışmada her örnek için 2500 binukleat sayımı hedeflenmiş olup, bazı örneklerde bu sayıya, hücrelerin yeteri kadar bölünme geçirmemesinden dolayı ulaşılamamıştır.



Şekil 3.1 Deneysel çalışmanın aşamaları (Coşkun ve Coşkun, 2003).

4. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzde insanlar, teşhis ve tedavi amacıyla, mesleki olarak ya da kaza gibi nedenlerle radyasyona maruz kaldıklarında, karşılaşılabilecekleri biyolojik sonuçların ne olacağı endişesini taşımaktadırlar. Aslında insanlık, var olduğundan beri doğal radyasyon kaynaklarının etkisinde kalmıştır. Ancak geçen yüzyılda başlayan nükleer fizik alanındaki gelişmeler, günümüzde nükleer teknolojiye sahip birçok cihazın kullanımını sağlamış ve biz insanları daha fazla radyasyon riski ile karşı karşıya bırakmıştır. İnsanlar, yapay radyasyonun etkisine en fazla tıp uygulamaları sırasında maruz kalmaktadır [4]. Tıp uygulamaları arasında radyolojik tanı teknikleri bu alanda başı çekmektedir.

Bu tez çalışmasında, son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan PET tekniğinde, görüntü almak için hastalara damar yolu ile zerk edilen radyoaktif Flor-18 içeren FDG'nin, olası biyolojik hasar riski araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan kan örnekleri, GATA Haydarpaşa Eğitim hastanesi, nükleer tıp servisinde alınmış ve ÇNAEM Radyobiyojoloji bölümü laboratuvarlarında kan kültürüne alınmıştır.

Çalışmada kullanılan kan örnekleri, kanser şüphesi ile veya çeşitli kanser türlerinin kontrolü için nükleer tıp servisine PET çekimi için başvuran, vücutlarına ^{18}F -FDG zerk edilen, yaşları 18 ile 78 arasında değişen 11'i kadın ve 19'u erkek olmak üzere toplam 30 kişiden alınmıştır. Kan örnekleri bu kişilerden, vücutlarına FDG zerk edilmeden ve zerk edildikten yaklaşık olarak iki saat sonra alınmıştır. Böylece, her hastadan farklı iki zaman ve durumda alınan örnekler karşılaştırılarak, sadece ^{18}F -FDG'nin hastalar üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

İyonize radyasyonun canlılar üzerine etkisini; laboratuvar ortamında, test tüpleri içerisinde (in vitro şartlarda) araştıran birçok çalışma literatürde bulunmaktadır. Ancak bu çalışmada olduğu gibi, radyasyonun etkisini canlı vücut içerisinde (in vivo şartlarda) araştıran çalışmalar, literatürde çok kısıtlı yer almaktadır. Özellikle PET tekniği ile ilgili çalışmalara, literatürlerde rastlanmamıştır. Sadece FDG'nin insan vücudundaki dağılımı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, FDG dağılımının, insanların metabolik aktivitelerindeki farklılığa bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (DeLoar 1998; Tan ve Ong 2004).

Bu çalışmada kullanılan kan örneklerinin alındığı hastaların genel bilgileri Çizelge 4.1'de, ayrıntılı bilgileri ise Ek 2'de verilmiştir. Ayrıca hastalara PET uygulaması sırasında verilen aktivite ve biyolojik doz karşılıkları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Kullanılan doz-cevap eğrisi, 0,015 Gy değerinden düşük değerlerde doz karşılığı verememektedir. Bu yüzden 0,015 Gy değerinden düşük doz değerleri background (BG) olarak alınmıştır.

Çizelge 4.1 Genel hasta bilgileri.

Kod	Cinsiyet	Yaş	Sigara	Kanser Türü	Ailedeki Kanser / Yakınlığı
1	Bay	55	Bıraktı	Kalınbarsak	Yok / Yok
2	Bay	---	---	---	--- / ---
3	Bayan	73	Bıraktı	Over	Meme / Ablası
4	Bay	71	Kullanıyor	Prostat	Yok / Yok
5	Bay	---	---	---	--- / ---
6	Bay	---	Kullanıyor	---	Yok / Yok
7	Bay	64	Bıraktı	---	Yok / Yok
8	Bay	22	Kullanmadı	---	Bağırsak / Babası
9	Bay	75	Bıraktı	---	Akciğer / Babası
10	Bay	31	Kullanıyor	Tiroid	Kan / Kardeşi
11	Bayan	34	Kullanmadı	---	Akciğer / Dedesi
12	Bay	62	Kullanıyor	Prostat	Meme / Annesi
13	Bay	55	Bıraktı	Guatr	Yok / Yok
14	Bayan	24	Kullanmadı	Hodgkin's	Yok / Yok
15	Bayan	77	Bıraktı	Akciğer	Sintüs / Annesi
16	Bayan	23	Kullanmadı	Tiroit Mod.	Tiroit Mod. / Annesi, kardeşi
17	Bay	23	Bıraktı	Testis	Yok / Yok
18	Bayan	---	---	---	--- / ---
19	Bayan	67	Kullanmadı	Tiroit Mod.	Yok / Yok
20	Bay	66	Bıraktı	Akciğer	Yok / Yok
21	Bayan	18	Kullanmadı	Hodgkin's	Kolon / Dedesi
22	Bayan	60	Bıraktı	Lenf	Karaciğer / Annesi
23	Bay	77	Bıraktı	Lenf	Mesane / Babası
24	Bay	27	Kullanıyor	Tiroit	Akciğer / Dedesi
25	Bay	57	Kullanmadı	Prostat	Yok / Yok
26	Bayan	64	Kullanmadı	---	Yok / Yok
27	Bay	60	Bıraktı	Mide, Yemek B.	Yok / Yok
28	Bay	78	Bıraktı	Kolon	Karaciğer, Yemek B./ Amca kızları
29	Bayan	78	Kullanmadı	Göğüs, Kalp K.	Akciğer, Safra / 2 Dayısı, Teyzesi
30	Bay	22	Bıraktı	Y. Doku, Mide	Yok / Yok

Çizelge 4.2 Hastalara verilen aktivite, sayım sonuçları ve doz karşılıkları.

Hasta Kodu	FDG Öncesi		FDG Sonrası		Verilen Aktivite (mCi)	Doz (Gy)
	Toplam MN	Sayılan BN	Toplam MN	Sayılan BN		
1	---	---	---	---	14,4	---
2	---	---	---	---	8,4	---
3	34	2396	40	2455	15,0	0,091
4	---	---	---	---	15,0	---
5	41	2352	87	2540	14,4	1,294
6	28	1408	11	936	8,6	BG
7	45	2511	53	2504	14,6	0,207
8	---	---	---	---	9,3	---
9	---	---	---	---	15,0	---
10	39	1886	56	1886	12,5	0,720
11	143	2294	159	2190	9,0	0,819
12	48	2289	57	2535	12,0	0,030
13	---	---	---	---	10,0	---
14	11	2530	13	2530	12,0	BG
15	7	517	8	543	9,0	BG
16	19	2538	21	2538	7,0	BG
17	25	2508	24	2508	8,2	BG
18	119	2519	121	2519	6,7	BG
19	---	---	---	---	14,5	---
20	27	2539	32	2539	14,3	0,077
21	54	2508	54	2522	12,0	BG
22	16	1571	18	1571	16,4	BG
23	3	863	4	1136	16,2	BG
24	---	---	---	---	8,3	---
25	16	2520	14	2520	8,1	BG
26	16	1470	12	609	4,0	0,704
27	26	2507	27	2507	6,4	BG
28	14	2510	14	2230	9,5	BG
29	7	1064	21	1974	6,5	0,286
30	136	951	129	617	8,0	3,741

Kan örnekleri alınan 2, 5, 18 kod numaralı hastalar, durumları hakkında bilgi vermek istememiştir. 6 kod numaralı hasta ise sorularımı kısmen cevaplamıştır.

Her hastadan alınan kan örnekleri FDG verilmeden önce ve sonra olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Her değerlendirmede 2500 BN hücresi sayılması düşünülmüştür. Ancak değerlendirilen örneklerin sadece 13 tanesinde hedeflenen sayıda BN hücresi bulunmuştur. Geri kalan örneklerin 9 tanesinde daha düşük sayıda BN hücresi sayılarak değerlendirilmiştir. Ne yazık ki 8 örnekte de değerlendirmek için yeterli sayıda BN hücresi olmadığı gözlenmiştir. Böylece 30 örneğin sadece 22 tanesi değerlendirilebilmiştir. Yeterli sayıda BN hücresinin sayılamaması, örneklerin kan kültürü ortamında yeterli düzeyde bölünemediğini göstermektedir. Bunun nedeni ise kan örneklerinin elde edildiği hastaların, içinde bulundukları sağlık problemleri yüzünden almış oldukları tedaviden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Değerlendirilen 22 örneğin, 12 tanesinin BG seviyesinde doz aldığı saptanmıştır. Uluslararası Radyasyon Korunumu Komitesi (ICRP)'nin düzenlemelerinde halk için müsaade edilen yıllık etkin maksimum dozun 0,001 Sv (Yarar 2000) olduğu göz önünde bulundurulduğunda; çalışmada çıkan diğer sonuçların yüksek olduğu görülmüştür. Kod numarası 5 ve 30 olan hastaların, nedeni açıklanamayan büyüklükte bir doz aldıkları saptanmıştır.

Her hastanın farklı değerlerde doz almasının nedeni, PET uygulaması için hastalara verilen farklı miktarlardaki radyoaktiviteden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ancak hastalar incelendiğinde bu düşüncenin doğru olmadığı görülmüştür. Örneğin 11 ve 15 numaralı hastalara 9 mCi değerinde radyoaktivite verilmesine karşın, 11 numaralı hasta 0,819 Gy, 15 numaralı hasta BG seviyesinde doz almıştır. Aynı şekilde 12 mCi'lik radyoaktivite verilen hastalardan, 12 numaralı hasta 0,030 Gy, 14 ve 21 numaralı hastalar BG seviyesinde doz almıştır. Beyinlerinde tümör şüphesi ile PET uygulamasına maruz kalan 26 ve 29 numaralı hastalara sırası ile 4 mCi ve 6,5 mCi'lik radyoaktivite verilmesine karşın, 16,4 mCi ve 16,2 mCi verilen 22 ve 23 numaralı hastalardan çok daha düşük doz aldıkları saptanmıştır.

Sonuçlar:

- (1) Hastalara verilen radyoaktivite ile alınan biyolojik doz arasında bir korelasyon gözlenmemiştir.
- (2) Tıp literatüründe yer alan, FDG'nin insan vücudunda, metabolizmaya göre farklılık gösterdiği yönündeki araştırmaları destekleyen bir sonuca varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Almassy, Z., Krepinsky, B., Bianco, A., Köteles, G.J., (1987), "The Present and Perspectives of Micronucleus Assay in Radiation Protection. Applied Radiation Isotopes", Vol.38, No.4, 241-249.
- Bayhan, H., Arbak, G., (2002) PET Fiziği
- Bayhan, H., Sönmezoğlu, K., (2002), "Pozitron Emisyon Tomografi: Temel Bilgiler, Dünyadaki Durumu ve F18-2-floro-D-glukoz (FDG) ile Klinik Uygulama Sonuçları", Konya Karaman Tabip Odası Genel Tıp Dergisi
- Brownell, G.L., (1999), A History of Positron Imaging, Physics Research Laboratory, Massachusetts General Hospital.
- Coşkun, M., Coşkun, M., (2003), "Biyolojik Dozimetri ve İlgili Gelişmeler", Cerrahpaşa Tıp Dergisi
- Countryman, P.I., Heddle, J.A., (1976), "The Production Micronucleus from Chromosome Aberration in Irradiated Cultures of Human Lymphocytes", Mut. Res. 41, 321-332.
- Countryman, P.I., Heddle, J.A., (1977), "A True Microculture Technique for Human Lymphocytes Human Genetics", No. 35, 197-205.
- Dalcı, D., (1993), Radyasyon Etkisi ile Meydana Gelen Kromozom Aberasyonların Biyolojik Dozimetre Olarak Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Dalcı, D., (2001), Başlıca Biyolojik Dozimetri Yöntemleri, Eğitim Sunusu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi.
- Deloar, H.M., Fujiwara, T., Shidahara, M., Nakamura, T., Watabe, H., Narita, Y., Itoh, M., Miyake, M., Watanuki, S., (1998), "Estimation of Absorbed Dose 2-[F-18]Fluoro-2-deoxy-D-glucose using Whole-Body Positron Emission Tomography and Magnetic Resonance Imaging", European Journal of Nuclear Medicine Vol. 25, No.6.
- Fenech, M., Morley, A.A., (1985), "Measurement of Micronuclear Assay in Lymphocytes", Mut. Res. 147, 29-36.
- Fenech, M., (2000), "The In Vitro Mikronucleus Technique", Volume 455, Issue 1-2, 81-95.
- Fenech, M., Chang, W.P., Kirsch-Volders, M., Holland, N., Bonassi, S., Zeiger, E., (2002), "HUMN Project: Detailed Description of the Scoring Criteria for the Cytokinesis-Blok Micronucleus Assay Using Isolated Human Lymphocyte Cultures", Mut. Res. 534, 65-75.
- Günalp, B., (2003), İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri, GATA Nükleer Tıp Ana Bilim Dalı
- Heddle, J.A., Carrano, A.V., (1977), "The DNA Content of Micronuclei Induced in Mouse Bone Marrow by Gamma Irradiation: Evidence that Micronuclei Arise from Acentric Chromosomal Fragments", Mut. Res. No.44,63-71.
- İnce, M., (2002), Pozitron Emisyon Tomografisi ve Coincidence Gama Kameralarda Kalite Kontrol, GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Nükleer Tıp Servisi, İstanbul
- Krane, K.S., (2001), Nükleer Fizik 1. Cilt, Palme Yayıncılık, Ankara

Lushbough, C., Eisele, G., Burr, W., Hubner, K., Wachholz, B., (1991), "Current Status of Biological Indicators to Detect and Quantify Previous Exposure to Radiation" Health Physics 60, 1, 103-109.

Moorhead, P.S., Nowell, P.C., Hungerford, D.A., (1960), "Chromosome Preparations of Leukocytes Cultured from Human Peripheral Blood", Experimental Cell Res. Vol. 20, 613-616.

Özalpan, A., (1980), Radyobioloji Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul

Sasaki, M.S., Norman, A., (1966), "Proliferation of Human Lymphocytes in Culture", Nature No 210, 913-917.

Schmid, W., (1975), "The Micronucleus Test for Cytogenetic Analysis", Mut. Res. 31, 9-15.

Tan, L.T.H., Org, K.L., (2004), "Semi-Quantitative Measurements of Normal Organs with Variable Metabolic Activity on FDG PET Imaging. Ann Acad Med", Singapore, 33, 183-5.

Togay, Y.E., (2000), Radyasyonun Biyolojik Etkileri, TAEK Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi

Yarar, Y., (2000), Sağlık Fiziği Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi

Yarar, Y., (2002), Yüksek Lisans Nötron Fiziği Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi

INTERNET KAYNAKLARI

[1] http://web2.deu.edu.tr/fak/tip/dejog/Blm29W.htm#_edn4

[2] <http://dbserv.ihep.su/hist/owa/hw.part1>

[3] www.monrol.com.tr

[4] www.taek.gov.tr

EKLER

- Ek 1 MN kayıt formu
Ek 2 Kan örnekleri alınan hastaların bilgileri



Ek 1 MN Kayıt Formu

Preparat No : 14 / Ö-1

Tarih : 24.08.2004

	x	y	1	2	3	4
1	121,3	1,7	X			
2	118,3	4,6		X		
3	102,1	5,9	X			
4	136,7	10,7	X			
5	135,1	14,7		X		
6	110,1	14,9	X			
7	130,0	19,7	X			
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

	x	y	1	2	3	4
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Sayılan Hücre : 1654

Toplam MN : 9

Ek 2 Kan Örnekleri Alınan Hastaların Bilgileri

Kod No: 1

Tarih: 16.01 2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 13.02.1949

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Bulgaristan, İstanbul, Düzce

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Serbest Meslek

Meslek :

Süre : 30 yıl

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 25 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 7 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Kalınbarsak kanseri

Teshis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

MR (2003 yılında 2 kez)

GENETİK ÖZGEÇMİŞ :

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar:Bilgi yok

Hastaya verilen aktivite: 14,4 mCi

Kod No: 2

Tarih: 16.01.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi :

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yöreler :

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek :

Meslek :

Süre :

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Kullandığı ilaçlar:

Hastaya verilen aktivite: 8,4 mCi

Kod No: 3

Tarih: 06.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 01.01.1931

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : İstanbul, Konya, Diyarbakır

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Başhemşire

Süre :

Süre : 35 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 10 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 19 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Overyum kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Yılda bir kez BT ve direkt grafi çektiymiş. (son 3 yıl)

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Ablası meme kanseri

Kullandığı ilaçlar: Ator, Comadin, Zesterotic, Starliks, Glukobay

Hastaya verilen aktivite: 15,0 mCi

Kod No: 4

Tarih: 06.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 04.05.1933

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Ankara, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek : Meslek : Diyanet işleri başkanlığı

Süre : Süre : 25 yıl

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor (X)

Kullanım Süresi :

Süre : 20 yıl

Miktar :

Miktar : Günde 1-2 kez pipo

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Prostat kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

PA Grafi, kemik sintigrafisi (20 mCi MDP)

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Ağrı kesici, Diamicron, Glukobay

Hastaya verilen aktivite: 15,0 mCi

Kod No: 5

Tarih: 20.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi :

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere :

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek :

Meslek :

Süre :

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Kullandığı ilaçlar:

Hastaya verilen aktivite: 14,4 mCi

Kod No: 6

Tarih: 20.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi :

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Amasya

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek :

Meslek :

Süre :

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor (X)

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Bırakma Süresi :

Miktar : 1 paket/gün

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Kullandığı ilaçlar:

Hastaya verilen aktivite: 8,6 mCi

Kod No: 7

Tarih: 27.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1940

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Balıkesir, Ağrı, Erzurum, Kars, Malatya, Elazığ, Ankara, Samsun, Kıbrıs

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Astsubay

Süre :

Süre : Bilinmiyor

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 40 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 1 ay

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Bel fıtığı

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

1 kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Kalp ilaçları

Hastaya verilen aktivite: 14,6 mCi

Kod No: 8

Tarih: 27.02.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1982

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yöreler : Antalya

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Camcı

Meslek :

Süre : 3 yıl

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Yok

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

MR, 3 kez tomografi, sintigrafi, röntgen çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Babası bağırsak kanseri

Kullandığı ilaçlar: Ağrı kesici

Hastaya verilen aktivite: 9,3 mCi

Kod No: 9

Tarih: 05.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 27.05.1929

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Çorap imalatı

Süre :

Süre : Bilinmiyor

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 50 yıl

Süre :

Miktar : 2 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 6 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Yok

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Yok

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Babası akciğer kanseri

Kullandığı ilaçlar: Tansiyon ilacı

Hastaya verilen aktivite: 15,0 mCi

Kod No: 10

Tarih: 05.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1973

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Çorlu, Uşak

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Astsubay

Meslek :

Süre : Bilinmiyor

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor (X)

Kullanım Süresi :

Süre : 6 yıl 1 paket/gün

Miktar :

Miktar : Son 4 yıl 2-3 tane/gün

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Tiroit kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

1 kez sintigrafi çektiymiş.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Kardeşi kan kanseri

Kullandığı ilaçlar: Tefor

Hastaya verilen aktivite: 12,5 mCi

Kod No: 11

Tarih: 05.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1967

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yöreler : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Hastanede muhasebe

Meslek :

Süre : 7 yıl

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Yok

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Yok

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Dedesı akciğer kanseri

Kullandığı ilaçlar: Yok

Hastaya verilen aktivite: 9,0 mCi

Kod No: 12

Tarih: 18.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 09.02.1942

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yöreler : Ankara, Eskişehir, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Hava Albayı

Süre :

Süre : 31 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor (X)

Kullanım Süresi :

Süre : 20 yıl

Miktar :

Miktar : 1 paket/günde

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Prostat kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Birer kez MR ve sintigrafi çekirmiş.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Annesi meme kanseri

Kullandığı ilaçlar: Zoledex, Casodex, Xatral, Zomefol, kemik kuvvetlendirici ilaçlar

Hastaya verilen aktivite: 12,0 mCi

Kod No: 13

Tarih: 18.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 01.03.1949

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Eskişehir, Malatya, İzmir, Kırklareli

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Astsubay (patlayıcı uzmanı)

Süre :

Süre : 30 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 35 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 2 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Guatr kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Birçok kez tomografi, röntgen çekti. (mesleki hayatında görüntüleme cihazı kullandı.)

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: İbatol

Hastaya verilen aktivite: 10,0 mCi

Kod No: 14

Tarih: 19.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1980

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : Bartın, Düzce

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek :

Meslek :

Süre :

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Hodgkin's

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son 6 yılda birçok kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

yok

Kullandığı ilaçlar: Bilinmiyor

Hastaya verilen aktivite: 12,0 mCi

Kod No: 15

Tarih: 19.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1927

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : Pamukova, Antalya, Samsun, Ankara, Eskişehir, Uşak, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek : Ev hanımı

Meslek :

Süre :

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 50 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Bırakma Süresi : 6 yıl

Miktar :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Akciğer kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Bir çok kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Annesi sinüs, dayısı gırtlak kanseri

Kullandığı ilaçlar: Spiriva, Senedite miskus, İsoptin, Teokap

Hastaya verilen aktivite: 9,0 mCi

Kod No: 16

Tarih: 19.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1981

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yöreler : Bitlis, İstanbul, Kocaeli

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Cerrahi bölümü hemşiresi

Meslek :

Süre : 5 yıl

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Tiroit modüller kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Tomografi ve Sintigrafi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Anne, kardeşleri ve dayısı tiroit modüller.

Kullandığı ilaçlar: Tefor

Hastaya verilen aktivite: 7,0 mCi

Kod No: 17

Tarih: 26.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1981

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Denizli

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Otel personeli

Meslek :

Süre : 6 yıl

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 8 yıl

Süre :

Miktar : 2 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 2 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Testis kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Bir çok kez tomografi ve röntgen çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Kemoterapi gördü

Hastaya verilen aktivite: 8,2 mCi

Kod No: 18

Tarih: 26.03.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi :

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere :

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek :

Meslek :

Süre :

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Kullandığı ilaçlar:

Hastaya verilen aktivite: 6,7 mCi

Kod No: 19

Tarih: 02.04.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1937.

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : İstanbul, Ankara, Kırklareli

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Öğretmen

Süre :

Süre : 20 yıl

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Tiroit modüller

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Birçok kez tomografi ve röntgen çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: tefor, Glutemon, Sipran

Hastaya verilen aktivite: 14,5 mCi

Kod No: 20

Tarih: 02.04.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1938

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : İnşaat işçisi

Süre :

Süre : 35 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 55 yıl

Süre :

Miktar : 3 paket/gün

Bırakma Süresi : 20 gün

Miktar :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Akciğer kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

2 kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: tansiyon ve kalp ilaçları

Hastaya verilen aktivite: 14,3 mCi

Kod No: 21

Tarih: 02.04.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 31.10.1986

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : İstanbul, Ankara

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek : Öğrenci

Meslek :

Süre :

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Hodgkin's, talasemi

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Ultrason ve 3 kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Dedesi kolon kanseri

Kullandığı ilaçlar: Kemoterapi gördü, talasemi ilaçları kullanıyor

Hastaya verilen aktivite: 12,0 mCi

Kod No: 22

Tarih: 09.04.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1944

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : İzmir, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : İşçi

Süre :

Süre : Bilinmiyor

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 6 yıl

Süre :

Miktar : 5 tane/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 20 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Lenf kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Yakın zamanda iki kez tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Annesi karaciğer kanseri

Kullandığı ilaçlar: Ator, Beloc, Danitrin ; Epdantoin, kalp ilacı

Hastaya verilen aktivite: 16,4 mCi

Kod No: 23

Tarih: 27.05.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1927

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Pilot

Süre :

Süre : 35 yıl

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 30 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Bırakma Süresi : 10 yıl

Miktar :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Lenf kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Bir çok kez ultrason ve tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Babası mesane kanseri

Kullandığı ilaçlar: Tansiyon ilacı

Hastaya verilen aktivite: 16,2 mCi

Kod No: 24

Tarih: 27.05.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 12.03.1977

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Mardin, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor (X)

Emekli ()

Meslek : Kamyon şoförü

Meslek :

Süre : 5 yıl

Süre :

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı ()

Kullanıyor (X)

Kullanım Süresi :

Süre : 1,5 yıl

Miktar :

Miktar : 2 paket/gün

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Tiroit kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son iki yıl birçok kez ultrason ve tomografi yaptırdı.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Dedesi akciğer kanseri

Kullandığı ilaçlar: Tefor

Hastaya verilen aktivite: 8,3 mCi

Kod No: 25

Tarih: 03.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1947

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : İstanbul, İzmit, Elazığ, Kıbrıs

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Askeri savcı

Süre :

Süre : 29 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Prostat kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Birçok kez tomografi çekirmiş

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Kalp ve tansiyon ilaçları

Hastaya verilen aktivite: 8,1 mCi

Kod No: 26

Tarih: 10.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1940

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek : Ev hanımı

Meslek :

Süre :

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Beyinde ur şüphesi

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son iki yılda akciğer ve böbrek tomografisi yaptırdı.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Kalp, böbrek ve romatizma ile ilgili ilaçlar

Hastaya verilen aktivite: 4,0 mCi

Kod No: 27

Tarih: 10.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 12.07.1944

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Lüleburgaz, Ağrı, Edirne, Urfa, İstanbul, Siirt, Ankara

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : General

Süre :

Süre : 36 yıl

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 25 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Bırakma Süresi : 1 yıl

Miktar :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Mide ve yemek borusu kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son bir yıl içerisinde birçok kez röntgen ve tomografi çekti.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar: Bilinmiyor

Hastaya verilen aktivite: 6,4 mCi

Kod No: 28

Tarih: 11.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1926

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Matbaa şefi

Süre :

Süre : Bilinmiyor

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 30 yıl

Süre :

Miktar : 0,5 paket/g

Miktar :

Bırakma Süresi : 23 yıl

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Kolon kanseri

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Birçok kez ultrason ve tomografi yaptırdı.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Amca kızlarında karaciğer ve gırtlak kanseri

Kullandığı ilaçlar: Codiyyovan, Belok, Comodin, Novozol

Hastaya verilen aktivite: 9,5 mCi

Kod No: 29

Tarih: 11.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1926

Cinsiyet : Kadın (X) Erkek ()

Yaşadığı Yörelere : Gümüşhane, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli (X)

Meslek :

Meslek : Öğretmen

Süre :

Süre : 28 yıl

SİĞARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı (X)

Bıraktı ()

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi :

Süre :

Miktar :

Miktar :

Bırakma Süresi :

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

22 yıl önce göğüs kanseri nedeni ile sağ göğsü alındı, Kalp kapakçığı kanseri ve beyinde ur şüphesi var.

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığımız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son 4 yılda 3 kez tomografi ve her yıl sintigrafi yaptırdı.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

İki dayısı akciğer, teyzesi safra kesesi kanseri

Kullandığı ilaçlar: Kemik romatizması ve tansiyon ilacı.

Hastaya verilen aktivite: 6,5 mCi

Kod No: 30

Tarih: 11.06.2004

ÖZGEÇMİŞ:

Doğum Tarihi : 1982

Cinsiyet : Kadın () Erkek (X)

Yaşadığı Yörelere : Malatya, Erzurum, Erzincan, İstanbul

İŞ DURUMU:

Çalışıyor ()

Emekli ()

Meslek : Öğrenci

Meslek :

Süre :

Süre :

SİGARA İÇME ALIŞKANLIĞI:

Kullanmadı ()

Bıraktı (X)

Kullanıyor ()

Kullanım Süresi : 2,5 yıl

Süre :

Miktar : 1 paket/gün

Miktar :

Bırakma Süresi : 6 ay

SAĞLIK DURUMU:

Son on yıl içinde geçirdiği önemli hastalıklar.

Nöroektodermal tümör

Teşhis ve tedavi amacıyla aldığınız x-ışını veya diğer radyoaktif maddeler.

Son iki yıl birçok kez tomografi, Toraks (13 gün) ve Batına (29 gün) ışın tedavisi görmüş, Ocak 2003' te PET yaptırdı.

GENETİK ÖZGEÇMİŞ:

Aile ve yakın akrabaları etkileyen herhangi bir doğumsal özür veya genetik bir kusur var mı ?

Yok

Aile ve yakın akrabalarınızda kanser hastalığı geçiren kimse var mı ?

Yok

Kullandığı ilaçlar:

Hastaya verilen aktivite: 8,0 mCi

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	30.09.1980	
Doğum yeri	Yeşilyurt / K.K.T.C.	
Lise	1994-1997	20 Temmuz Fen Lisesi
Lisans	1997-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Tezsiz Yüksek Lisans	2002-2003	İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fizik Öğretmenliği
Yüksek Lisans	2002-2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Ana Bilim Dalı

