

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**GAMA KAMERA VE UPTAKE PROBU İLE İKİ
FARKLI RADYONÜKLİD KULLANARAK
HESAPLANAN TİROİT UPTAKE DEĞERLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**
(Prospektif Çalışma)

Dr. Yusuf Ziya TAN

(NÜKLEER TIP UZMANLIK TEZİ)

KOCAELİ -2008

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**GAMA KAMERA VE UPTAKE PROBU İLE İKİ
FARKLI RADYONÜKLİD KULLANARAK
HESAPLANAN TİROİT UPTAKE DEĞERLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(Prospektif Çalışma)**

Dr. Yusuf Ziya TAN

(NÜKLEER TIP UZMANLIK TEZİ)

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Fatma BERK

Anabilim Dalı Başkanı: Doç.Dr. Fatma BERK

Etik Kurul Kararı (Ön Onay No: İ.A.E.K 14/4- Son Onay No: İ.A.E.K 14/6)

KOCAELİ -2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
	No
İÇİNDEKİLER	i
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
1. AMAÇ VE KAPSAM	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. TİROİT BEZİ	3
2.1.1. TİROİT BEZİ EMBRİYOLOJİSİ	3
2.1.2. TİROİT BEZİ ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ	3
2.1.3. TİROİT BEZİ FİZYOLOJİSİ	5
2.1.3.1. Tiroit Bezi Üzerine Etkili Hormonlar	5
2.1.3.1.1. Tirotropin Salgılatıcı Hormon(TRH)	5
2.1.3.1.2. Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH)	6
2.1.3.2. Tiroit Hormonları Sentezi	7
2.2. HİPERTİROİDİYE NEDEN OLAN TİROİT BEZİ HASTALIKLARI	11
2.2.1. TİROTOKSİKOZ VE HİPERTİROİDİZM	11
2.2.2. TOKSİK MULTİNODÜLER GUATR	12
2.2.3. TOKSİK ADENOMA	13
2.2.4. GRAVES' HASTALIĞI	13
2.2.5. TİROİDİTLER	15
2.3. TİROİT BEZİ HASTALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BAŞLICA NÜKLEER TIP TETKİKLERİ	15
2.3.1. TİROİT SİNTİGRAFİSİ	16
2.3.1.1. Tiroit Sintigrafisinde Kullanılan Radyofarmasötikler	17
2.3.1.2. Radyofarmasötik Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler	18
2.3.1.3. Tiroit Sintigrafisi Uygulama Tekniği	18
2.3.2. TİROİT UPTAKE TESTİ	19
2.3.2.1. Yan Etki ve Kontrendikasyonlar	19
2.3.2.2. Hasta Hazırlığı	20
2.3.2.3. İstrumentasyon	21
2.3.2.3.1. Probe Sistemleri	21
2.3.2.3.2. Gama Kamera	22
2.3.2.4. ^{99m} Tc Uptake Testi (TcU)	24
2.3.2.5. İyot Uptake Testi (İU)	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Çalışma Grubu	26
3.1.1. Hasta Seçimi	26
3.1.2. Çalışmaya Kabul Edilme	26
3.1.3. Çalışmaya Kabul Edilmeme	26
3.2. Uptake Testlerinin (TcU ve İU) Uygulaması	27

3.2.1.	^{99m} Teknesyum Uptake Testi	27
3.2.2.	Gama Kamerada TcU Testi ve Tiroit Sintigrafisi	27
3.2.3.	Gama Kamera ve Uptake Probu ile ¹³¹ I Uptake	29
3.3.	İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	32
4.	BULGULAR	33
4.1.	Demografik Özellikler	33
4.2.	TcU Değerleri	35
4.3.	GK-İU 4. Saat Değerleri	36
4.4.	UP-İU 4. Saat Değerleri	37
4.5.	GK-İU 24. Saat Değerleri	38
4.6.	UP-İU 24. Saat Değerleri	39
4.7.	GK-İU 4. Saat ve UP-İU 4. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması	40
4.8.	GK- İU 24. Saat ve UP-İU 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması	41
4.9.	TcU ve GK-İU 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması	42
4.10.	TcU ve UP-İU 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması	43
5.	TARTIŞMA	45
6.	SONUÇLAR – ÖNERİLER	49
7.	ÖZET	50
8.	ABSTRACT	51
9.	KAYNAKLAR	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CPM	Dakikada Alınan Sayım
GH	Graves' Hastalığı
GK	Gama Kamera
HEGP	Yüksek Enerjili Genel Amaçlı Kolimatör
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
İU	Radyoaktif iyot Uptake
¹³¹ I	İyot-131
RAİ	Radyoaktif İyot
LEHR	Düşük Enerjili Yüksek Rezolüsyonlu Kolimatör
LEGP	Düşük Enerjili Genel Amaçlı Kolimatör
sT3	Serbest Triiodotironin
sT4	Serbest Tetraiodotironin
TA	Toksik Adenom
TMG	Toksik Multinoduler Guatr
^{99m} Tc	Teknesyum 99m
TcU	Teknesyum Uptake
TPO	Tiroit Peroksidaz
TRH	Tiroit Salgılatıcı Hormon
TSH	Tiroit Stimülan Hormon
UP	Uptake Probu

SEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No
Şekil.1.	Tiroit Bezinin Anatomisi	4
Şekil.2.	Vücutta İyot Metabolizması	8
Şekil.3.	Tiroit Hormon Sentezi ve Salınımı	10
Şekil.4.	Uptake Probuunun Kesitsel Şematik Görünümü	22
Şekil.5.	a. Gama Kamera b. Uptake Probu	23
Şekil.6.	Gama Kamera İşlem Menüsü	28
Şekil.7.	Tiroit Dokusunun Seçilmesi	28
Şekil.8.	Tiroit Bezine Ait İlgili Alanlarının Çizilmesi	29
Şekil.9.	Uptake'in Hesaplandığı Son Ekran Sayfası	29
Şekil.10.	Uptake Probu Ekranının Görüntüsü	31
Şekil.11.	GK-İU 4. Saat Görüntüleri	31
Şekil.12.	GK-İU 24. Saat Görüntüleri	32
Şekil.13.	TcU Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	35
Şekil.14.	GK-IU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	36
Şekil.15.	UP-İU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	37
Şekil.16.	GK-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	38
Şekil.17.	UP-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	39
Şekil.18.	GK-İU 4. Saat ve UP-İU 4. Saat Değerleri Arasındaki İlişki	40
Şekil.19.	GK-İU 24. Saat ve UP-İU 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki	41
Şekil.20.	TcU ve GK-İU 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki	43
Şekil.21.	TcU ve UP-İU 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki	44

TABLolar DİZİNİ

		SayfaNo
Tablo.1.	Günümüzde Kullanılmakta Olan Tiroit Fonksiyon Testleri	16
Tablo.2.	Yetişkinler İçin Tiroit Bezine Ait Radyasyon Dozimetresi	20
Tablo.3.	Tiroit Uptake Testi Öncesi Kesilmesi Gereken İlaçlar ve Süreleri	21
Tablo.4.	İU'ı Azaltan ve Arttıran Faktörler	25
Tablo.5.	Hasta Gruplarının Cinsiyetlere Göre Dağılımı	33
Tablo.6.	Hastalık Gruplarına Göre Yaş Dağılımı	33
Tablo.7.	Hastalık Gruplarına Göre Tiroit Hormonlarının Değerleri	34
Tablo.8.	Hastaların Kullandıkları Antitiroit İlaçlara Göre Dağılımları	34
Tablo.9.	TcU Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	35
Tablo.10.	GK-IU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	36
Tablo.11.	UP-İU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	37
Tablo.12.	GK-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	38
Tablo.13.	UP-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı	39

1. AMAÇ VE KAPSAM

Tiroit bezi hastalıkları ülkemizde ve dünyada en fazla görülen hastalıklardandır. Aşikâr ve subklinik hipertiroidizm toplumun % 4-10'unda görülürken, bu oran ileri yaşlarda % 15-20'ye ulaşmaktadır (1). Ülkemiz için önemli bir sorun ise iyot yetmezliğidir. İyot yetmezliğine bağlı endemik guatr ülkemizde % 30'lara varan bir oranda saptanmıştır (2,3). Tiroit fonksiyonlarını araştırmak bu nedenle önem kazanmaktadır. Bu araştırmaya yönelik çok sayıda invitro ve invivo test bulunmaktadır. Tiroit hormonlarının kolay ve hassas olarak ölçülebiliyor olması nedeniyle invivo testlerden olan radyoaktif iyot uptake (İU) testinin kullanımı azalmış olmasına karşın, hipertiroidizmin ayırıcı tanısı, nodül ve tiroit bezinin otonomisinin belirlenmesi ve ¹³¹I tedavi dozunun hesaplanması gibi durumlarda halen kullanılmaktadır.

İU testi teknik olarak uptake probu (UP) kullanılarak yapılabileceği gibi gama kamera (GK) ile de yapmak mümkündür. Rutin uygulamada UP tercih edilmektedir. Fakat birçok nükleer tıp kliniğinde UP bulunmadığı için, test yapılamamakta veya GK ile yapılmaktadır. Ayrıca tiroidin uptake fonksiyonu iyot-131 (¹³¹I), iyot-123 (¹²³I) radyonüklidi yanı sıra teknesyum-99m (^{99m}Tc) perteknetat kullanılarak da ölçülebilmektedir. ¹²³I kısa yarı ömrü ve 159 KeV' luk düşük enerjisi ile görüntüleme için ideal bir gama kamera görüntüleme radyonüklidi olmasına karşın siklotron ürünü olması nedeniyle pahalı ve zor ulaşılmakta ve uptake testinde ülkemizde kullanılamamaktadır. ^{99m}Tc perteknetat nükleer tıp merkezlerinde rutin ve yaygın olarak kullanılan, jenaratörden elde edilen, yarı ömrü kısa ve enerjisi düşük bir radyonükliddir. ¹³¹I' in bulunmadığı durumlarda ^{99m}Tc perteknetat tiroidi görüntüleme yanı sıra uptake fonksiyonunu göstermede kullanılabilir. Fakat tıbbi yayınlar incelendiğinde farklı uptake ölçüm yöntemleri (UP – GK) ve/veya farklı radyonüklidler kullanılarak yapılan (¹³¹I - ^{99m}Tc perteknetat) uptake testleri arasındaki ilişkileri gösteren çalışma sayısı azdır (4-9).

Bu prospektif çalışmada, hipertiroidi tanısıyla tiroit sintigrafi istemiyle kliniğimize başvuran hastalarda İU testinin iki ayrı ölçüm sistemi olan gama kamera ve tiroit uptake probu, ve iki farklı radyonüklid (^{131}I - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ perteknetat) ile tiroit uptake çalışmalarının yapılması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve sonuçlar arasında ilişki olup olmadığının araştırılması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TİROİT BEZİ

2.1.1. TİROİT BEZİ EMBRİYOLOJİSİ

Tiroit, embriyolojik olarak gebeliğin üçüncü haftasında, ağız boşluğu tabanında 4. ve 5. faringeal ceplerden köken alan endodermal bir glanddır. Sonradan çukurlaşarak “divertikülüm tiroideum” adını alan yapı aşağıya doğru uzar, mezenşim içine girer ve “duktus tiroglossus” u oluşturur. Embriyo gelişimini takiben duktus tiroglossustan geriye yalnızca foramen caecum kalır. Üçüncü ve 4. trakea halkaları düzeyinde isthmus ile sağ ve sol tiroit lobu oluşur. Ardından başlangıçtaki kordonları oluşturan hücreler birbirlerinden ayrılarak foliküllere dönüşür. Tiroidin ana histolojik birimi olan folliküllerin büyüklüğü değişkendir ve bunların 20–40 kadarı bir araya gelerek lobülleri oluşturur (10).

Gebeliğin 15–16. haftalarında fetus tiroit bezinde follikül oluşumu ve iyot konsantrasyonu ile kolloid yapımı ve hormon sentezi başlar. Ayrıca bu dönemde primitif hipofiz hücrelerinden de tiroit stimulan hormon (TSH) salınımı başlar. TSH, triiodotironin (T_3) ve tetraiodotironin (T_4) doğumdan sonra, birkaç hafta içinde erişkindeki normal düzeye ulaşır (10).

Tiroitte yer alan diğer bir hücre ise krista nöralisten köken alan (ektodermal orijinli) parafoliküler hücreler ya da C hücreleri adı verilen, kalsitonin salgılayan hücrelerdir.

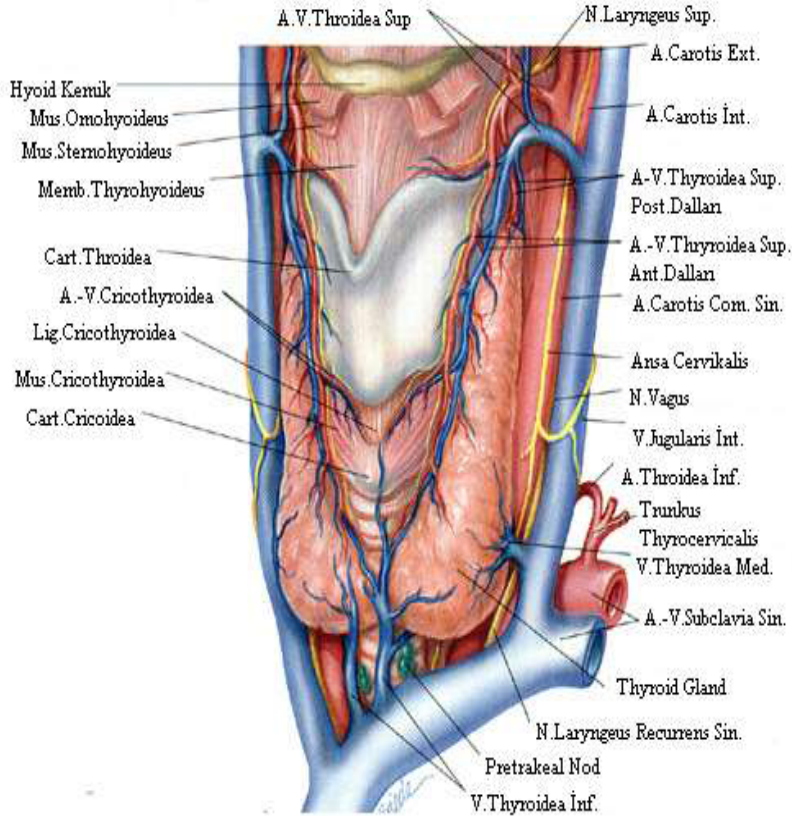
2.1.2. TİROİT BEZİ ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ

Normal erişkin tiroit bezi, açık kahverengi renkte, sert ve 15–20 gram ağırlığındadır. Ortada isthmus ile birleşen iki lobdan oluşur. Loblar ortalama 4 cm

uzunluğunda, 2 cm eninde ve 2 cm kalınlığındadır. Üstte tiroit kıkırdağına kadar uzanırlar. İnsanların %80'inde bu yapılara ilave olarak; istmustan yukarıya doğru uzanan ve tiroglossal kanalın kalıntısı olan piramidal lob bulunur. Genellikle orta hattın biraz solunda olup ve tiroit kıkırdağına kadar uzanır (11).

Her bir lob trakea lateralinde yer alır; superiorunda tiroit kartilajı, lateralinde karotis kılıfı ve sternokleidomastoid kası, anteriorunda sternotiroit ve sternohiyoid kasları bulunur. Arka medialde, özefagus ve trakea tarafından sınırlanmıştır. Tiroit, normalde komşu organlardan rahatlıkla ayrılabilir konumdadır. Ancak posterior süspansuar ligaman (Berry ligamanı), aracılığı ile krikoid kıkırdak ve üst trakeal halkalara sıkıca yapışıktır ve bu bölgenin rekürren laringeal sinirin en çok hasara uğradığı bölge olma özelliği vardır (12). Şekil.1'de tiroit bezi anatomisi görülmektedir.

Şekil.1. Tiroit Bezinin Anatomisi



Tiroit bezi, derin servikal fasyanın ön ve arka yaprakları arasında gevşek bir bağ dokusu tarafından sarılır. Tiroit larinkse asılıdır ve trakeaya tutunur. Yutkunma sırasında; larinkle birlikte yukarı hareket eder. Tiroitin gerçek kapsülü; tiroide yapışık ve doku içinde de yalancı lobüller oluşturan septaları olan, ince fibröz bir tabakadır (13).

Mikroskopik olarak tiroit; 20–40 folikülden oluşan lobüllere bölünmüştür. Erişkin erkekte, tiroit bezinde yaklaşık olarak 3×10^6 folikül vardır. Foliküller, sferik şekillidir ve ortalama $30 \mu\text{m}$ çapındadır. Her bir folikül, küboidal epitel ile çevrilidir ve merkezinde epitelyal hücrelerden salınan kolloid içerir. Epitelyal hücreler, pituiter bir hormon olan TSH etkisi altında salgılama yaparlar. Tiroitin, ikinci bir sekretuar hücre grubu da C hücreleri ya da parafoliküler hücrelerdir. Bu hücreler; kalsitonin içerirler ve salgırlar. Ayrı hücrelerdir veya interfoliküler stromada, küçük gruplar halinde foliküler hücreler arasında bulunurlar. Tiroit loblarının, üst pollerinde yerleşmişlerdir ve nöroektodermal hücre kökenlidirler. Ultimobrankial gövdeden orijin alır ve amin prekürsör uptake ve dekarboksilasyon (APUD) serisinin bir parçasıdır (13).

2.1.3. TİROİT BEZİ FİZYOLOJİSİ

2.1.3.1. Tiroit Bezi Üzerine Etkili Hormonlar

2.1.3.1.1. Tirotropin Salgılatıcı Hormon(TRH)

TRH, hipotalamusun paraventriküler nükleuslarında yapılır. Aksonlar tarafından median eminesteki primer pleksusa taşınan bu hormon, daha sonra portal ven aracılığıyla anterior hipofize ulaşır (14,15).

TRH, hipotalamusta proTRH halinde sentezlenir. ProTRH, 29000 d molekül ağırlığında olup, glisin-histidin-prolin-glisin aminoasit dizilerinin beş tane kopyasını

içerir. Beynin çeşitli bölgelerinde posttranskripsiyonel işlemlerden geçerek, aktif TRH haline gelir (15).

TRH, tirotroplardaki TRH reseptörlerine bağlanarak; TRH geninde transkripsiyon ve translasyon yaparak TRH'nin sentezlenmesini sağlar. Sentezlenen TSH'nin salınması da TRH'nin kontrolü altındadır.

2.1.3.1.2. Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH)

TSH, glikoprotein yapısında bir hormon olup; anterior hipofizdeki tirotroplarda yapılır ve salgılanır. 28000–30000 d arasında değişen molekül ağırlığına sahiptir. 92 aminoasitten oluşan α ve 118 aminoasitten oluşan β olmak üzere; iki polipeptit zincirinin non-kovalen bağlarla birleşmesi ve bu zincire karbonhidrat moleküllerinin katılması ile meydana gelmiştir (16).

TSH'nin yapım ve salınmasına etki eden birçok uyarıcı vardır. Bunlardan TRH, α reseptör etkili katekolaminler ve vasopressin uyarıcı; somatostatin, dopamin ve tiroit hormonları baskılayıcı etkiye sahiptir (16).

TSH'nin salınması belirli bir ritim içindedir. Sağlıklı bir insanda; uykudan birkaç saat önce serum TSH düzeyi yükselmeye başlar, gece maksimum düzeye ulaşır ve sabaha doğru azalarak öğleye doğru minimum düzeye düşer. Buna TSH'nin sirkadiyen ritmi denir (16).

TSH, tiroitin morfolojisini ve fonksiyonunu etkileyen bir hormondur. Bir yandan tiroitlerin gelişmesini kontrol ederken; diğer yandan tiroitlerde tiroit peroksidaz ve tiroglobulin yapımını, tiroglobulin proteolizisini, iyodun tutulmasını ve organifikasyonunu, iyodotirozinlerin yapımını, T_3 - T_4 hormonlarının yapım ve salınmasını kontrol eder. Tüm bu fonksiyonlar; TSH'nin tiroit membranındaki TSH reseptörüne bağlanması sonucu ortaya çıkar (16).

2.1.3.2. Tiroit Hormonları Sentezi

Tiroit hormonlarının yapımında iyot önemli rol oynamaktadır. İyot siyah, solid ve aktif bir element olup Gay Lussac tarafından 1812 yılında tanımlanmıştır. “İoeides” Yunanca’da “mor renkli” anlamına gelir. Yer kabuğunda oldukça nadir bulunan bir elementtir. İyodun suda eriyebilirliği en azdır, organik eriticilerde çözülür. Atom ağırlığı 126,9 olan iyot, elementler tablosunun VII. grubundadır. 117’den 138’e kadar izotopu vardır. Stabil izotopu ¹²⁷I’dir. En önemli inorganik iyot, hidrojen iyodür olup renksizdir (17).

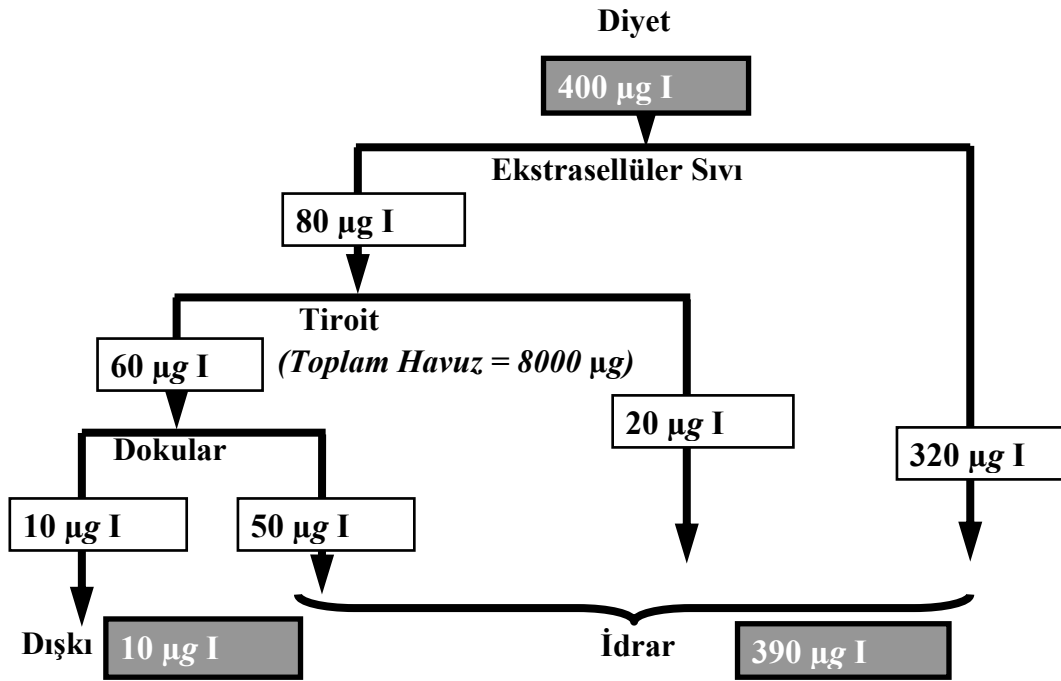
İyot kaya, toprak, mineral, deniz suyu ve yeraltı su kaynaklarında bulunmaktadır. En fazla koyu renkli yosunlarda bulunur. Toprakta bölgelere göre değişmek üzere 50–500 µg/kg civarında bulunur. Et, süt, yumurta ve tahıllardaki iyot miktarı, bölgenin iyot düzeyine ve mevsimlere göre değişebilmektedir. Deniz ürünlerinde ise 800 µg/kg iyot bulunur (17).

Günlük iyot gereksiniminin %90’ı gıdalardan, %10’u içme suyundan sağlanır. Gıdalardaki iyodun yaklaşık %50’si emilmektedir. Emilim, mide ve bağırsaklarda olur ve bir saatte tamamlanır. Plazmada inorganik iyot halinde bulunur ve düzeyi 0.1–0.5 µg/dl arasındadır (17). Böbreklerin iyodür iyonları için plazma klirensi çok yüksek olduğu için dolaşımda uzun süre kalmazlar (dakikada 35 mg). İlk birkaç gün içinde sindirilen iyodürün, beşte dördü normal olarak idrarla atılır, kalan beşte biri ise seçici olarak tiroit bezi hücreleri tarafından kandan alınarak tiroit hormonlarının sentezi için kullanılır (17). Şekil.2’de insan vücudundaki iyot metabolizması gösterilmektedir.

Vücutta endokrin bezler içinde, hormon sentezi için iyoda gereksinimi olan tek endokrin bez tiroittir. Tiroit hormonlarının oluşumunda ilk aşama, iyodürlerin ekstrasellüler sıvıdan tiroit bezi hücreleri ve folliküllere taşınmasıdır. Tiroit hücrelerinin bazal membranı, iyodürü hücre içine taşıyan özel bir yeteneğe sahiptir. Buna iyot tutulması denir. Tiroit bezi konsantrasyon farkına rağmen, plazmadan Na/I symporter taşıyıcı proteini ile tiroit bezinde plazma konsantrasyonunun 30 katına

kadar tutulur. Bununla beraber tiroit bezinin maksimal aktivite durumlarında konsantrasyon düzeyi bu değerin birkaç katına çıkabilir. Ayrıca uterus, meme bezleri, ince bağırsaklar ve plasenta da iyodu konsantre edebilir.

Şekil.2. Vücutta İyot Metabolizması



Tiroglobulin (Tg), tiroitin en önemli glikoproteinlerinden biri olup; tiroit hormonlarının yapımı ve depolanmasında önemli rol oynar. Tiroglobulin, intrauterin hayatta ilk kez 7. haftada saptanır, ancak olgun yapısına 28. haftadan sonra kavuşur (18).

TSH, Tg geninde transkripsiyonu başlatan en önemli hormondur. TSH etkisiyle retiküler endoplazmik retikulum'da yapımı başlayan Tg; daha sonra golgi cisimlerine geçerek glikolize olur. Glikolizasyonu tamamlanan Tg'de 134 adet tirozil grubu vardır. Normal şartlar altında bunların 18 tanesi iyodine olur. Bunlardan bazıları, seçici olarak iyodine edilir ve iyodotirozinler (MIT-DIT) ortaya çıkar. Olgun tiroglobulin molekülü olarak kolloid lümene salgılanır. Tiroglobulin salınma hızı yaklaşık olarak 100 mg/gündür. Tiroglobulinin dolaşımdaki yarı ömrü 3-4 gün olup

tiroidektomi sonrası ve hemen T₃ veya T₄ tedavisinin başlanıldığı vakalarda düzeyleri 6–8 hafta sonra stabilize olur (18).

Tg kullanılacağı zaman endositoz yoluyla kolloid lümeden lizozomlara gelir. Burada enzimatik aktiviteyle T₃ ve T₄ ayrılır ve Tg'nin %90'ı lizozomal enzimler tarafından aminoasitlere parçalanır. Geriye kalan Tg molekülleri, lenfatik sistem aracılığıyla dolaşıma geçer. Dolaşıma geçen Tg moleküllerinin, nasıl parçalandığı tam olarak bilinmemesine karşılık hepatositlerde metabolize oldukları düşünülmektedir.

Apikal membrana gelen iyot okside edilerek organik iyot (iyodin) haline gelir. İyodin tiroglobulinlerdeki tirozin gruplarına bağlanır ve monoiyodotirozin (MİT) ve diiyodo tirozin (DİT) ortaya çıkar. Bu aşamaların olabilmesi için, tiroit peroksidaz enzimi (TPO) ve hidrojen peroksite (H₂O₂) gereksinim vardır. Tg'nin amino grup terminalinde bulunan tirozin molekülündeki, 3 no'lu karbon atomuna iyodürün girmesiyle MİT, MİT'deki 5 nolu karbon atomuna iyodürün girmesiyle DİT oluşur. İki DİT molekülünün birleşmesi ile tiroksin (3',5'-3,5 tetraiyodotironin; T₄), bir DİT ve bir MİT molekülünün birleşmesi ile triiyodotironin (3'-3,5 triiyodotironin; T₃) hormonu ortaya çıkar (19). Şekil.3'de tiroit hormon sentezi ve salınımı gösterilmektedir.

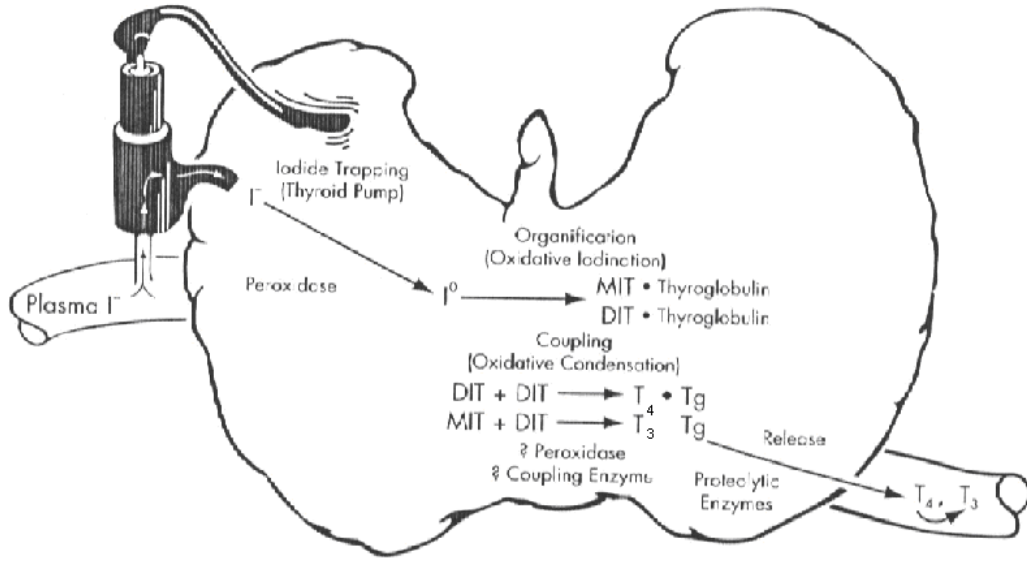
Tg deki iyodinin %30-40'ı T₄ üzerinde olup; serumda proteinlere bağlı iyodinin %90'ı T₄'e aittir. T₄ hormonunun tamamı tiroitte yapılıdır. Normalde, ötiroid insanlarda yapım ve salınım hızı ortalama 100 nmol/L (80µg/L)'dir. T₄'ün çok az bir kısmı (%0.03) serumda serbest halde bulunur (20). Serum normal sT₄ değeri 0.93 – 1.70 ng/dL olup, yarı ömrü 6.7 gündür.

T₃ hormonunun tiroitten günlük salınma miktarı ortalama 50 nmol/L (36 µg/L)'dir. Normal serum sT₃ değeri 1.57 – 4. 71 pg/ ml olup, T₃'ün yarı ömrü 0.75 gündür. Dolaşımdaki T₃'ün %20'si tiroitten salınırken; %80'i periferik dokularda 5' deiyodinaz enzimi aracılığı ile T₄'den oluşur (20,21).

Üç tip 5' deiyodinaz vardır.

- 1- Tip- 1 5' deiyodinaz: Karaciğer, dalak ve diğer dokularda vardır.
- 2- Tip- 2 5' deiyodinaz: Hipofizde bulunur.
- 3- Tip- 3 5' deiyodinaz: Beyinde bulunur.

Şekil.3. Tiroit Hormon Sentezi ve Salınımı



Tiroit hormonlarının yapımında olduğu gibi, bu hormonların tiroitten salınmaları da TSH'nin kontrolü altındadır. Kolloidde depolanmış olan Tg-hormon kompleksi, apikal membrandan hücre içine alınır. Bu olaya; endositoz veya mikropinositoz denir. Lizozomlardaki peptidazlar, tiroglobulin-hormon kompleksindeki disülfid bağlarını açarak T_3 ve T_4 'ü Tg'den ayırır. Tg'lerin büyük kısmı, lizozomlarda parçalanarak peptidlere ve aminoasitlere ayrılır ve tiroglobulin yapımı için substrat oluştururlar. Bir miktar tiroglobulin parçalanmadan dolaşıma geçebilir. T_3 ve T_4 serbest halde sitozoller içinde bazolateral membrana gelir ve TSH kontrolünde diffüzyonla kapillerlere geçer.

Tiroit hormon ve metabolitleri, serumda çeşitli proteinlere bağlı olarak taşınırlar. T₄'ün %0.03'ü, T₃'ün %0.3'ü, dokuların hormon gereksinimini karşılamak ya da metabolik ürünlere dönebilmek için serbest halde bulunur. Hormon taşıyan serum proteinleri; tiroksin bağlayan globülin (TBG), transtiretin veya tiroksin bağlayan prealbümin (TTR veya TBPA), albümin ve lipoproteinlerdir. TTR'nin yapım hızı ve serum konsantrasyonu; TBG'den fazla, albuminden azdır. Hormonların TTR'ye afinitesi ise TBG'den az, albuminden fazladır (19,20).

Serum taşıyıcı proteinlerin en önemli görevi; tiroit hormonlarının tiroit dışında depolanmalarını ve hormonların istenilen bölgelere gitmesini temin etmektir. Böylece;

- Dokuların gereksinimi kadar hormon serbest hale geçirilir,
- Dokular yüksek serbest hormon aktivitesinden korunur,
- Hormonların yıkım bölgesine daha az gitmesi sağlanır,
- Her biri enerji gerektiren hormon yapım ve yıkımı en uygun düzeyde tutulur,
- Özellikle iyot eksikliği olan bölgelerde iyot miktarı korunmaya çalışılır.

Serbestleşen iyot dolaşıma geri verilir ve metabolik havuza geri gider. Geride kalan T₄ ve T₃, suda eriyebilir hale gelip, idrar ve safrayla atılabilmeleri için glukronik asitle konjuge edilir. Atılan iyodotironinlerin bir kısmı, ince bağırsaktan geri emilerek enterohepatik dolaşıma girer. Atılımın yaklaşık üçte biri safrayla olur, ancak tiroksinin %50'si geri emilir (20).

2.2. HİPERTİROİDİYE NEDEN OLAN TİROİT BEZİ HASTALIKLARI

2.2.1. TİROTOKSİKOZ VE HİPERTİROİDİZM

Tirotoksikoz, dokuların yüksek miktarda tiroit hormonları ile karşılaşması sonucu gelişen klinik görünüm ya da hastalık tablosudur. Hipertiroidizm her ne kadar tirotoksikozla eş anlamlı olarak kullanılırsa da, tirotoksikozun tiroit bezinin fazla çalışması sonucunda açığa çıkan şeklini ifade eder. Tirotoksikoz çoğu kez tiroidin işlevinde artışa bağlıdır. Fakat bazen dışarıdan fazla miktarda tiroit hormonu

alınmasına, enflamasyona veya tiroit dışında bir bölgeden tiroit hormonu salgılanmasına bağlı da olabilir.

Tirotoksikoza yol açan durumlar tiroit bezinin İU'ne göre aşağıda belirtilmiştir (22) :

A- İU yüksek olan tirotoksikozlar

- a- Graves' Hastalığı,
- b- Toksik adenom (Plummer hastalığı),
- c- Toksik multinodüler guatr,
- d- Mol hidatiform,
- e- TSH salgılayan hipofiz adenomu (TSH oma),
- f- Hipofizer tiroit hormon rezistansı.

B- İU düşük olan tirotoksikozlar

- a- Subakut tiroidit, sessiz tiroidit, postpartum tiroidit erken dönemi,
- b- Aşırı iyot alımına bağlı tirotoksikoz (Jod-Basedow),
- c- Aşırı tiroit hormon alımına bağlı (Tirotoksikozis factitia),
- d- Metastatik tiroit folliküler kanseri,
- e- Struma ovarii.

2.2.2. TOKSİK MULTİNODÜLER GUATR

Multinodüler guatr (MNG) ; tiroidin birçok alanında olan nodüllerle büyümesine verilen bir isimdir. MNG özellikle iyot eksikliği olan bölgelerde yaygın olarak bulunur. Çoğu asemptomatik ve benignidir. Yıllık olarak %20 oranında büyüme kapasitesine sahiptir ve büyürse bazı semptomlarına yol açabilir. Otonom nodül varsa 5 yıl içinde %5–10 oranında aşikar tirotoksikoza neden olur (23).

Soliter nodüler guatrlarda, ince iğne aspirasyon biyopsisi ile değerlendirilen 1.5 cm'nin altındaki nodüllerde hem klinik hem de sitopatolojik malignite kriterleri yoksa medikal tedavi ile izlem yapılabilir. Diffüz ve ötiroid guatrlarda, supresyon tedavisinin yararı olmakla birlikte; özellikle soliter nodüller de bu tedavinin yararı sınırlıdır. Supresyon uygulanan hastalar yakından izlenmeli, her yıl ultrasonografi ile

nodülün büyüüp büyümediği belirlenmeli ve sitopatolojik olarak değerlendirilmelidir. Tedavi altında iken büyüyen nodülde; tek tedavi cerrahidir.

Toksik MNG'de (TMG) önce tiroit ilaçları ile ö tiroit hale getirip radyoaktif iyot (RAİ) verilir. Büyük guatrı olanlarda cerrahi tercih edilir. RAİ tedavi dozu yüksek olmalıdır. %25 vakada ikinci bir RAİ dozu gerekebilir. RAİ tedavisi ile tiroit volümü 2 yıl içinde %40–50 azalır (23).

2.2.3. TOKSİK ADENOMA

Toksik adenom (TA), diğer adıyla 'Plummer' hastalığı; tiroit nodülünün TSH'den bağımsız olarak fazla miktarda iyot tutması, tiroit hormonu sentezlemesi ve salgılamasıdır. Toksik adenom olguları daha çok endemik guatr bölgelerinde görülür. Çoğu sıcak veya otonom nodülün TSH reseptörü mutasyonları vardır. Tüm hipertiroidi vakalarının %15-30'nu oluşturur.

Toksik adenomda; hipertiroidizm genellikle Graves' Hastalığı'ndan daha hafiftir ve oftalmopati, pretibial miksödem, vitiligo veya tiroit akropatisi gibi tiroit dışı bulgular yoktur (23).

TA'da 3 tedavi seçeneği vardır.

Bunlar:

- a- Radyoaktif iyot
- b- Cerrahi
- c- Alkol enjeksiyonu' dur.

Bunlardan RAİ tedavisi en iyi tedavi seçimidir ve genellikle daha fazla tercih edilir. Nodül çapı 3 cm'den büyükse cerrahi tedavi seçilir. Yaşlı hastalarda ve cerrahi riski yüksek olan hastalarda RAİ tedavisi verilir (23).

2.2.4. GRAVES' HASTALIĞI

Graves' Hastalığı (GH), en sık rastlanan tirotoksikoz tipidir. İlk kez Galli bir hekim olan Caleb Parry tarafından, 1825'te tanımlanmıştır. Ancak hastalık, 1835'te tanımlayan İrlanda'lı Robert Graves'in adıyla anılır. Graves' Hastalığı kadınlarda 7 kat fazla görülür. Her yaşta görülebilse de; genç erişkinlerde daha sık ortaya çıkar.

GH, tiroit folikül hücrelerindeki TSH reseptörlerine, tiroit peroksidaz ve tiroglobüline karşı tiroidi uyaran antikor ve immunglobülinlerin olduğu bir otoimmün hastalıktır. Antikor bağlanması, reseptörleri uyarır ve klinik tabloyu ortaya çıkaran tiroit hormon salınımı gerçekleşir. Geçmişte sorumlu antikorun; 1956'da Adams ve Purves'in bulduğu uzun etkili tiroit uyaran antikor olduğu (LATS) sanılmıştır. Ancak bugün; geniş bir grup antikorun bu hastalığı ortaya çıkardığı saptanmıştır. Günümüzde; bu antikorların tümüne birden tiroit reseptör antikorları (TRAb) denilmektedir (23).

GH'nin klasik triadı guatr, tirotoksikoz ve oftalmopatidir. Bu bulgular, tek başına veya birlikte olabilir. Guatr, genelde diffüz, büyük ve düzgündür. Onikoliz veya tiroit akropatisi, saç dökülmesi, pretibial miksödem (%3–5) ve jinekomasti görülebilir. Egzoftalmi, tirotoksikozla birlikte ya da tirotoksikoz olmaksızın tek başına (ötiroid veya oftalmik Graves' Hastalığı) görülebilir (22,23).

GH tedavisi üç şekilde yapılabilir.

a- Antitiroit ilaç tedavisi: Tiyonamidler (Propiltiourasil ve Metimazol) kullanılır. Tiroid peroksidazı engelleyerek T_4 'ün T_3 'e dönüşümünü bloke ederek ve iyot organifikasyonunu inhibe ederek etkilerini gösterirler. Remisyon sağlamak için 12–18 ay kadar kullanılırlar. Antitiroit ilaçlarla %16–40 oranında remisyon sağlanır. İlaçların kesilmesinden sonra tekrar rahatsızlanan hastalarda diğer tedavi seçenekleri olan cerrahi veya RAİ almaları gerekmektedir. Ayrıca antitiroit ilaçlara bağlı yan etkiler nedeniyle (agranülositoz, kaşıntı, kızarma vb) ilaçlar kesilmeli ve diğer tedavi yöntemleri uygulanmalıdır (23).

b- RAİ tedavisi: GH olan yetişkinlerde en iyi tedavi yöntemi RAİ tedavisidir. Fiyat, etkinlik, kolay uygulanma ve kısa süren yan etkileri açısından antitiroit ilaçlara göre daha faydalıdır. 6 hafta ile 3 ay arasında hastalar ötiroid hale gelirler. %50–80 hasta sonuçta hipotiroidik duruma gelir. TSH düzeyleri izlenerek levotiroksin (LT₄) ile yerine koyma tedavisi yapılır.

c- Cerrahi: Subtotal tiroidektomi çok büyük bezi olan ve tıkayıcı semptomları olanlar ile bir yıl içinde hamile kalmak isteyen kadınlara yapılır. Hastaların %10'unda tekrarlayan tirotoksikoz gelişir ve bu hastalar genellikle RAİ ile tedavi edilirler (23).

2.2.5. TİROİDİTLER

Tiroiditler tiroit bezinin farklı etiyolojik nedenlerle oluşan ve farklı klinik tablolarla kendini gösteren heterojen inflamatuvar hastalıklarıdır. Tiroiditler, akut bakteriyel enfeksiyonlardan, kronik otoimmün hastalıklara kadar uzanan geniş bir yelpazeyi kapsar. Tiroiditler hastalığın başlangıç hızına, semptom ve bulguların şiddeti ve süresine göre akut, subakut ve kronik tiroiditler olarak 3 ana grup altında sınıflandırılırlar.

İU testi düşük olup, hipertiroidi yapan diğer nedenlerden ayırt edilebilir. Hastaların tedavileri semptomatik olup, beta blokerler ile yapılır (23).

2.3. TİROİT BEZİ HASTALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BAŞLICA NÜKLEER TIP TETKİKLERİ

Tiroit bezi hastalıklarında tedavideki başarı, temel olarak doğru teşhise bağlıdır. Tiroit hastalıklarında tanı için noninvaziv olarak tiroit fonksiyon testleri (Tablo.1.), ultrasonografi, tiroit sintigrafisi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntülemeye; minimal invaziv yöntem olarak ise ince iğne aspirasyon biyopsisine başvurulabilir. Diğer görüntüleme yöntemleri üstün anatomik detay vermesine

rağmen tiroit sintigrafisi, anatomik ve fizyolojik bilgiyi aynı anda verebilecek yöntem olması sayesinde, tedavi ve takipte önemli bir yere sahiptir (22,24).

Tablo.1. Günümüzde Kullanılmakta Olan Tiroit Fonksiyon Testleri

İnvitro testler	İnvivo testler
Total T ₄ (TT ₄)	Radyoaktif iyot uptake (İU)
Serbest T ₄ (sT ₄)	TSH uyarı testi
Total T ₃ (TT ₃)	T ₃ süpresyon testi
Serbest T ₃ (sT ₃)	Tirotropin uyarıcı hormon (TRH) testi
Antimikrozomal antikor (AMA)	
TSH reseptör antikorları (TR Ab)	
Tiroit bloke edici antikorlar (TB Ab)	
Kalsitonin	
Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH)	
T ₃ Resin Uptake (T ₃ RU)	
Tiroit peroksidaz antikorları (TPO Ab)	
Anti tiroglobulin antikorlar (ATA)	
Tiroglobulin (Tg)	

2.3.1. TİROİT SİNTİGRAFİSİ

Aynı anda fizyolojik ve anatomik bilgileri veren nükleer tıp görüntüleme yöntemidir. Tiroit sintigrafisi; tiroit dokusunun varlığı, büyüklüğü, şekli, yeri ve fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılır. Tiroit sintigrafisinde diğer tüm sintigrafi tetkiklerinde olduğu gibi görüntülerin elde edilebilmesi için hedef dokuda o dokunun fizyolojik özellikleri hakkında bilgi sağlayacak biçimde tutulum gösteren radyoaktif özellikte maddelerin (radyofarmasötik) kullanılması gerekmektedir.

Tiroit bezinin iyodu yakalaması (trapping) ve organifiye etmesine dayanarak geçmişte ¹³¹I rutin görüntülemelerde yaygın olarak kullanılmışsa da, beta partikül ışınması, yüksek enerjisi ve uzun yarı ömrü nedeniyle rutin uygulamadaki yerini kaybetmiştir. Rektilineer tarayıcılar ile tiroit görüntüsünü birebir boyutlu vermesine rağmen, yavaş ve düşük rezolüsyonları nedeniyle yerlerini yüksek rezolüsyonlu pin-hole kolimatörlü gama kameralara bırakmışlardır (24).

Tiroit sintigrafisinin başlıca endikasyonları aşağıda özetlenmiştir:

1. Boyundaki kitlelerin değerlendirilmesi,
2. Tiroit nodüllerinin fonksiyonun değerlendirilmesi,
3. Tirotoksikoz ayırıcı tanısı,
4. Hipotirodizm (doğumsal veya edinsel),
5. Tiroiditin tanı ve takibi,
6. ^{131}I ile hipertiroidi tedavisi öncesi ve sonrası tiroitin değerlendirilmesi,
7. Substernal kitlelerin değerlendirilmesi,
8. Ektopik tiroit dokusunun araştırılması,
9. Ameliyat sonrası rezidü tiroit dokusunun araştırılması,
10. Agenezi, hemiagenezi şüphesi,
11. Nodüler ve diffüz guatr,
12. Boyunda ışın tedavisi hikâyesi olanların araştırılması,
13. Tiroidi stimüle veya süprese eden ilaçların değerlendirilmesi.

2.3.1.1. Tiroit Bezi Görüntülemesinde Kullanılan Radyofarmasötikler

Tiroit sintigrafisi için kullanılan radyofarmasötikler $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - perteknetat, ^{131}I , ^{123}I 'dür. ^{125}I düşük enerjisi (35keV) ve uzun yarı ömrü nedeniyle kullanılmamaktadır. Diğer görüntüleme ajanları ise, $^{201}\text{Talyum}$, $^{67}\text{Galyum}$, ^{131}I ve ^{123}I metaiodobenzilguanidin (MIBG), $^{99\text{m}}\text{Tc(V)}$ dimerkaptosüksinik asit (DMSA), Florodeoksiglukoz (FDG), ve $^{99\text{m}}\text{Tc}$ sestamibi (MIBI)'dir. Kullanılan başlıca radyofarmasötikler ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir (24):

- a- ***İyot-123(^{123}I)***: Görüntüleme için en ideal özelliklere sahip olan radyofarmasötiktir. ^{123}I sadece gama ışını yayar. Enerjisi 159keV'dir ve yarı ömrü ise 13 saattir. Tiroide düşük bir radyasyon dozu verir. Oral olarak verilmesini takiben 4. saatte ve 24. saatte görüntüler alınır. 24. saatte alınan görüntüler tiroit bezi içinde organifiye olan iyodun dağılımını daha doğru olarak gösterir. En önemli dezavantajı ise siklotron ürünü olması nedeniyle pahalı olması ve temin edilmesinin zor olmasıdır.

- b- ***İyot-131 (¹³¹I)***: Gama ışınının yanında beta ışını da vardır ve yarı ömrü 8 gündür. Gama ışınının enerjisi 364 keV'dir. Bu enerji gama kamera görüntülemesi için ideal enerjinin üstündedir. ¹³¹I'in en büyük avantajı ucuz olması ve kolay bulunmasıdır. Dezavantajı ise, fiziksel yarı ömrünün uzun olması ve yüksek beta ışını nedeniyle tiroide yüksek radyasyon dozu vermesidir. Bu özelliklerinden dolayı görüntümeden ziyade RAİ tedavisi için tercih edilen ajandır.
- c- ***Teknesyum-99m (^{99m}Tc) perteknetat:*** ^{99m}Tc- perteknetat tiroit sintigrafisinde rutin olarak kullanılan radyofarmasötiktir. Tiroit tarafından iyodürlere benzer şekilde tutulur, fakat iyodürlere farklı olarak organifikasyona uğramaz. Teknesyumun yarı ömrü 6 saat ve gama enerjisi 140 keV'dir. Tiroide verdiği radyasyon dozunun düşük olması ve jeneratörden kolayca elde edilmesi, yüksek doz uygulamasına ve hızlı görüntülemeye olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir.

2.3.1.2. Radyofarmasötik Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler

Kullanılan radyofarmasötikler plasentayı geçmeleri nedeniyle bu tetkik hamilelikte kontrendikedir. Ayrıca emziren kadınlarda bu radyofarmasötiklerin süte geçmeleri nedeniyle ^{99m}Tc- perteknetat verilmesinden 12 saat, ¹³¹I'in verilmesinden 3 hafta sonrası ve ¹²³I verilmesinden ise 2–3 gün sonrasına kadar bebek emzirilmemelidir (1).

2.3.1.3. Tiroit Sintigrafisi Uygulama Tekniği

^{99m}Tc- perteknetat ile yapılan rutin tiroit sintigrafisinde, 5 mCi ^{99m}Tc- perteknetatın intravenöz uygulanılmasından 20 dakika sonra pinhole kolimatör ile ön boyun bölgesinden statik görüntü alınır. Çekim sırasında, sternal çentik ve gerekirse palpe edilen nodüller işaretlenir. ¹²³I ile sintigrafi yapılıyor ise 150–400 µCi oral olarak uygulanmasından 4–24 saat sonra görüntüleme yapılır (25, 26).

2.3.2. TİROİT UPTAKE TESTİ

Tiroit uptake testi; Nükleer tıbbın invivo testlerinden olup tiroit bezi fonksiyonunu ve iyot kullanımını gösterir. Sıvı veya kapsül formundaki radyonüklidin oral olarak veya intravenöz olarak verilmesinden sonra uygun zamanlarda (20 dakika, 4 saat, 24 saat gibi) tiroit bezinden eksternal sayım ile verilen aktivitenin ne kadarının tiroit bezi tarafından tutulduğunun belirlenmesidir (24, 27, 28).

Tiroit uptake testi endikasyonları aşağıda belirtilmiştir:

a-Major:

- 1- Tiroidit ayırıcı tanısı,
- 2- Subklinik hipertiroidi tanısı,
- 3-Yüksek uptake değerli hipertiroidilerin tanısı (Graves' Hastalığı, toksik adenom veya multinodüler guatra sekonder hipertiroidiler, tümörlerin sekrete ettiği stimülanlara bağlı hipertiroidiler v.b),
- 4- Tiroit otonomisini değerlendirme,
- 5- RAİ tedavi dozu hesaplama,
- 6- Tiroit kanserinde ablasyon öncesi.

b-Minör:

- 1- Ektopik tiroit hormon sekresyonları ayırıcı tanısı,
- 2- İyoda bağlı hipertiroidi tanısı.

2.3.2.1. Yan Etki ve Kontrendikasyonlar

^{99m}Tc-perteknetatin ve ¹³¹I' in bilinen yan etkisi yoktur. Ancak ¹³¹I' in β enerjisi sebebiyle radyasyon dozimetresi yüksektir (Tablo.2.) Gebelik, laktasyon vb genel radyasyon güvenliği kuralları bu tetkikte de geçerlidir. Emziren kadınlarda ¹³¹I' in verilmesinden önce emzirmeye en az 3 hafta ara verilmesi memenin alacağı radyasyon dozunu azaltabilmektedir. Bebeğin alacağı radyasyonu engellemek

amacıyla emzirmeye ¹³¹I verilmesi sonrası ara verilmelidir (29). Radyoaktif iyot kullanımında iyot alerjisi anamnezde alınmalıdır.

Tablo.2. Yetişkinler İçin Tiroit Bezine Ait Radyasyon Dozimetresi (29)

Radyofarmasötik	Aktivite Miktarı MBq(mCi)	Alınan Radyasyon Dozu mGy/MBq (rad/mCi)	Efektif Doz mSv/MBq (rem/mCi)
¹²³ I*	3.7–11.1 p.o. (0.1–0.3)	Tiroit 3.2 (12.0)	0.11 (0.41)
^{99m} Tc- perteknetat	74–370 i.v. (2–5)	Proksimal kolon 0.062 (0.23)	0.013 (0.048)
¹³¹ I*	0.15–0.37 p.o. (0.004–0.01)	Tiroit 360 (1300)	11 (41)

* %25 uptake değeri içindir.

2.3.2.2. Hasta Hazırlığı

1- Hastanın kullanmakta olduğu ilaçları test öncesi uygun sürelerde kesilmesi gerekir (Tablo. 3.).

2- Tiroit kanseri için terapötik dozda ¹³¹I verilmesi için 7–14 gün öncesinden düşük iyotlu diyet uygulanmalıdır.

3- Emilimin etkilenmemesi için radyoiyot alımından 2 saat öncesi ve sonrasında katı gıda alınmamalıdır.

4- Çalışma öncesinde hastanın bütün önceki tetkikleri getirmesi otokontrol açısından önemlidir.

5- Sintigrafik uygulamalar mutlaka biyopsi uygulamasından önce yapılmalıdır.

Tablo.3. Tiroit Uptake Testi Öncesi Kesilmesi Gereken İlaçlar ve Süreleri

İlaçlar ve iyot içeren maddeler	Kesilmesi gereken süreler
Anti tiroit ilaçlar (Propisil, tiramazol)	3–7 gün
Doğal veya sentetik tiroit hormonları	2 hafta (Tiromel) ,4 hafta (Levatiron)
İyot içeren öksürük şurupları, vitaminler	1–2 hafta
İyot içeren ilaçlar (Amiodoron)	1–6 ay
İyot içeren antiseptikler (Betadine v.b)	1–2 hafta
İntravenöz kontrast maddeler	3–4 hafta
Oral kolesistografi	3 ay
Bronkografi	6–12 ay
Myelografi	2–10 yıl

2.3.2.3. Instrumentasyon

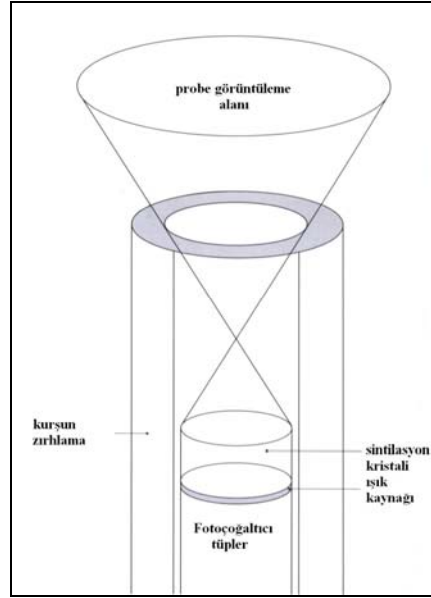
İU ölçümleri uptake probu ve gama kamera ile olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

2.3.2.3.1. Probe Sistemleri

Probe sistemleri sintilatör, fotoçoğaltıcı tüp, güç kaynağı ve sayım alma düzeneklerinden oluşup (Şekil.5b.), genellikle dışarıdan sayımla, bir radyofarmasötüğün bir organ tarafından ‘in vivo’ tutulumunu göstermekte kullanılmaktadır. Bu dedektörler tipik olarak çapları 5–15 santimetre arasında değişen sintilasyon kristaline (NaI) sahiptirler. Sintilasyon kristalinin ön tarafında, dedekte edilen radyasyon alanını kısıtlama görevi olan ‘kolimatör’ eklenmiştir. Kolimatör en basit şekliyle silindir şeklinde bir kurşun olup, kabul edilebilir açılardan gelen radyasyonu geçiren bir zırh olarak düşünülebilir (Şekil.4.) Probuun sensitivitesini arttırmak amacıyla, kurşun blokta çoklu delikler içeren daha komplike kolimatörler kullanılabilir.

Uptake ölçümleri, kristalden 25–30 santimetre uzaklıktan ve ön boyun bölgesinden veya boyun fantomundan yapılmaktadır. Boyun sayımları, uyluk sayımları (vücut background), boyun fantomunda standart doz ve oda background sayımları alınır. Alternatif olarak, oral olarak radyoaktif iyot verilmesi öncesi boyun fantomunda sayılıp, ölçümde elde edilen değerler dikey düzeltmesi sonrası hesaplanabilir. Boyun fantomu olarak ORINS, IAEA vb kullanılabilir (29,30).

Şekil. 4. Uptake Probuunun Kesitsel Şematik Görünümü



2.3.2.3.2. Gama Kamera

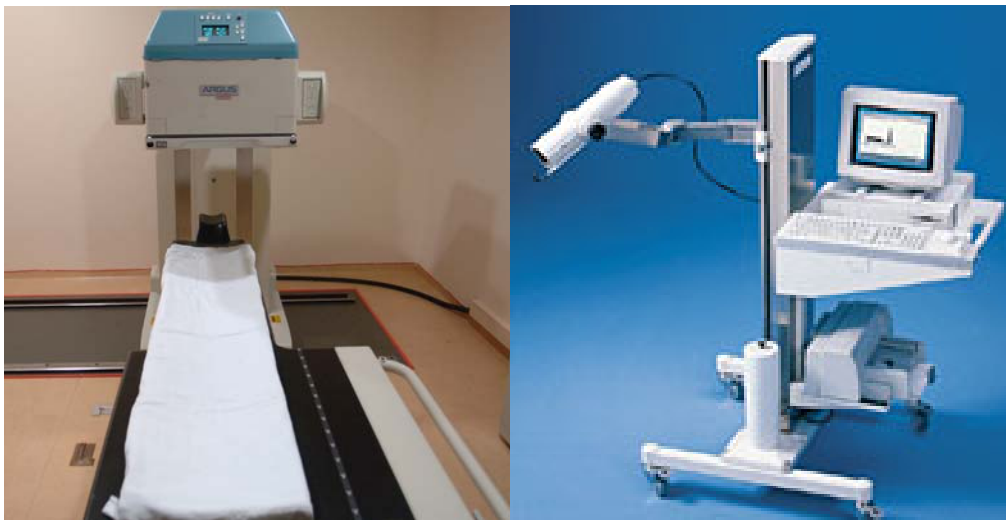
Gama kamera ilk kez Anger tarafından 1958’de geliştirilmiştir. İki ana fonksiyonel üniteden oluşmaktadır: detektör, işleme elektronik ve bilgisayar sistemleri (Şekil. 5a). Hedef organda tutulan radyoaktivitenin sintilasyon kristalinde ışık ışınlarına dönüştürülerek hedef organ görüntüsünün elde edilmesi gama kameranın temel çalışma prensibidir.

Detektör gama ışınlarının dedekte edilmesinden sorumlu olup, sintilasyon kristali, fotoçoğaltıcı tüp ve ön yükselticilerden oluşmaktadır. Detektör etraftan gelen

radasyondan etkilenmemesi için kurşun ve tungsten ile zırhlanmış olup, görüntülenmesi gereken organ için uygun bir düzenek üzerine yerleştirilmiştir. Detektörün ön tarafında bulunan kolimatör, tetkik bölgesinden gelen fotonların kristale ulaşmasını sağlamak için değişen sayıda delik ve bunları birbirinden ayıran kurşun septalardan oluşmaktadır. Gama ışınları, ancak uygun açıda geldiklerinde kolimatör septalarından geçebilir, diğer ışınlar kolimatör bölmecikleri tarafından absorbe olur. Görüntülenmek istenen organın özelliğine göre değişik kolimatör tipleri bulunmaktadır: konverjan, diverjan, paralel ve pin-hole. Kolimatör üzerinde bulunan deliklerin çapı, septa kalınlığı, delik sayısı ve yüksekliğine göre değişik özellikleri olup; yüksek rezolüsyonlu/yüksek hassasiyetli, yüksek enerjili/düşük enerjili, genel amaçlı olmak üzere değişik özelliklerde olmaktadır (31).

Gama probe sistemleri ve gama kameralar temel olarak aynı prensiple çalışmaktadırlar. Gama kamera genel amaçlı bir nükleer tıp görüntüleme aracı olup, hedef organdan gelen fotonları, görüntüye çevirirler. Probe sistemleri görüntü elde etmeyi amaçlamayıp, hedeflenen alanda bulunan fotonları sayısal olarak saptamaktadır. İU ölçümleri UP' ye alternatif olarak, gama kamera, yüksek enerjili genel amaçlı kolimatör (HEGP) ve uygun ilgi alanları çizilerek de ölçülebilmektedir (29).

Şekil. 5. a. Gama Kamera b. Uptake Probu



a

b

2.3.2.4. ^{99m}Tc Uptake Testi (TcU)

Nükleer tıp günlük uygulamasında pahalı olmaması, kolayca elde edilebilmesi ve hastaya daha az radyasyon dozu vermesinin yanında uygun gama enerjisi (140 keV) sayesinde en sık kullanılan radyonükliddir. Kısa yarı ömrü (6 saat) ve yüksek dozlarda (5–10 mCi) verilebilmesi sayesinde yüksek sayım hızı ile kısa zamanda (enjeksiyondan 15–20 dakika sonra) görüntülemenin tamamlanabilmesi önemli bir avantajıdır. Verilen dozun % 0.3-3'ü tiroit bezi tarafından tutulur (9). Boyun zemin aktivitesi oldukça yüksek olduğundan hatalı sonuçlara neden olmamak için uyluk bölgesinden sayım alınarak yumuşak dokuya ait zemin aktivitesi ve geri plan aktivitesi düzeltilmesi yapılması önerilmektedir. Bu testin en önemli avantajı aynı anda tiroit sintigrafisinde yapılabilmesidir. Bu test acil sonuç alınması gereken tiroit krizinde önem kazanır. Tiroidit ve hormonogenezis bozukluklarında kullanılmaz.

2.3.2.5. İyot Uptake Testi (İU)

Oral olarak verilen radyoaktif iyodun belirli bir süre sonra (4 veya 24 saat gibi) tiroit dokusunda tutulan miktarını belirler. En sık kullanılan radyofarmasötik ¹³¹I' dir. Genellikle hastanın yaşadığı yerin durumuna ve diyetle alınan iyot miktarına bağlı olarak değişebilir. İlk 2–6 saat sonraki ölçümler tiroit tutulumunu, 6 saatten sonraki ölçümler ise organifikasyonu gösterir. Sıvı veya kapsül formda ¹³¹I kullanılabilir. Test öncesi mideden emilimin etkilenmemesi için 2 saatlik açlık gereklidir. Hastanın iyot içeren ajanlar ya da tiroit fonksiyonu etkileyen ilaçlar alıp almadığı belirlenmelidir. Eğer hastaya İU ve sintigrafi planlanıyorsa tiroit sintigrafisi İU tamamlana kadar ertelenmelidir. Bunun nedeni ^{99m}Tc'den gelecek sayımların, İU yanlış ölçülmesine neden olmasıdır.

¹³¹I ile yapılan ölçümlerde 364 keV enerji pikinde, ¹²³I için 159 keV enerji pikinde sayımlar alınmalıdır.

Diyetle alınan iyot bileşiklerinden dolayı İU değerlerinde düşmeler görülmektedir. Dolaşımda bulunan artmış iyodürler uygulanan ¹³¹I ile yarışır. Diyetle fazla miktarda iyot alınması kandaki iyot havuzunu arttırır buda İU

değerlerinin düşük çıkmasına neden olur. Dolaşımdaki iyot seviyelerinin düşük olması sonucu ise iyoda aç bir bez oluşur. Sonuçta bezin radyoaktif iyodu daha fazla miktarda tutması ve bağlaması İU değerini yükseltir (Tablo. 4.).

Tablo.4. İU’i Azaltan ve Arttıran Faktörler

Arttıran Faktörler	Azaltan Faktörler
Hipertiroidi	Hipotiroidi
İyot eksikliği	İyot yüklenmesi
Subakut/sessiz troidit (iyileşme dönemi)	İlaçlar (T ₃ , T ₄ , Propisil)
Hashitoksikoz	Subakut/ sessiz tiroidit (aktif dönem)
Enzim defektleri	Kronik atrofik tiroidit
TSH verilmesi	Radyoiyot tedavi
Ekzogen TSH salgılayan tümörler	Böbrek yetmezliği
Hamilelik	Konjestif kalp yetmezliği
Lityum	Radyoterapi sonrası
Hipoalbumemi	Ektopik tiroit hormonu
Teknik hata	Cerrahi

Diyetteki iyot alımındaki bölgesel farklılıklar nedeniyle normal sınırlar bölgeden bölgeye farklılıklar gösterir. Bölgesel farklılıkların yanı sıra her laboratuvarın kendi normal sınırlarını belirlemesi gerekir. İU ölçümü için normal kabul edilen 4. saat uptake değeri %6–18 ve 24. saat uptake değeri %10–35 arasında değişmektedir (24,29).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Tez çalışması Ekim 2007 - Mayıs 2008 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalında gerçekleştirildi. Yapılacak çalışmalar için 09.10.2007 tarihinde Hastanemiz Etik kurulundan onay alındı (Etik Kurul Ön Onay No: İ.A.E.K 14/4). Tüm hastalara ve hasta yakınlarına yapılacak işlemler hakkında bilgiler verilerek, aydınlatılmış onam formu ile kendilerinden onayları alındı.

3.1. Çalışma Grubu

Nükleer Tıp Anabilim Dalı' na tiroit sintigrafisi ve ¹³¹I uptake testi için başvuran hastalar arasından seçildi. Çalışma grubu 34 erkek ve 65 kadın olmak üzere toplam 99 hipertiroidi hastasından oluşmaktadır.

3.1.1. Hasta Seçimi

Çalışmaya, Anabilim Dalı' na yukarıda bahsedilen tetkikleri yapmak için başvuran ve yapılacak olan işlemleri kabul eden hastalar dahil edildi. Hastaların kişisel bilgileri (yaş, cinsiyet, kilo, boy), anamnez bulguları, tiroit fonksiyon testleri, kullandıkları ilaçlar, daha önceki tedavileri vb bilgileri öğrenilerek kaydedildi.

3.1.2. Çalışmaya Kabul Edilme

Çalışmaya erişkin yaş grubu hastalar (yaş>20), klinik veya subklinik hipertiroidileri olan, tedavileri devam eden, yeni tanı konulan veya ileri tedavi olarak radyoaktif iyot tedavisi planlanan hastalar kabul edildi.

3.1.3. Çalışmaya Kabul Edilmeme

Klinik olarak hipotiroidi olan, daha öncesinden radyoaktif iyot tedavisi alan, tiroidektomi geçirmiş olan, çocuk yaş grubundaki, hamile ve emziren hastalar çalışmaya kabul edilmedi.

3.2. Uptake Testlerinin (TcU ve İU) Uygulaması

Çalışmaya katılan hastalara test öncesi yapılması gereken hazırlıklar anlatıldı. İlk gün geldiklerinde gama kamerada TcU testi ve tiroit sintigrafisi, iki gün sonra gama kamerada ve uptake probunda ardışık olarak İU test çalışmaları yapıldı.

3.2.1. ^{99m}Teknesyum Uptake Testi

Hastaya tiroit bezi fonksiyonlarını etkileyen ilaçları kullanıp kullanmadığı soruldu. Eğer kullanıyorsa, kullanmış oldukları ilaçlar test öncesi uygun sürelerde kestirildi (Tablo.3).

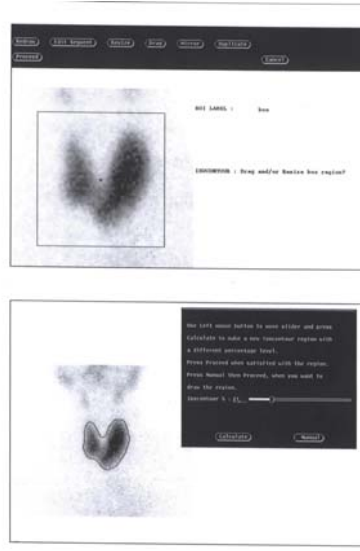
3.2.2. Gama Kamerada TcU Testi ve Tiroit Sintigrafisi

Tiroit sintigrafisi görüntüleri ve TU testi tek başlı Adac Epic Argus gama kamerada (Philips Medical Systems Company Milpitas, CA USA) alındı. Hastalara intravenöz (IV) olarak enjekte edilecek olan 5mCi'lik ^{99m}Tc-perteknetat gama kamera altında hastaya enjekte edilmeden önce kolimatörden 27cm uzaklıkta olacak şekilde, 10 saniye sayıldı. Enjeksiyon sonrası boş enjektör aynı koşullarda 10 saniye saydırıldı. Hastanın tiroit bezi görüntülemesi ve uptake sayımları IV enjeksiyon sonrasında 10–30 dakikalık süre içerisinde yapıldı. Görüntüleme öncesi enjeksiyon yerinden 10 saniyelik sayım alındı. Hastalar gama kamera altından 27 cm uzaklıkta olacak şekilde ön boyun bölgesinden 300 saniye süresince sayımlar alındı. Tüm sayımlarda ve görüntülemelerde 16x256x256 matrix, 140 keV enerji piki, %20 pencere aralığı ve düşük enerjili yüksek rezolüsyon (LEHR) kolimatörü kullanıldı. Uptake için gerekli sayımlar tamamlandıktan sonra gama kamerada pinhole kolimatör ile anterior boyun bölgesinden 200.000 sayımlık görüntüleme ile tiroit sintigrafileri çekildi. Bilgisayar yardımıyla enjekte edilen ^{99m}Tc-perteknetatın tiroit bezi tarafından ne kadarının tutulduğu, TcU hesaplandı.

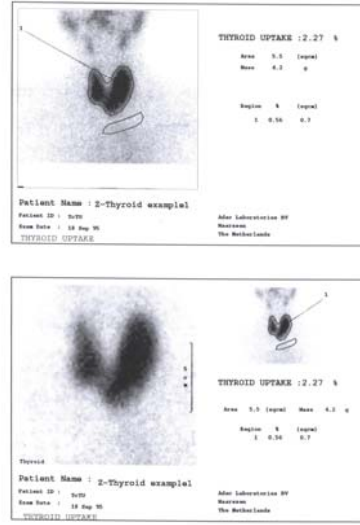
Gama kamerada TcU hesaplanması sırasında aşağıdaki aşamalar takip edildi:

- a- İşlem menüsünden tiroit uptake bölümü seçildi (Şekil. 6.).
- b- Tiroit uptake menüsünden hesaplama için kullanılan radyoizotop belirlendi. (^{99m}Tc, ¹²³I, ¹³¹I seçeneklerinden ^{99m}Tc).

Şekil.8. Tiroit Bezine Ait İlgi Alanlarının Çizilmesi



Şekil.9. Uptake'in Hesaplandığı Son Ekran Sayfası



3.2.3. Gama Kamera ve Uptake Probu ile ^{131}I Uptake

TcU' de olduğu gibi hastanın tiroit bezinin fonksiyonlarını etkileyen ilaçları kullanıp kullanmadığı sorularak, kullandıkları ilaçlar varsa test öncesi uygun sürelerde kestirildi (Tablo.3.). Hastalara testin yapılacağı gün iyot emilimin etkilenmemesi için 2 saatlik açlık gerektiği, ^{131}I içirildikten 2 saat sonra katı gıda

Yiyebilecekleri söylenildi. İU çalışması için her hasta için 50 µCi olacak şekilde enjektöre çekilmiş olarak dozlar hazırlandı. Her hasta için hazırlanan radyoaktif iyot içeren dolu enjektörden gama kamera altında, 27 cm yükseklikten, 375 keV enerji pikinde, %20 pencere aralığında, 16x256x256 matrikste, yüksek enerji genel amaçlı (HEGP) kolimatör ile 10 saniyelik sayım alındı. Gama kamera altında dolu sayım yapıldıktan sonra UP (Atomlab 950, PC Biodex Medical Systems Inc, NY, USA) altında dolu enjektör 27 cm uzaklıktan 60 saniye sayıldı. Daha sonra bir bardak su içine enjektördeki radyoaktif iyot konularak hastalara içirildi. Boş bardak ve enjektör GK altında 10 saniye, UP' de 60 sn olacak şekilde tekrar sayımları alındı. Hastalar 4. saatlerinde sayım ve görüntüleri alınmak üzere gönderildi.

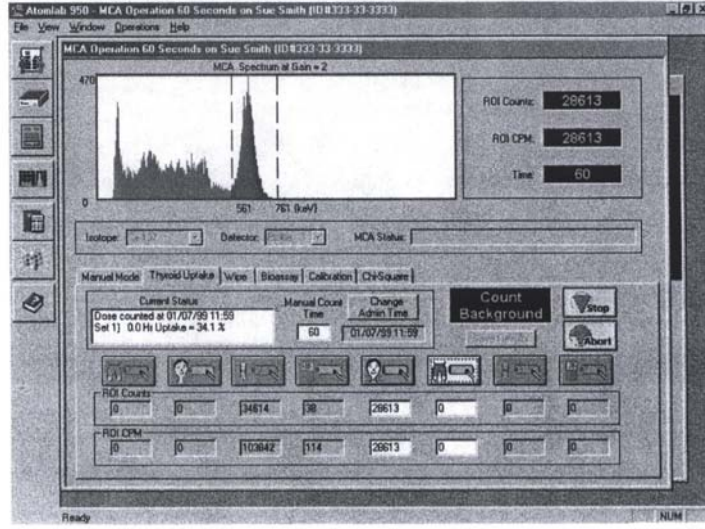
4. saatte önce gama kamera altında boyun bölgesinden kolimatör uzaklığı 27 cm olacak şekilde ön boyun bölgesinden 300 saniye süresince sayımlar alındı. Daha sonra hastaların uptake probu ile de sayımları yapıldı. Uptake probu altında 27 cm uzaklıktan, uyluk bölgesinden (zemin aktivite) ve ön boyun bölgesinden 60 saniye süresince sayımları alındı. 24. saat geç sayım almak üzere hastalar evlerine gönderildi. Gelirken yemek yiyebilecekleri ancak ilaçlarını ve test öncesi kestirilen ilaçlar dışındaki ilaçlarını kullanabilecekleri söylenildi. 24. saat sayım işlemleri aynı koşullar altında tekrarlandı.

Gama kamera yöntemi ile İU, TcU' de yukarıda belirtildiği gibi hesaplandı. Uptake probunda 4. ve 24. saat İU bilgisayar yardımıyla aşağıda belirtilen Formül. 1. ile hesaplandı. Şekil. 10. ' da uptake probu ekranı görülmektedir. Gama kamerada 4. ve 24. saatte alınan İU görüntüleri Şekil. 11.' de ve Şekil. 12.' de verilmiştir.

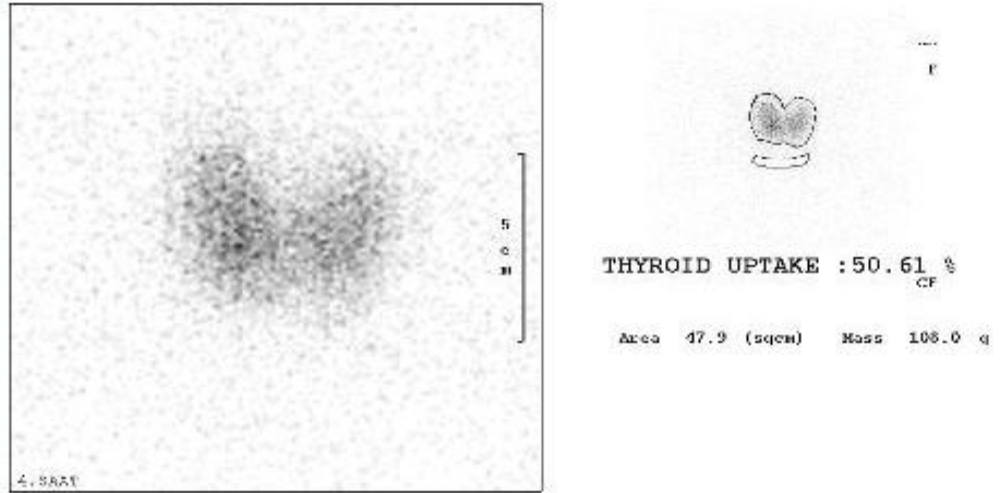
Formül. 1. İU Hesaplama formülü

$$\text{İU} = \frac{\text{Boyundaki sayım} - \text{Uyluktaki sayım (CPM)}}{\text{Standart sayım} \times \text{Dilüsyon faktörü}} \times 100$$

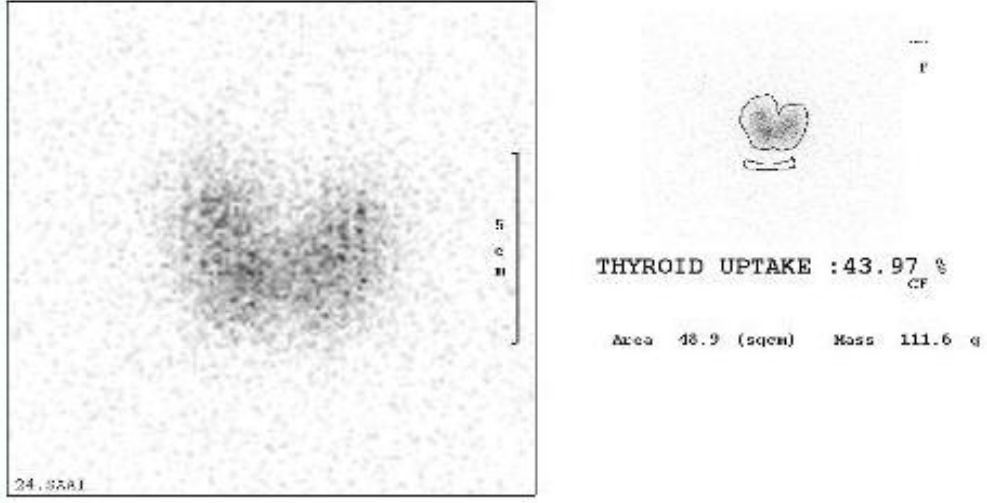
Şekil.10. Uptake Probu Ekranının Görüntüsü



Şekil.11. GK-İU 4. Saat Görüntüleri



Şekil.12. GK-İU 24. Saat Görüntüleri



3.3. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Hastaların sayısal değerleri ortalama (Ort.), en düşük değer (min.) ve en yüksek değer (maks.) ve standart sapma (SS.) olarak verildi.

İstatistiksel analizler SPSS 13.0 programı kullanılarak bilgisayar yardımıyla hesaplandı. Gruplar arasındaki istatistiksel analizde varyans analizi kullanıldı. GK-İU ve UP-İU 4. ve 24. saat değerleri arasındaki ilişki, TcU ve GK-IU 24. saat, UP-İU 24. saat değerleri arasındaki ilişki regresyon analizi ile araştırıldı. Korelasyon incelemesinde $r= 0.00-0.24$ ise zayıf, $r= 0.25-0.49$ ise orta, $r=0.50-0.74$ ise güçlü ve $r= 0.75-1.00$ ise çok güçlü korelasyon olarak değerlendirildi. $p \leq 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı farklılık olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Özellikler

Hastaların 65'i kadın (% 65.7) ve 34'ü erkektir (% 34.3). Hastaların cinsiyetlere göre dağılımı Tablo.5'de özetlenmiştir.

Çalışma grubundaki hastaların 50' sinin (% 50.5) tanısı GH, 28' i (% 28.3) TA ve 21' inin (% 21.2) tanısı TMG' dır.

Tablo.5. Hasta Gruplarının Cinsiyetlere Göre Dağılımı

Cinsiyet	GH	TA	TMG	Toplam
Erkek	18	9	7	34
Kadın	32	19	14	65
Toplam	50	28	21	99

Tüm grubun yaş ortalaması 50 ± 16.4 olup, 20 – 83 arasında değişmektedir. Gruplara göre yaş dağılımı Tablo.6' da özetlenmiştir.

Tablo.6. Hastalık Gruplarına Göre Yaş Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS.	Min. – Maks.
GH	41.56 \pm 14.11	20 – 77
TA	58.21 \pm 15.51	21 – 83
TMG	58.76 \pm 12.51	38 – 82
Genel Grup	50.00 \pm 16.40	20 – 83

Çalışma grubunun ortalama TSH değeri 0.38 ± 0.94 μ IU/ mL olup, min. değer 0.001 μ IU/ mL ve maks. değeri 5.63 μ IU/ mL' dir (Normal: 0.27 – 4.20 μ IU/ mL). sT_3 ortalama değeri ve SS. 5.52 ± 5.70 pg/ ml olup min. 0.01 pg/ ml ve maks.

33 pg/ ml (Normal: 1.57 – 4.71 pg/ ml) ve sT₄ ortalama değeri ve SS. 2.66 ± 5.94 ng/dL olup, min. 0.43 ng/dL ve maks. 7. 00 ng/dL’ dir (Normal: 0.93 – 1.70 ng/dL). Alt gruplara göre tiroit hormonlarının dağılımı Tablo.7’ de belirtilmiştir.

Tablo.7. Hastalık Gruplarına Göre Tiroit Hormonlarının Değerleri

Grup	TSH (μ IU/ mL)	sT3 (pg/ ml)	sT4 (ng/dL)
	Ort. \pm SS. (Min. – Maks.)	Ort. \pm SS. (Min. – Maks.)	Ort. \pm SS. (Min. – Maks.)
GH	0.42 \pm 0.97 (0.01 – 4.00)	8.48 \pm 8.73 (1.21 – 32.00)	2.83 \pm 2.19 (0.62 – 8.00)
TA	0.20 \pm 0.42 (0.01 – 1.68)	4.00 \pm 1.59 (1.34 – 8.32)	1.66 \pm 0.83 (0.79 – 4.40)
TMG	0.24 \pm 0.64 (0.001 – 2.60)	4.14 \pm 2.89 (0.01 – 14.20)	1.79 \pm 1.64 (0.65 – 7.74)
Genel Grup	0.38 \pm 0.94 (0.001 – 4.00)	5.52 \pm 5.70 (0.01 – 32.00)	2.66 \pm 5.94 (0.43 – 8.00)

Hastalardan 65’i (% 65.7) anti tiroit ilaç tedavisi altında olup, Tablo.8’ de alt gruplara göre tedavi dağılımları özetlenmiştir.

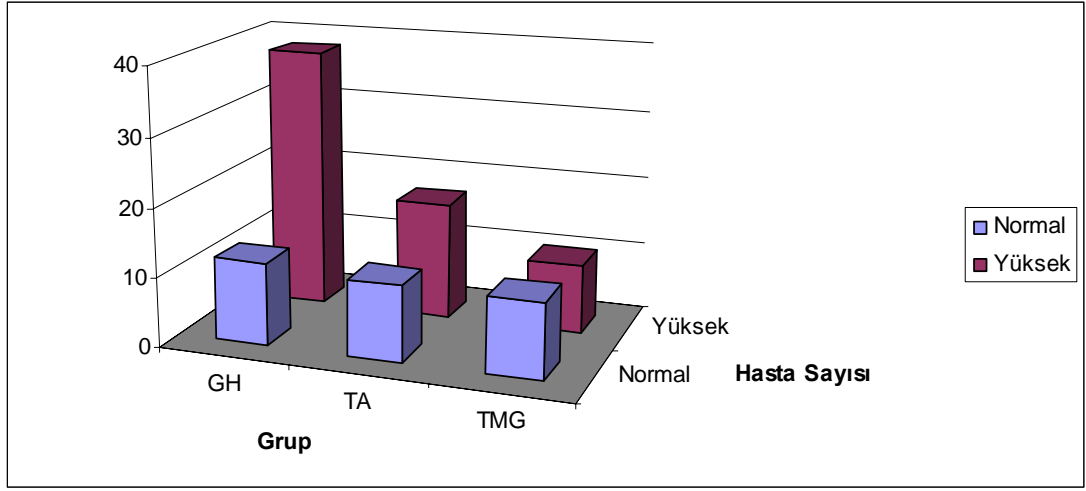
Tablo.8. Hastaların Kullandıkları Anti Tiroit İlaçlara Göre Dağılımları

Grup	Propiltioürasil	Tiramazol	Dideral
GH	26	6	1
TA	18	2	-
TMG	11	1	-
Genel Grup	55 (% 55.6)	9 (% 9.1)	1 (% 1.0)

4.2. TcU Değerleri:

Ortalama TcU değeri 7.15 ± 7.79 (%) olup, min. 0.76 (%) ve maks. 43.63 (%)'dür. TcU 34 hastada (% 34.34) normal, 65 hastada (% 65.66) yüksek olarak bulunmuştur. Alt gruplara göre dağılımı Şekil.13' de gösterilmiştir.

Şekil. 13. TcU Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı



GH' de TcU değerleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.006$). Fakat TA ve TMG arasında anlamlı fark yoktur ($p= 0.99$). Gruplara göre TcU değerleri Tablo.9' da özetlenmiştir.

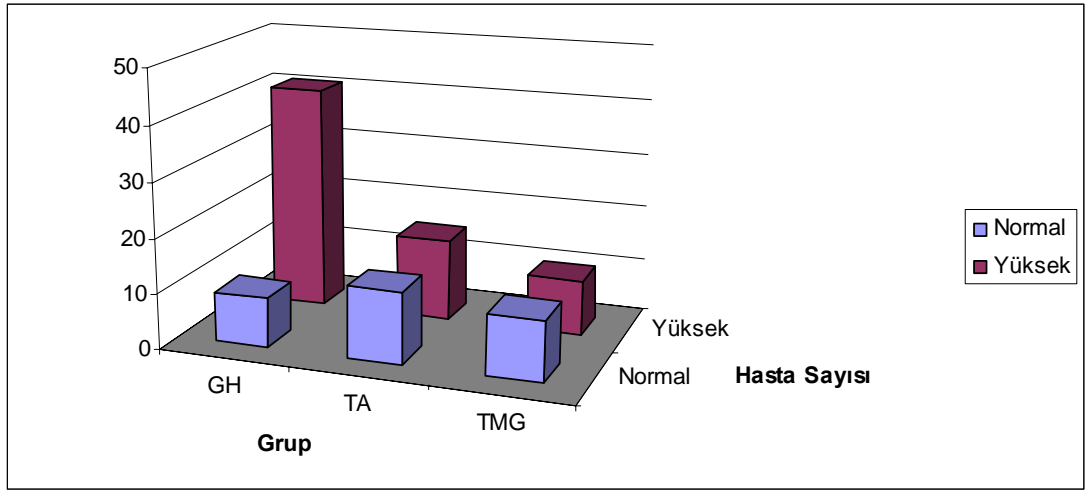
Tablo.9. TcU Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS. (%)	Min. – Max. (%)
GH	9.58 ± 9.63	0.87 – 43.63
TA	4.79 ± 3.45	0.84 – 14.90
TMG	4.52 ± 4.88	0.76 – 23.01
Tüm Grup	7.15 ± 7.79	0.76 – 43.63

4.3. GK-IU 4. Saat Değerleri:

Ortalama GK-IU 4. saat değeri 20.23 ± 11.89 (%) olup, min. 4.97 (%) ve maks. 50.61 (%)’dir. GK-IU 33 hastada (% 33) normal, 66 hastada (% 67) yüksek olarak bulunmuştur. Alt gruplara göre dağılımı Şekil.14’ te gösterilmiştir.

Şekil.14.GK-IU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı



GH’ da GK-IU’ değerleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Fakat TA ve TMG arasında anlamlı fark yoktur ($p= 0.94$). Gruplara göre GK-IU 4. saat değerleri Tablo 10’ da özetlenmiştir.

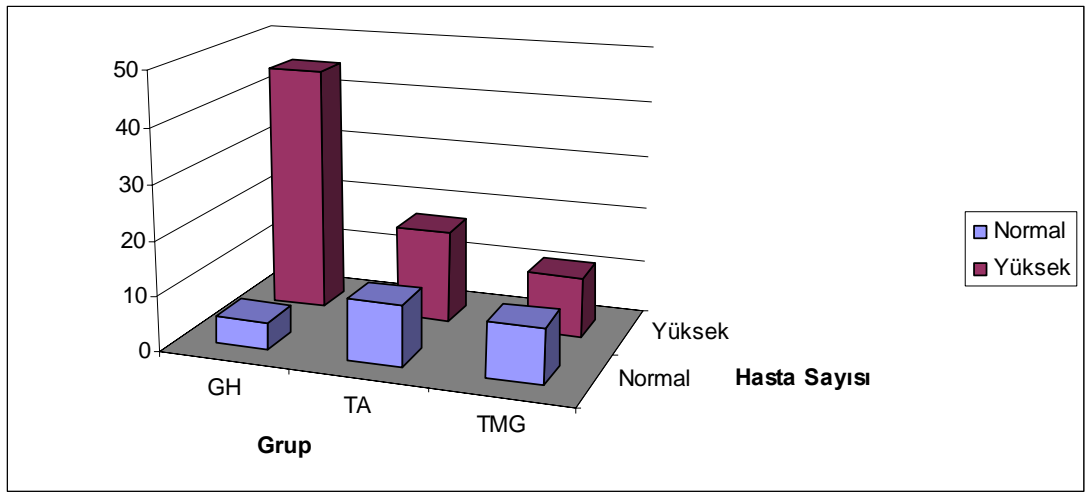
Tablo.10. GK-IU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS. (%)	Min. – Max. (%)
GH	26.54 ± 12.14	7.53 – 50.61
TA	14.21 ± 7.16	5.42 – 31.20
TMG	13.25 ± 7.80	4.97 – 31.96
Tüm Grup	20.23 ± 11.89	4.97 – 50.61

4.4. UP-İU 4. Saat Değerleri:

Ortalama UP-İU 4. saat değeri 32.52 ± 18.85 (%) olup, min. 7.80 (%) ve maks. 81.20 (%)’dir. UP-İU 4. saat değerleri 26 hastada (% 26.26) normal, 73 hastada (% 73.73) yüksek olarak bulunmuştur. Alt gruplara göre dağılımı Şekil.15’ de gösterilmiştir.

Şekil.15. UP-İU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı



GH’ da UP-İU’ değerleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Fakat TA ve TMG arasında anlamlı fark yoktur ($p= 0.86$). Gruplara göre UP-İU 4. saat değerleri Tablo.11’ de özetlenmiştir.

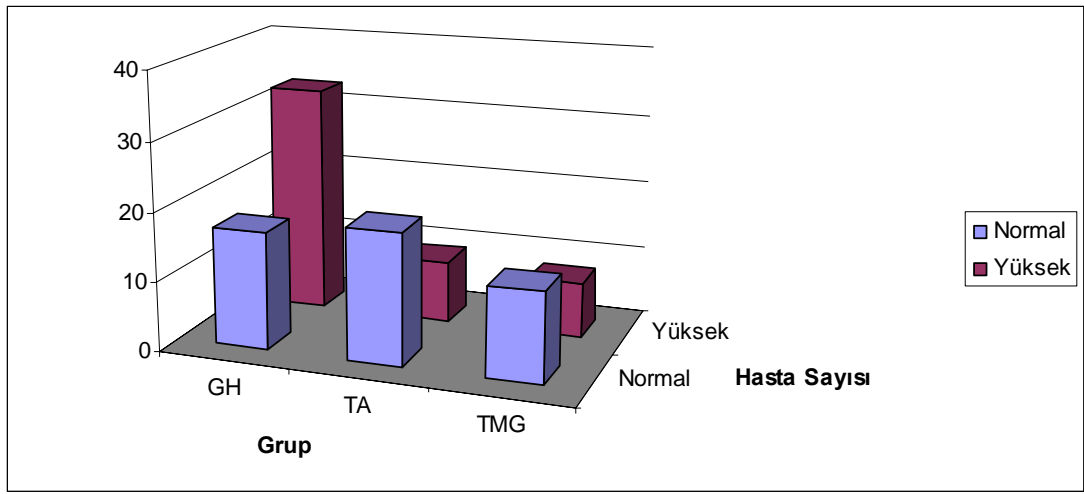
Tablo.11. UP-İU 4. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS. (%)	Min. – Max. (%)
GH	43.11 ± 19.29	11.00 – 81.20
TA	22.75 ± 10.08	8.80 – 47.90
TMG	20.34 ± 11.05	7.80 – 53.40
Tüm Grup	32.52 ± 18.85	7.80 – 81.20

4.5. GK-İU 24. Saat Değerleri:

Ortalama GK-İU 24. saat değeri 25.35 ± 8.89 (%) olup, min. 7.39 (%) ve maks. 43.97 (%)’dir. GK-IU 24. saat değerleri 49 hastada (% 50) normal, 50 hastada (% 50) yüksek olarak bulunmuştur. Alt gruplara göre dağılımı Şekil.16’ da gösterilmiştir.

Şekil.16. GK-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı



GH’ da GK-İU’ değerleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Fakat TA ve TMG arasında anlamlı fark yoktur ($p= 0.95$). Gruplara göre GK-İU 24. saat değerleri Tablo.12’ de özetlenmiştir.

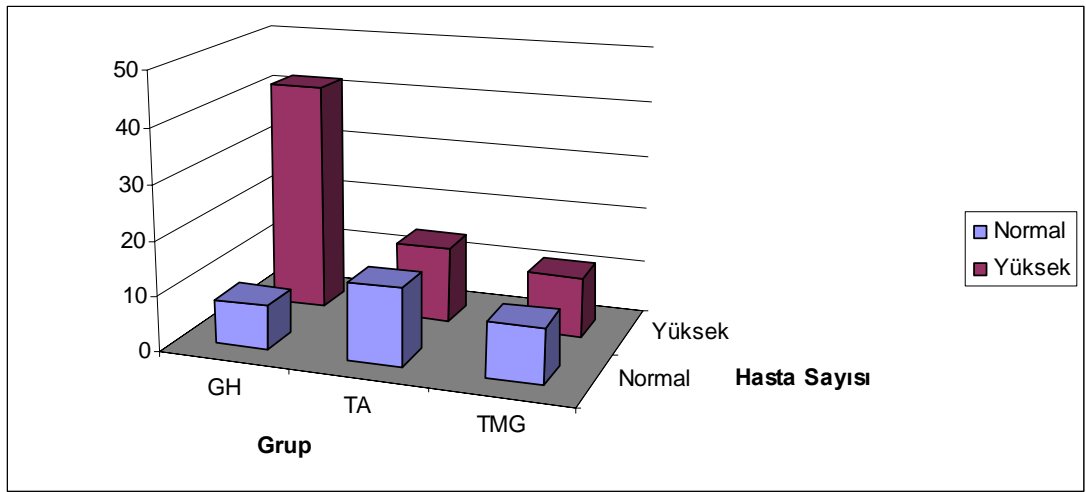
Tablo.12. GK-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS. (%)	Min. – Max. (%)
GH	29.58 ± 8.01	10.00 – 43.97
TA	20.75 ± 6.75	7.39 – 36.88
TMG	21.42 ± 8.87	10.33 – 40.03
Tüm Grup	25.35 ± 8.89	7.39 – 43.97

4.6. UP-İU 24. Saat Değerleri:

Ortalama UP-İU 24. saat değeri 45.93 ± 15.40 (%) olup, min. 13.80 (%) ve maks. 81.00 (%)’dir. UP-İU 24. saat değerleri 32 hastada (% 32) normal, 67 hastada (% 68) yüksek olarak bulunmuştur. Alt gruplara göre dağılımı Şekil.17’ de gösterilmiştir.

Şekil.17. UP-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı



GH’ da UP-İU’ değerleri diğer iki gruba göre daha yüksektir. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Fakat TA ve TMG arasında anlamlı fark yoktur ($p= 0.99$). Gruplara göre UP-İU 24. saat değerleri Tablo.13’ de özetlenmiştir.

Tablo.13. UP-İU 24. Saat Değerlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Grup	Ort. \pm SS. (%)	Min. – Max. (%)
GH	54.82 ± 13.95	26.10 – 81.00
TA	36.71 ± 9.52	13.80 – 60.00
TMG	37.04 ± 12.78	19.90 – 64.80
Tüm Grup	45.93 ± 15.40	13.80 – 81.00

4.7. GK-İÜ 4. Saat ve UP-İÜ 4. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması

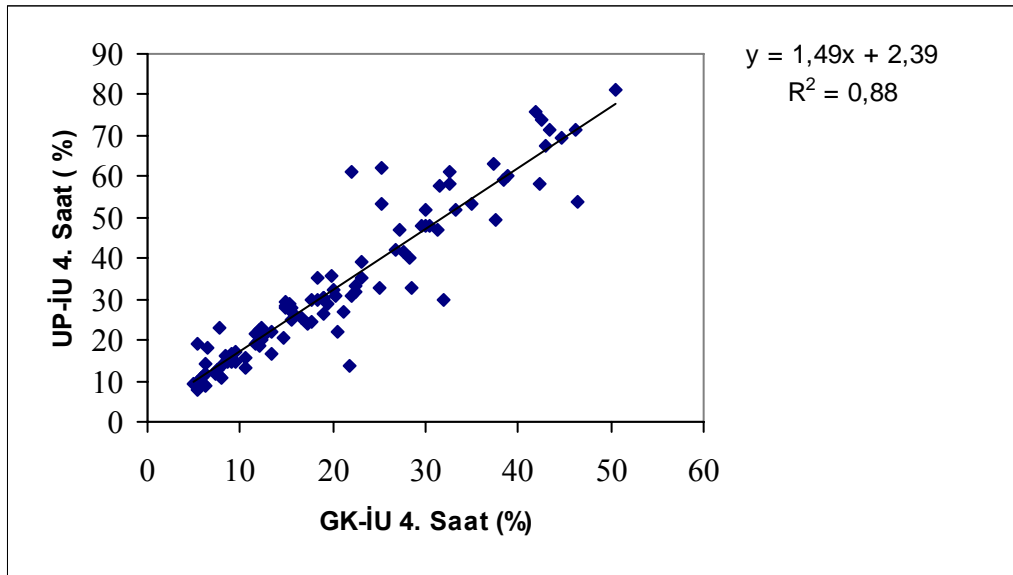
GK-İÜ 4. saat değerleri ortalaması 20.23 ± 11.89 (%)’dur. UP-İÜ 4. saat değerleri ortalaması 32.52 ± 18.85 (%)’dir. Değerler karşılaştırıldığında GK-İÜ değerlerinin ortalama olarak %12 daha düşük olduğu bulunmuştur. SS. % 8.70 olup, % 95 güvenlik aralığı - % 14.02 ile -% 10.55 arasındadır. GK-İÜ 4. saat ile UP-İÜ 4. saat verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Ancak, iki yöntem arasında lineer ilişki vardır ve aralarında pozitif çok güçlü korelasyon bulunmuştur ($r= 0.94$, $p= 0.001$). İki yöntem arasındaki ilişki Şekil.18’ de gösterilmektedir.

GK-İÜ 4. Saat (x) UP-İÜ 4. saat değerine (y) aşağıdaki Formül.2 kullanılarak dönüştürülebilir.

Formül.2:

$$y = 1.49x + 2.39$$

Şekil.18. GK-İÜ 4. Saat ve UP-İÜ 4. Saat Değerleri Arasındaki İlişki



Alt gruplar incelendiğinde GH, TA ve TMG' da yöntemler arasında yine lineer ilişki vardır ve aralarında pozitif çok güçlü korelasyon bulunmaktadır (Sırayla $r=0.93, 0.85, 0.87, p=0.001$).

4.8. GK- İÜ 24. Saat ve UP-İÜ 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması

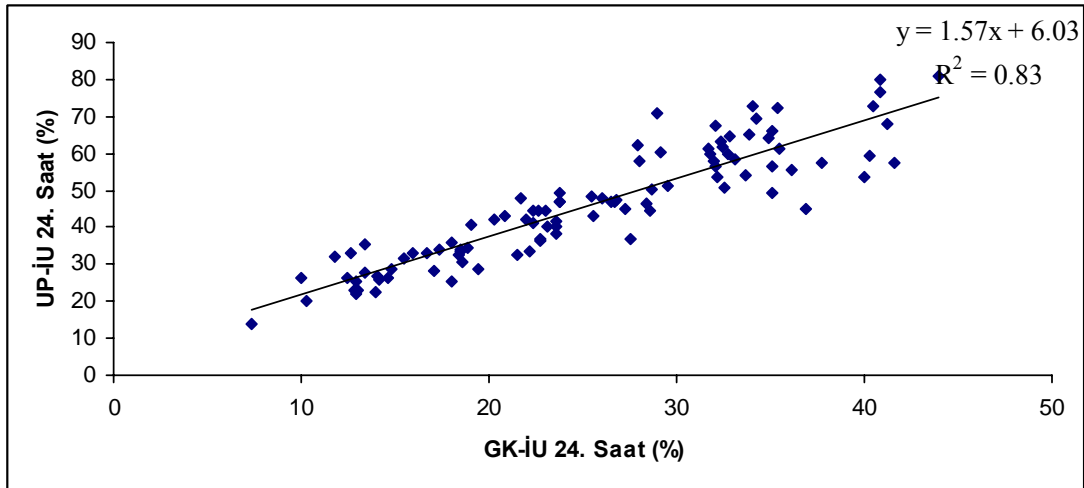
GK-İÜ 24. saat değerleri ortalaması 25.35 ± 8.89 (%)'dur. UP-İÜ 24. saat değerleri 45.93 ± 15.40 (%)'dir. Değerler karşılaştırıldığında GK-İÜ değerlerinin ortalama olarak % 20.57 daha düşük olduğu bulunmuştur. SS. % 8.19 olup, %95 güvenlik aralığı - % 22.21 ile -% 18.94 arasındadır. GK-İÜ 24. saat ile UP-İÜ 24. saat verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.001$). Ancak, iki yöntem arasında lineer ilişki vardır ve pozitif çok güçlü korelasyon bulunmuştur ($r=0.91, p=0.001$). İki yöntem arasındaki ilişki Şekil.19' da gösterilmektedir.

GK-İÜ 24. saat (x) UP-İÜ 24. saat değerine (y) aşağıdaki Formül.3 kullanılarak dönüştürülebilir.

Formül.3:

$$y = 1.57x + 6.03$$

Şekil.19. GK-İÜ 24. Saat ve UP-İÜ 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki



GK-İU ve UP-İU 24. saat değerleri açısından, alt gruplar incelendiğinde GH, TA ve TMG' da yöntemler arasında yine lineer ilişki vardır ve aralarında çok güçlü pozitif korelasyon bulunmaktadır (Sırayla $r= 0.89, 0.85, 0.93, p= 0.001$).

4.9. TcU ve GK-İU 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması

TcU değerleri ortalaması 7.15 ± 7.79 (%)'dur. GK-İU 24. saat değerleri ortalaması 25.35 ± 8.89 (%)'dur. Değerler karşılaştırıldığında GK-İU 24. saat değerlerinin ortalama olarak % 18.19 daha düşük olduğu bulunmuştur. SS. % 7.19 olup, % 95 güvenlik aralığı - % 19.63 ile -% 16.76 arasındadır. TcU ve GK-İU 24. saat verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Ancak, iki yöntem arasında logaritmik ilişki vardır ve pozitif güçlü korelasyon bulunmuştur ($r= 0.64, p= 0.001$). İki yöntem arasındaki ilişki Şekil.20.' de gösterilmektedir.

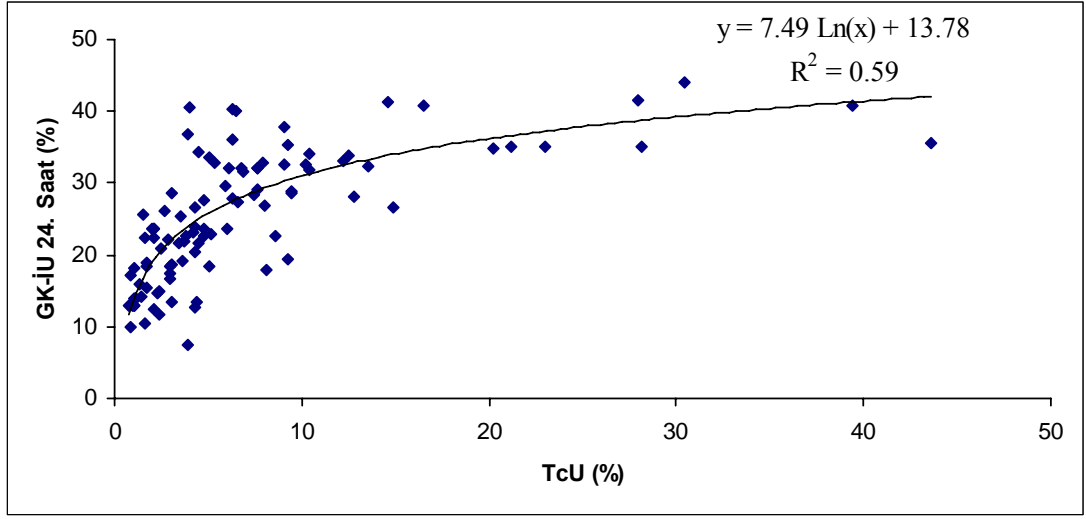
Alt gruplar incelendiğinde, GH, TA ve TMG' da da logaritmik ilişki ve pozitif güçlü korelasyon saptanmıştır (Sırayla $r= 0.62, 0.52, 0.69, p= 0.001$).

TcU (x) GK-İU 24. saat değerine (y) aşağıdaki Formül.4 kullanılarak dönüştürülebilir.

Formül .4:

$$y = 7.49\text{Ln}(x) + 13.78$$

Şekil.20. TcU ve GK-İU 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki



4.10. TcU ve UP-İU 24. Saat Değerlerinin Karşılaştırılması

TcU değerleri 7.15 ± 7.79 (%)’dur. UP-İU 24. saat değerleri 45.93 ± 15.40 (%)’dir. Değerler karşılaştırıldığında UP-İU 24. saat değerlerinin ortalama olarak % 38.77 daha düşük olduğu bulunmuştur. SS. % 12.32 olup, %95 güvenlik aralığı - % 41.24 ile -%36.31 arasındadır. TcU ile UP-İU 24. saat verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p= 0.001$). Ancak, iki yöntem arasında logaritmik ilişki vardır ve pozitif güçlü korelasyon bulunmuştur ($r= 0.61$, $p= 0.001$). İki yöntem arasındaki ilişki Şekil.21’ de gösterilmektedir.

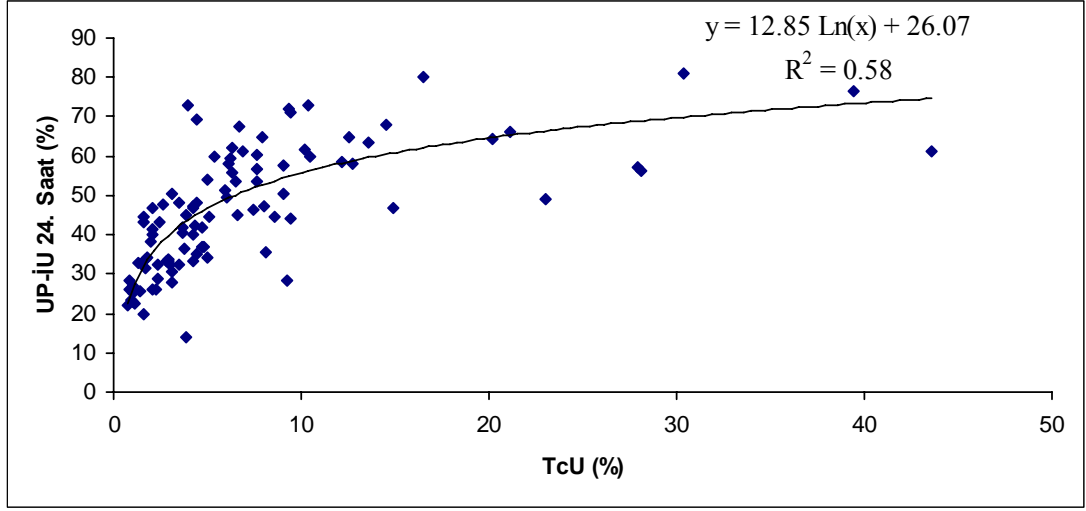
TcU ve UP-İU 24. saat değerleri açısından, GH, TA ve TMG’ daki değerler karşılaştırıldığında da tüm hasta grubundaki gibi logaritmik ilişki ve pozitif güçlü korelasyon saptanmıştır (Sırayla $r= 0.56$, 0.59 , 0.61 , $p= 0.001$).

TcU (x) UP-İU 24. saat değerine (y) aşağıdaki Formül.5 kullanılarak dönüştürülebilir.

Formül.5:

$$y = 12.85 \ln(x) + 26.07$$

Şekil.21. TcU ve UP-İU 24. Saat Değerleri Arasındaki İlişki



5.TARTIŞMA

Tiroit bezinin yapısı ve fonksiyonu uptake ve sintigrafi ile kolayca araştırılabilir. Bu amaçla 1930' lu yılların sonunda ¹³¹I ilk defa kullanılmaya başlamış ve günümüze kadar kullanılagelmiştir (32). Tiroit fonksiyonlarının araştırılmasında invivo ve invitro testlerin duyarlılık ve özgüllüğünün artmasıyla, tiroit sintigrafisi ve uptake testinin kullanıldığı durumlar azalsa da hipertiroidizmin ayırıcı tanısı, nodül ve tiroit bezinin otonomisinin belirlenmesi ve ¹³¹I tedavi dozunun hesaplanmasında rolü bulunmaktadır. Bu nedenle tezdeki hasta grubu, kliniğimize hipertiroidi ön tanısı veya ayırıcı tanısı için uptake testi istenen, nodül otonomisinin belirlenmesi için sintigrafi istenen veya hipertiroidisi için ¹³¹I tedavi dozu verilmesi planlanan hastalardır. Çalışma grubunun büyük çoğunluğunu (% 50.5) GH hastalarından oluşmaktadır.

Tiroit bezinin yakalama fonksiyonunu belirlemek için yapılan TcU, % 66 hastada normalden yüksektir. GH' da TA ve TMG' a göre oldukça yüksektir. Sayısal değer olarak da GH' da TcU artmıştır. TA ve TMG da normale göre TcU değerleri hafif olarak artmış olsa da iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu sonuçlar literatür ile uyumlu beklenen değerlerdir (33, 34, 35, 24).

Tiroit bezinin hem organifikasyon hem de yakalama fonksiyonunu gösteren İU testi, GK-İU değerleri TcU değerleri gibi % 67 hastada yüksek olarak bulunmuştur. GH' da TA ve TMG göre oldukça yüksektir. Normal değerler elde edilen GH anti tiroit tedavi almaktadır (24). TA ve TMG da GK-İU değerleri GH' ye göre daha az oranda yüksek olarak saptanmıştır. Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ve bulgular literatür ile uyumludur (4, 24). UP-İU 4. saat değerleri, GK-İU 4. saat değerlerine göre daha yüksektir ve %73.73 hastada sonuçlar normal değerlere göre yüksektir. Bu yükseklik daha sonraki bölümlerde tartışılacağı gibi GK ve UP ile yapılan ölçüm farklılıklarına dayanmaktadır.

İU 24. saat değerlerine bakıldığında GK-İU 24. saat değeri %50 hastada yüksek bulunmuştur. Beklenildiği gibi GH' da değerler daha yüksektir. Fakat 4. saat ile karşılaştırıldığında hızlı I dönüşümü nedeniyle 16 hastada İU normale dönmüştür. Bu değerler GK-İU' ya göre daha yüksektir. Bir önceki paragrafta belirtildiği gibi GK ve UP ile yapılan ölçüm farklılıklarına dayanmaktadır.

İU' ni ölçmede GK ve UP kullanılmaktadır (4-9, 29, 36). Lee ve arkadaşlarının ¹²³I kullanarak GK ve UP kullanarak ötiroidi, hipotiroidi ve hipertrioidi tanısı olan 65 hastada yaptığı çalışmada, 4. saat uptake değerlerini UP ile GK' ya göre daha yüksek bulmuşlardır. UP' de ölçülen değerler y, GK' da ölçülen değerler ise x olarak tanımlanırsa aralarındaki ilişki $y = 5.6 \pm 1.3(x)$ şeklinde formüle edilmiştir. Anlamli pozitif çok güçlü korelasyon bulmuşlardır ($r = 0.93$). 24. saat uptake değerleri arasındaki ilişki de yine aynı şekilde $y = 6.3 \pm 1.3(x)$ ($r = 0.85$) formüle edilmiştir. Bu çalışmada GK' da uptake sayımları alınırken pinhole kolimatör kullanılmıştır (8). Çalışmamızda da Lee ve arkadaşlarının sonuçlarına benzer şekilde UP ile ölçülen uptake değerleri GK' ya göre 1.49 kat daha yüksektir ve $y = 1.49x + 2.39$ (Formül.2) eşitlikle ifade edilmiştir ve pozitif çok güçlü korelasyon bulunmuştur ($r = 0.94$). 24. saat uptake değerlerine bakıldığında yine UP' daki değerler GK' da ölçülen değerlerden 1.57 kat yüksektir. Uptake değerleri arasında yine literatürle uyumlu pozitif çok güçlü korelasyon bulunmuştur ($r = 0.91$).

Benjamin ve arkadaşlarının 31 hastalık çalışma grubuyla GK' da Lee ve arkadaşlarına göre farklı kolimatör (LEAP), aynı radyonüklid (¹²³I) ve UP kullanarak yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada yine UP ile uptake değerleri GK' ya göre yüksek olarak bulunmuştur (5). Çalışmamızda da Benjamin ve arkadaşlarından farklı olarak ^{99m}Tc perteknetat için LEHR, ¹³¹I için HEGP kullanılmıştır. Sonuçlarımız bu çalışma ile de uyumludur.

Yoshida ve arkadaşlarının farklı GK ve kolimatörler (LEHR, LEAP, ve gama enerjisine uygun kolimatörler) kullanarak yaptıkları çalışmada ölçülen tiroit uptake'leri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç ta bizim sonuçlarımızı desteklemektedir (37).

Lee ve arkadaşları UP ile uptake ölçümlerinin yüksek olmasını ölü zaman ölçüm hatalarına bağlamaktadır (8). ^{123}I ' ün 200–500 μCi arasında kullanılan dozları bu problemi arttırmaktadır. Özellikle hastaya uygulanmadan önce dozun boyun fantomu içinde sayılması bu problemi arttırmaktadır. Çoğu yeni UP sistemleri ölü zaman ölçüm hatalarını düzeltmek için mikroişlemciler kullanarak problemi çözmeye çalışmaktadır. Fakat yine de UP' da kullanılan radyofarmasötiğe göre doz ayarlamak önem kazanmaktadır. GK' da ise kolimatörler nedeniyle ölü zaman ölçüm hataları problem olmamaktadır (8).

^{131}I tutulum hesaplarını soliter nodülleri olan hastalarda detektör-boyun uzaklığı, nodül derinliği ve hastanın boyun çapı etkilerken, nodülün boyutu, şekli ve aktivitesi (hipo veya hiperaktif) etkilememektedir. Ultrasonografi ile nodül yerleşimine bağlı düzeltme faktörleri uygulayarak uptake değerleri düzeltilebilir (38). TA ve TMG' daki GH' a göre daha düşük değerler buna bağlı olarak açıklanabilir.

Nükleer Tıp' ta standart tiroit incelemesi, hem uptake ölçümünü hem tiroit sintigrafisini birlikte yapmaktır. Bu prosedür, hem sintigrafi hem de uptake testi birlikte yapıldığında daha etkili olmaktadır. Gama fotonu enerjileriyle ^{123}I ve $^{99\text{m}}\text{Tc}$ perteknetat buna imkan vermektedir (29). ^{123}I ' ün kısa yarı ömrü, siklotron ürünü ve pahalı olması nedeniyle ülkemizde rutin uygulamada kullanılması mümkün olmamaktadır. Modern GK' lar ile $^{99\text{m}}\text{Tc}$ perteknetat ile de tiroidin uptake fonksiyonu ve sintigrafisinin aynı zamanda yapılması mümkün olmaktadır. Bütçesi ve mekan özellikleri kısıtlı merkezler için UP olmadan da tiroid uptake testi yapılmasına imkan verebilmektedir. Bilgisayar yardımıyla ve dikkatli kalibrasyonlar yaparak standart boyun kaynakları kullanılmadan uptake ölçülebilir (6).

Bu çalışmada farklı yöntemler ile (GK ve UP) ölçülen İU' inin araştırılması yanı sıra ölçülen TcU ile İU 24. saat ölçümleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. İU 24. saat değerleri hipertiroidi hastalarının tedavi dozunun hesaplanmasında kullanılmaktadır. UP olmayan Nükleer Tıp merkezlerinde TcU' nin 24. saat İU değerlerine dönüştürülebileceği Smith ve arkadaşları tarafından daha önce

yayınlanmıştır (7). Çeşitli klinik bulguları olan (hipertiroidi, ötiroidi, subakut tiroidit gibi) 44 hastada 24. saat UP-İU ve TcU' değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. TcU ve 24. saat UP-İU arasında logaritmik ve pozitif çok güçlü korelasyon bulmuşlardır. Tahmini 24. saat İU' ni şu şekilde hesaplamışlardır:

$$\text{Tahmini 24. saat İU} = 17.72\text{LnTcU} + 30.40$$

Rutin olarak 20-30. dakikalar arasında hesaplanan TcU (4,29,39) yerine 5. dakikada alınan TcU değerlerini esas almışlardır. Araştırmacılar, 5. dakikada alınan ölçümlerin tükrük bezi, farinks ve özafagus gibi zemin aktiviteden kaynaklanan hataları azaltacağını iddia etmektedir (7). Fakat kliniğimizde 20. dakikadaki sayımlar esas alınmıştır. Çalışmamızda hem GK hem de UP ile TcU arasındaki ilişki incelenmiştir. Her ikisinde de TcU ve İU arasında Smith ve arkadaşları gibi logaritmik ilişki bulunmuştur. TcU (x) ve UP-İU 24. saat (y) arasında $y = 12.85\text{Ln}(x) + 26.07$ eşitliği ve GK-İU 24. saat (y) $y = 7.49\text{Ln}(x) + 13.78$ şeklinde formülize edilmiştir. Bu veriler kullanılarak TcU verileriyle tahmini olarak İU 24. saat değerleri hesaplanabilir.

TcU' nin rutinde kullanılmasının İU testine göre birçok avantajı bulunmaktadır. Pratik olarak kaynakların düzgün kullanılmasını sağlar. Teknisyen ve kamera zamanı, hastanın tek seferde işleminin yapılabilmesi, ^{131}I e göre daha az radyasyon dozu alması bu avantajlar arasındadır.

6. SONUÇLAR – ÖNERİLER

Tiroit fonksiyonunu gösteren İU testi hem GK hem de UP ile yapılabilir. Her iki yöntem arasında 4. saatte ve 24. saatte yapılan ölçümlerde çok güçlü pozitif korelasyon vardır. UP olmayan Nükleer Tıp merkezlerinde GK ile ölçülen değerler rahatlıkla kullanılabilir. Yöntemleri birbiri ile karşılaştırırken UP ile ölçümlerin daha yüksek olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

TcU 24.saat İU' ine dönüştürülebilir. TcU' ile 24. saat İU arasında güçlü pozitif korelasyon vardır. UP olmayan Nükleer Tıp merkezlerinde TcU (x) $y = 7.49\ln(x) + 13.78$ formülündeki değerler ile İU ($y = \text{GK-İU 24. saat}$) veya $y = 12.85\ln(x) + 26.07$ ($y = \text{UP-İU 24.saat}$) dönüştürülebilir ve bu değer hipertiroidi hastalarının ¹³¹I doz hesaplamalarında kullanılabilir.

Bu çalışmada bölgenin iyot özellikleri dikkate alınarak literatürde önerilen normal değerlerin yerine kendi normal değerlerimizin oluşturulması ve bu normal değerlerdeki korelasyonların da gösterilmemiş olması çalışmanın eksikliğini oluşturmaktadır.

7. ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, iki ayrı ölçüm sistemi (GK ve UP) ve iki farklı radyonüklid (^{131}I – $^{99\text{m}}\text{Tc}$ perteknetat) ile tiroit uptake çalışmaları yapılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve sonuçlar arasında ilişki olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 34 erkek ve 65 kadın olmak üzere toplam 99 hipertiroidi hastası çalışmaya katılmıştır. GK’da TcU testi ile tiroit sintigrafisi, 2 gün sonrada GK ve UP’da İU test çalışmaları yapıldı.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 50 ± 16.4 ’ dür. Çalışma grubundaki hastaların 50’sinin (% 50.5) tanısı GH, 28’i (% 28.3) TA ve 21’ inin (%21.2) tanısı TMG idi. TcU değerleri ortalaması 7.15 ± 7.79 , GK-İU 4. saat için 20.23 ± 11.89 , UP-İU 4. saat için ise 32.52 ± 18.85 ’dir. GK-İU 4. saat ve UP-İU 4. saat değerleri arasında lineer ilişki ve aralarında pozitif çok güçlü korelasyon saptanmıştır ($r = 0.94$, $p=0.001$). GK-İU 4. saat (x) UP-İU 4. saat (y) değerlerine $y = 1.49x + 2.39$ formülü kullanılarak dönüştürülebilir. GK-İU 24. saat değerleri ortalaması 25.35 ± 8.89 , UP-İU 24. saat değerleri ise 45.93 ± 15.40 ’dır. GK-İU 24. saat ve UP-İU 24. saat değerleri arasında lineer ilişki ve anlamlı pozitif çok güçlü korelasyon bulunmaktadır ($r = 0.91$, $p = 0.001$). GK-İU 24. saat (x) ve UP-İU 24. saat (y) değerleri $y = 1.57x + 6.03$ formülü kullanılarak birbirlerine dönüştürülebilir. GH’ de TcU, UP-İU 4. saat, GK-İU 4. saat, UP-İU 24. saat ve GK-İU 24. saat değerleri TA ve TMG’ye göre yüksektir Fakat TA ve TMG’de değerler arasında anlamlı fark yoktur. TcU değerleri ve GK-İU 24. saat değerleri arasında logaritmik ilişki ve pozitif güçlü korelasyon bulunmaktadır ($r = 0.64$, $p = 0.001$). TcU (x) GK-İU 24. saat (y) değeri $y = 7.49\text{Ln}(x) + 13.78$ formülü ile birbirlerine dönüştürülebilir. UP-İU 24. saat ve TcU değerleri arasında logaritmik ilişki ve pozitif güçlü korelasyon bulunmaktadır ($r = 0.61$, $p=0.00$). TcU (x) UP-İU 24. saat (y) değerleri $y = 12.85\text{Ln}(x) + 26.07$ formülü kullanılarak dönüştürülebilir.

Sonuç: Tiroit fonksiyonunu gösteren İU testi hem GK hem UP ile yapılabilir. UP olmayan Nükleer Tıp merkezlerinde GK ile ölçülen değerler rahatlıkla kullanılabilir. TcU, UP olmayan Nükleer Tıp merkezlerinde İU dönüştürülebilir ve bu değer hipertiroidi hastalarının ^{131}I doz hesaplamalarında kullanılabilir.

8. ABSTRACT

Aim: This study is aimed to investigate the thyroid uptake of patients with hyperthyroidism using two different methods; the gamma camera (GC) and the uptake probe (UP). Two different radio nuclides (I^{131} and Tc^{99m}) were used. The results of the two different methods and radio nuclides were compared.

Material and Method: Ninety-nine patients with hyperthyroidism were investigated. Thirty-four patients were female, and sixty-five were male. First, Tc^{99m} uptake (TcU) and thyroid scintigraphy were performed using the GC. I^{131} uptake (IU) values were determined using both GC, and UP, two days after the initial GC study.

Results: Mean age for the patients was 50 ± 16.4 SD. Fifty percent of all patients had Grave's disease (GD), 28 (28.3%) had toxic adenoma (TA), and 21 (21.2%) had toxic multi-nodular goiter (TMG). Mean TcU was found to be 7.15 ± 7.79 SD. The IU values at 4 hours were 32.52 ± 18.85 and 20.23 ± 11.89 respectively for UP, and GC. These two methods correlated linearly and very strongly ($r= 0.94$, $p= 0.001$). The following formula is used for transformation: $y= 1.49x + 2.39$; where x represents the 4 hour IU value using GC and y represents 4 hour IU value using UP. At 24 hours, IU values using GC and UP were 25.32 ± 8.89 and 45.93 ± 15.4 respectively, and the difference was statistically significant ($p= 0.001$). These two methods correlated linearly and very strongly, as well ($r= 0.91$, $p= 0.001$). The following formula is used for transformation: $y=1.57x + 6.03$; where x represents the 24 hour IU value using GC, and y represents 24 hour IU value using UP. The TcU, UP-IU at 4 hours, GC-IU at 4 hours, UP-IU at 24 hours, and GC-IU at 24 hours was higher in GD patients when compared to TA and TMG patients. The aforementioned values had no difference between TA and TMG patients. TcU and GC-IU demonstrated a strong logarithmical correlation ($r= 0.64$, $p= 0.001$). The formula used for this transformation was: $y= 7.49\text{Ln}(x) + 13.78$ where x represents TcU, and y represents GC-IU at 24 hours. TcU and UP-IU values demonstrated a strong logarithmical correlation ($r= 0.61$, $p= 0.001$). The formula used for this transformation was: $y= 12.85\text{Ln}(x) + 26.07$; where x represents TcU, and y represents UP-IU at 24 hours.

Conclusion: Iodine uptake is an investigation to demonstrate the functional status of the thyroid gland, and can be performed using either GC, or UP. A gamma camera can be safely and easily utilized at nuclear medicine centers that do not have access to an uptake probe. TcU values can be easily be transformed to IU values, using the above mentioned formulas and these transformed values then used to calculate I^{131} treatment dose for patients with hyperthyroidism.

9. KAYNAKLAR

- 1- Özata M. Önsöz. Editör: Özata M. *Tiroid Hastalıklarına Güncel Yaklaşım*. Epsilon Yayıncılık Hizmetleri. İstanbul. 2005; 11–12.
- 2- Urgancıoğlu İ, Hatemi H, Uslu İ, et al. Endemik Guvatr taramalarının değerlendirilmesi. *Klinik Gelişim*, 1987; 36–38.
- 3- Urgancıoğlu İ, Hatemi H. Türkiye’ de endemik guvatr. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Bilim Dalı, İstanbul, 1989: 14.
- 4- Atkins HL, Klopper JF. Measurement of thyroidal technetium uptake with gamma camera and computer system. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*. 1973; **118**:831–5.
- 5- Benjamin RS, Amro A, El-Dousuki MI. Measurement of Iodine-I23 thyroid uptake using gamma camera with LEAP collimator. *J Nucl Med Technol* 1999; **27**:215–219.
- 6- Robeson WR, Ellwood JE, Castronuovo JJ, Margouleff D. A new method to measure thyroid uptake with a gamma camera without routine use of a standard source. *Clin Nucl Med*. 2002; **27**:324–9.
- 7- Smith JJ, Croft BY, Brookeman VA, Teates CD. Estimation of 24-hour thyroid uptake of I-131 sodium iodide using a 5-minute uptake of technetium-99m pertechnetate. *Clin Nucl Med*. 1990; **15**:80–3.
- 8- Lee KH, Siegel ME, Fernandez OA. Discrepancies in thyroid uptake values. Use of commercial thyroid probe systems versus scintillation cameras. *Clin Nucl Med*. 1995; **20**:199–202.
- 9- Ramos CD, Zantut Wittmann DE, Etchebehere EC, Tambascia MA, Silva CA, Camargo EE. Thyroid uptake and scintigraphy using 99mTc pertechnetate: standardization in normal individuals. *Sao Paulo Med J*. 2002 ; **120**:45–8.
- 10- Henry J.F. Surgical anatomy and embryology of the thyroid parathyroid glands. Editör: Clark OH, Duh QY. *Textbook of Endocrine Surgery*. WB Saunders. Philadelphia: 1997; **2**: 8–14.
- 11- Skandalakis JE, Skandalakis P.N, Skandalakis L.J. Anatomy of the

- thyroid gland. Skandalakis JE (ed). *Surgical Anatomy and Technique*. 1st ed. New York: Springer–Verlag; 1995. 31–44.
- 12- Dere F. Glandula Thyroidea ve Parathyroidea. *Anatomi* 1990; 497–502
- 13- Sadler GP, Clark OH. Thyroid and parathyroid. Schwartz SI, Shires GT, Spencer FC (ed). *Principles of Surgery*. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 1999. 1661–1687.
- 14- Kaynaroğlu ZV. Tiroid fizyolojisi ve fonksiyon testleri. Editör: Sayek İ *Temel cerrahi* 2. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 1996. 1523–1524.
- 15- Guyton C.Artur: *Tıbbi Fizyoloji*. Güven Kitabevi Yayınları. Cilt 2,1989;1293–1304.
- 16- Gökhan N, Çavuşoğlu H. Tiroit bezi ve Metabolik Hormonlar. Editör: Gökhan N,Çavuşoğlu H. *Tıbbi Fizyoloji*. 3. baskı. İstanbul: Nobel tıp kitabevi; 1989. 1293–1309.
- 17- De Lange F. Iodine Nutrition and Congenital Hypothyroidism. Editör: Fisher DA, Gilnoer D. *Research in Congenital Hypothyroidism*. 1st ed. New York: Plenum Pres; 1989. 173–185.
- 18- Richard A. Mc Pherson. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methots* 21. nd edition. Newyork. USA. 2007: 339.
- 19- E. Freitas, Gross M, D. Sarkar. S. Laboratory (invitro) Assessment of Thyroid Function. Editör: P. Sandler M et al. *Diagnostic Nuclear Medicine Fourth Edition*. Lippincott Williams & Wilkins. 2003: 591-644.
- 20- İşgör A. Tiroit fizyolojisi. İşgör A (ed). *Tiroit Hastalıkları ve Cerrahisi*. 1. baskı. İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık; 2000. 69–122.
- 21- Özata M. Önsöz .Editör: Özata M. *Tiroid Hastalıklarına Güncel Yaklaşım*. Epsilon Yayıncılık Hizmetleri. İstanbul. 2005; 18-19.
- 22- Özata M. Önsöz .Editör: Özata M. *Tiroid Hastalıklarına Güncel Yaklaşım*. Epsilon Yayıncılık Hizmetleri. İstanbul. 2005; 168,124.
- 23- Charles C.J. Robert C. *Cecil Essentials of Medicine* 5.th edition. Newyork. USA. 2002: 555–559.

- 24- Park M.Y. The Thyroid Gland. In Henkin R.E,ed. *Nuclear Medicine Vol.1*. Mosby,USA. 1996: 839–840.
- 25- Türkiye Nükleer Tıp Derneği Endokrinoloji ve Radyonüklid Çalışma Grubu.Tiroid sintigrafisi uygulama kılavuzu. *TJNM* . 2003; **12**:178-180.
- 26- Becker D, Charkes N. David et al. Procedure guideline for thyroid uptake measurement 1,0. *J Nuc Med*. 1996; **37**:1266–1268.
- 27- Uslu İ, Erdil Y.E. Tiroid glandı hastalıklarının değerlendirilmesinde nükleer tıp tetkikleri. *İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri*. İstanbul. 1999; 15- 26.
- 28- Narin Y, Urhan M. Tiroid Hastalıklarının Tanısında Sintigrafi ve Diğer Görüntüleme Yöntemleri. Editör: Özata M. *Tiroid Hastalıklarına Güncel Yaklaşım*. Epsilon Yayıncılık Hizmetleri. İstanbul. 2005; 51- 67, 267.
- 29- Balon HR, Silberstein EB, Meier DA, Charkes D, Royal HD, Sarkar SD, et al. Society of Nuclear Medicine: Procedure guideline for thyroid uptake measurement 3.0. Available on <http://www.snm.org>).
- 30- Graunwald F. Benign Thyroid Disease. Editör. Ell P.J, Gambhir S.S. *Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment*.3.th ed. Vol.1 USA. Elsevier Lmt. 2004: 1762–1763.
- 31- Tamgaç F, Erselcan T. Endokrin Sistem Sintigrafileri. Editör: Tamgaç F. *Klinik Uygulamada Nükleer Tıp*. İstanbul: Ünal Ofset, 2001; 43–47.
- 32- Chapman EM. History of the discovery and early use of radioactive iodine. *JAMA* 1983; **250**: 2042–2044.
- 33- Maisey MN, Natarajan TK, Hurley PJ, Wagner HN Jr.Validation of a rapid computerized method of measuring ^{99m}Tc pertechnetate uptake for routine assessment of thyroid structure and function. *J Clin Endocrinol Metab*. 1973; **36**:317–22.
- 34- Schneider PB. Simple, rapid thyroid function testing with ^{99m}Tc-pertechnetate thyroid uptake ratio and neck/thigh ratio. *AJR Am J Roentgenol*. 1979; **132**:249–53.
- 35- Selby JB, Buse MG, Gooneratne NS, Moore DO. The Anger camera and the pertechnetate ion in the routine evaluation of thyroid uptake and

- imaging. *Clin Nucl Med.* 1979; **4**:233–7.
- 36- Verdon TA, McCowen D, Hofeldt FD, Use of the Anger scintillation camera for determining thyroid uptake. *J Nucl Med.* 1976; **5**:359-61.
- 37- Yoshida A, Saito K, Endo Y, Mori K, Seki M, Takebe H. Thyroid uptake error in four different gamma camera systems. *Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi.* 2004; **3**:387–92.
- 38- Jentzen W, Görges R, Freudenberg L, Eising EG, Müller SP, Bockisch A. Influence of various geometric factors on the iodine-131 uptake measurement for solitary thyroid nodules. *Nucl Med Commun.* 2008; **4**:398–404.
- 39- Siegel JA, Harpen MD, Lee WP, Verma RC, Greenfield MA Quantitative differences between the thyroid uptake of ¹²³I and ^{99m}Tc. *Eur J Nucl Med.* 1984; **11**:494–8.