

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ VE YÖRESİNDE İÇME
SULARINDAKİ İYOT DÜZEYLERİ

TEZ YÖNETİCİSİ
DOÇ. DR. METİN KILINÇ

TEZİ HAZIRLAYAN
ARŞ. GÖR. DR. İSMAİL TORU
UZMANLIK TEZİ
KAHRAMANMARAŞ – 2007

TEŞEKKÜR

Tez danıŐmanlıđımı üstlenen, çalıŐmalarımın her aŐamasında değerli dıŐünceleriyle beni olumlu yönde yönlendiren, benden her konuda yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, çok kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Metin KILINÇ'a, çalıŐmalarım süresince ilgi ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım Doç. Dr. Fatma İNANÇ TOLUN ve Öğretim Gör. Ergül BELGE KURUTAŐ ile çalışma arkadaşlarım Arş.Gör. Dr. Seçil ŐİMŐEK İMREK, Arş. Gör.Dr. Fidan BİLGE, Arş. Gör. Dr. Yalçın ATLI'ya ve eŐim Ferda TORU'ya teşekkür ederim.

Arş.Gör.Dr. İsmail TORU

KISALTMALAR

DİT: Diiyodotirozin

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü/ World Health Organization (WHO)

FT₄: Serbest Tiroksin

I⁻: İyodür iyonu

I₂: Okside iyot

ICCIDD: İyot Eksikliği Hastalıklarını Kontrol için Uluslararası Konsey

IEH: İyot Eksikliği Hastalıkları

KI: Potasyum İyodür

KIO₃: Potasyum İyodat

KSÜ: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

MİT: Monoiyodotirozin

MMI: Metimazol

PTU: Propiltiyourasil

RDA: Recommended daily allowance

rT₃: Revers Triiyodotironin

T₃: Triiyodotironin

T₄: Tiroksin

TBG: Tiroid Bağlayıcı Globulin

TBPA: Tiroid Bağlayıcı Prealbumin

Tg: Tiroglobulin

TRH: Tirotropin Releasing Hormon

TSH: Tiroid Stimule edici Hormon

UNICEF: Birleşmiş Milletler Çocuk Fonu

İÇİNDEKİLER

Teşekkür.....	II
Kısaltmalar.....	III
İçindekiler.....	IV
Tablo Listesi.....	VI
Şekil Listesi.....	VII
Özet.....	VIII
Abstract.....	IX
1. Giriş ve amaç.....	1
2. Genel Bilgiler	3
2.1. İyot, iyodun bulunuşu ve önemi.....	3
2.2. İyodun insan sağlığı üzerine etkisi.....	6
2.3. İyot metabolizması.....	8
2.4. Tiroid hormon sentezi ve sekresyonu.....	9
2.4.1. Tiroglobulin.....	11
2.4.2. Tiroidal peroksidaz.....	12
2.4.3. İyot transportu.....	12
2.4.4. Tirozilin tiroglobulin içinde iyodinizasyonu.....	13
2.4.5. Tiroglobulin içindeki iyodotirozin çiftlenmesi	13
2.4.6. Tiroglobulin proteolizisi ve tiroid hormon sekresyonu.....	14
2.4.7. Tiroid hücrelerinde deiyodinizasyon.....	15
2.5. İyot eksikliği hastalıkları.....	16
2.6. Gebelikte iyot eksikliği.....	19
2.7. Dünyada ve Türkiye’de iyot eksikliği.....	19
2.8. İyot eksikliği hastalıklarının laboratuvar bulguları.....	20
2.9. Toplumda iyot eksikliğini değerlendirilmesinde kullanılan göstergeler..	21
2.9.1. Tiroid boyutlarının ve guatr oranının belirlenmesi.....	21
2.9.2. İdrar iyodu.....	22
2.9.3. Tiroid hormon ölçümü.....	23
2.10. İyot gereksinimi, alım üst sınırı ve entoksikasyon.....	23
2.11. Hipotiroidi.....	24
2.11.1. Hipotiroidinin klinik bulguları.....	25
2.11.2. Hipotiroidinin laboratuvar bulguları.....	26

2.11.3. Sekonder veya Tersiyer Hipotiroidi.....	27
2.11.4. Guatrlı hipotiroidi.....	27
2.11.5. Tiroid ablasyonu sonucu oluşan hipotiroidi	28
2.12. İyot kaynakları.....	28
2.13. Anne sütündeki iyot.....	30
2.14. İyot eksikliği hastalıklarının önlenmesi.....	31
2.14.1. İyotlu yağ kullanımı.....	31
2.14.2. İyotlu tuz kullanılması.....	32
2.14.3. Su yolu ile iyot desteği.....	32
2.14.4. İyotlu süt.....	32
2.14.5. Lugol solüsyonu.....	33
2.14.6. Diğer yöntemler.....	33
2.15. Türkiye’de iyot profilaksisi.....	33
3. İyot Tayin Yöntemleri.....	34
3.1. İyot ve iyodür tayininde kullanılan yöntemler.....	34
3.1.1. Radyokimyasal iyot tayin teknikleri.....	35
3.1.2. Potansiyometrik iyot tayin yöntemleri.....	35
3.1.3. Katalitik iyon tayin yöntemleri	35
3.1.4. İyot-Nişasta tekniği.....	36
3.1.5. Diğer iyodür tayin yöntemleri.....	37
4. Deneysel Bölüm.....	39
4.1. Materyal ve Metot.....	39
4.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihaz.....	39
4.3. Su örneklerinin toplanması.....	40
4.4. Kimyasal maddeler ve özeltiler.....	40
4.5. Su örneklerinde iyot tayini.....	42
4.6. Su örneklerinde geri kazanım.....	51
4.7. Sonuçların tekrarlanabilirliği.....	52
5. Tartışma.....	53
6. Kaynaklar.....	57

TABLO LİSTESİ

Tablo I: İyoda ait bazı özellikler	4
Tablo II: İyot eksikliği bozuklukları.....	18
Tablo III: Guatr evrelemesi	22
Tablo IV: Yaşa göre önerilen günlük iyot alım miktarları	24
Tablo V: Hipotiroidinin laboratuvar bulguları	27
Tablo VI: İyodun besin kaynakları ve besin içindeki miktarları.....	29
Tablo VII: Standart seri iyot miktarları.....	41
Tablo VIII: Kahramanmaraş il merkezi içme suyu iyot düzeyleri.....	43
Tablo IX: Kahramanmaraş il merkezine bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri..	44
Tablo X: Afşin ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	45
Tablo XI: Andırın ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	46
Tablo XII: Elbistan ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	47
Tablo XIII: Çağlayancerit ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri	48
Tablo XIV: Ekinözü ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	48
Tablo XV: Göksun ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	49
Tablo XVI: Nurhak ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	50
Tablo XVII: Pazarcık ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri.....	50
Tablo XVIII: Türkoğlu ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri...	51
Tablo XIX: Su örneklerinde geri kazanım tablosu.....	51
Tablo XX: KSÜ Tıp Fakültesi içme suyu örneğinin tekrarlanabilirlik tablosu.....	52

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kahramanmaraş il haritası.....	2
Şekil 2: İyot metabolizması.....	9
Şekil 3: İyodun taşınması.....	12
Şekil 4: İyodun tiroksin hormonuna bağlanması.....	14
Şekil 5: Tiroid hormonunun üretim ve regülasyonu.....	16
Şekil 6: Dünya ülkelerinde iyot beslenme durumu.....	19
Şekil 7: Bölgelere göre 2. derecede guatr prevalansı (%).....	20
Şekil 8: Standart seri iyot konsantrasyon grafiği.....	42

ÖZET

Hayvanlar ve insanlar için yaşamsal öneme sahip olan iyodun içme sularındaki miktarını ölçmek için birçok çalışma yapılmaktadır. Ancak, farklı iyot tayin teknikleriyle bulunan sonuçlar arası uyumsuzluk ve örnekler arasındaki farklılıklar nedeniyle güvenilir iyot tayini önemli sorun olmuştur.

Kahramanmaraş ili merkez, ilçe ve bunlara bağlı bazı köylerden içme suyu örnekleri alınıp spektrofotometrik olarak çalışıldı. İçme sularındaki iyot miktarlarının 0.97- 24.95 µg/L arasında dağılım gösterdiği bulundu. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ise içme sularındaki iyot miktarının en az 10 µg/L olmasının gerekliliğini bildirmektedir. Bu çalışmanın neticesinde alınan içme suyu örneklerindeki iyot miktarları bir örnek hariç normal değerlerde ölçülmüş olup, örnek alıp çalıştığımız bölgelerdeki sularda guatra sebep olabilecek iyot eksikliğine rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş, guatr, iyot, su

ABSTRACT

Many studies have been done that drinking water iodine measurement for humans and animals are of vital importance.

However, iodine results discordance has been an important problem due to sample discrepancy and different iodine measurement methods. In this study we measured iodine levels in drinking water samples with spectrophotometric measurement in the city of Kahramanmaras and its dependents of some village.

Drinking water iodine level was found 0.97-24.95 $\mu\text{g/L}$. World Health Organization announced that minimum drinking water iodine level should be 10 $\mu\text{g/L}$. According to our study, drinking water iodine levels were within normal values except one sample, showing that there is no drinking water iodine deficiency which might lead to iodine deficiency disorder (goiter) in this region.

Key words: Kahramanmaras, goiter, iodine, water

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Periyodik cetvelin (7. nolu) halojen grubunda bulunan 53 atom ağırlıklı kristal yapıda olan iyot insan sağlığı için gerekli bir elementtir. İyot, tiroid hormonlarının yapısına giren ve tiroid hormon sentezi için gerekli esansiyel bir eser elementtir. Büyüme, gelişme, sinir sistemi gelişimi, vücut ısı ve enerjisinin devamı için gerekli olan tetraiodotironin (T₄) ve triiodotironin (T₃) hormonlarının bir bileşenidir. Vücutta az miktarda (15–20 mg) bulunur ve en önemli depolanma yeri tiroid bezidir. İçme suları ve diğer besin maddeleri ile alınan iyot, sindirim sisteminde iyodüre indirgenmekte ve tiroid bezi tarafından hormonların sentezinde kullanılmaktadır. Eksikliğinde ise guatr hastalığı görülmektedir. Yüzey topraklarında bulunan çoğu iyot bileşikleri suda çözündüğü için, yağmur ve sulama sularıyla topraklardan süzülerek yeraltı ve yüzey sularına geçmektedir. Her iki kaynaktan sağlanan içme suları yeryüzü ve toprak yapısına göre az veya çok iyot içermektedir (1).

Bu yüzden sularda iyot düzeyinin tayin edilmesi doğal çevrenin sahip olduğu iyot miktarı hakkında bir fikir vermektedir. Canlılar iyodu en çok içme suları ile aldığından içme sularındaki iyodür miktarlarının duyarlı bir şekilde tayini önem kazanmıştır. Bu konuda gerek dünyada gerekse ülkemizde birçok çalışma yapılmış ve iyot tayini için farklı yöntemler önerilmiştir. Ancak, bu yöntemlerle elde edilen sonuçlarda çelişkiler bulunmaktadır. Yöntemlerin birçoğu sıcaklık, zaman ve ortama bağlı olarak değişiklikler göstermekte, bunun sonucu olarak da yöntemin duyarlılığı azalmaktadır (1).

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi, Biyokimya ve Halk Sağlığı Anabilim Dallarının birlikte yapmış oldukları çalışmanın 2001 yılında yayınlanan makalesinde Kahramanmaraş'ın Göksun ilçesine bağlı Tombak köyünde tiroid hormon düzeyleri düşük bulunmuş ve bunun nedeni su ve besinlerle alınan iyot miktarının yetersiz olmasına bağlanmıştır (2). Bu çalışmadan esinlenerek içme sularındaki iyot miktarlarının ölçülmesi ve yöredeki iyot düzeylerinin ortaya konması, sonuçta iyot eksikliği bulunacak yörelerde bu sorunun giderilmesine yönelik çalışmalar için sağlıklı ön bilgi edinilmesi düşünülmektedir. Biz de bu amaçla Kahramanmaraş ili merkez, ilçe ve bunlara bağlı bazı köyleri de içine alacak şekilde, içme sularındaki iyot düzeylerini incelemeyi amaçladık. Böylece yöremizdeki içme sularındaki iyot düzeylerini belirlenecek, düşük düzeyde olan yörelerdeki yöre halkı ve ilgililerin konu hakkında bilgilendirilmesi ile gerekli girişimlerin yapılmasına zemin hazırlanacağı kanaatindeyiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İyot, iyodun bulunuşu ve önemi

İyot, 1811 yılında Bernard Courtois tarafından keşfedilmiş ve Gay-Lussac tarafından özellikleri belirlenmiş, yeni bir element olarak tanımlanmıştır. Buharı mor renkli olan bu yeni elemente Yunanca mor (viyole) anlamına gelen iyot adı verilmiştir. İyot, katı haldeyken koyu gri renkte mikayı andıran pullar biçimindedir. 113.7 °C 'de kahverengi bir sıvıya dönüşerek erir. Bu sıvı 183 °C de mor renkte bir duman çıkarır. Kendine özgü keskin ve yakıcı bir kokusu vardır. Deride sarı-kahverengi bir leke bırakır (1).

İyot (I) atom nosu 53 ve atomik kütlesi 126,9 olan bir element olup, doğal olarak yalnız I^{127} kararlı izotopu halinde bulunur. Çok sayıda radyoaktif izotopu da vardır. En tanınmış I^{131} olup, 8 gün yarı ömürlüdür. 123–135 arası izotopları I^{127} dışında radyoaktiftir (1). İyodun özellikleri tablo I de topluca verilmiştir.

Tablo I: İyoda ait bazı özellikler (3)

İsim	İyot
Sembol	I
Grup	Halojen
Kristal Yapı	Ortorombik
Kristal Örgüsü	a:4,79 °A, b: 7,25 °A, c veya Aksiyal Açı: 9,78 °A
Atom Ağırlığı	126,9447
Kabuklar	2,8,18,18,7
Orbitaller	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵
Erime Noktası	113,5 °C
Kaynama Noktası	184,35 °C, 35 atmosfer basıncında
Elektronegatifliği	2,66
Kovalent Yarıçap	1,33 °A
Atomik Yarıçap	1,32 °A
İyonik Yarıçap	2,20 (-1) °A
Atom Hacmi	25,74 cm ³ / mol
İlk İyonlaşma Potansiyeli	10,4513 Volt
İkinci İyonlaşma Potansiyeli	19,131 Volt
Üçüncü İyonlaşma Potansiyeli	33.0 Volt
Oksidasyon Basamakları	(±1), 3, 5, 7
Yoğunluğu	293 °K de 4,93 g/ cm ³
Öz Isısı	0,214 J/ g °K
Buharlaşma Isısı	20.752 kJ/mol
Erime Isısı	7.824 kJ/mol
Elektriksel İletkenlik	8.0e ⁻¹⁶ 10 ⁶ / cm.ohm
Termal iletkenlik	0.00449 W/cmK
Sıcaklık Katsayısı	Exp.87 10 ⁻⁶ °K-1
Valansı	1,3,5,7
İsmin Orjinali	Yunanca ioeides (viyoleto renkli)
Tanımı	Parlak, siyah, non-metalik katı, gaz olarak viyoleto ve göz, burun ve boğazı keskin şekilde tahriş edicidir.
Keşfeden	Bernard Courtois, 1811 (Fransa)
Kaynaklar	Sodyum ve potasyum bileşiklerinde, denizde ve yer kabuğunda bulunur
Kullanımı	İnsanlar tarafından az miktarda kullanılır. Antiseptik olarak faydalanmıştır. Fakat doğal zehir etkisinden dolayı bu amaç için uzun süre kullanılmamıştır.

İyot, metalik parlaklığa sahip bir ametaldir. Ancak yarı iletken özellik gösterir. Suda çözünürlüğü 0 °C'de % 0,0162, 100 °C'de ise %0.45 dir (g/g). İyodür ilavesiyle suda çözünürlüğü 25 kat artar. Bromür ve klorür iyonları mevcudiyeti de iyodun suda çözünürlüğünü artırır. Çoğu organik çözücülerde suya göre daha iyi çözünür. Etil alkol gibi çözücülerde 1:1 kompleks oluşumu ile çözünür. Çözeltilerde kahverengi olan rengi ısıtılınca mora, soğutulunca da mor renk, kahverengiye dönüşür.

İyot en çok -1 değerlikli iyodür iyonu ile +1 değerli kovalent bileşikler oluşturmaya yatkındır. Flor ve broma göre en bariz farkı, 6-7 gibi yüksek koordinasyon sayılı kompleks oluşturma yatkınlığıdır. +5 değerlik basamağı da oldukça kararlıdır. İyot diğer halojenler gibi aktif elementtir. Ancak onlardan daha isteksiz olup, daha kolay elementel hale geçer. Soy gazlar dışında her elementle bileşik oluşturur. Ancak S, Se, C, N ve O ile doğrudan birleşmemektedir.

İyot, -1, +1, +3, +5 ve +7 değerlikler alır. Doğada bolluk itibarıyla 47. sırada bulunan iyot kayalarda, toprakta, maden yataklarında ve yeraltı sularında 20-50 mg/L arasında bulunur. Deniz suyunda ise sadece 0.05 mg/L bulunmasına rağmen deniz kenarlarında iyot kokusu algılanır. En yüksek iyot içeren kaynaklar Japonya ve Endonezya' daki gazla karışık maden suları olup, bunlarda 40-70 mg/L kadar iyot bulunur. ABD' de ise Michigan'daki yeraltı suları ana iyot kaynaklarıdır. Ayrıca Bakû açıklarında Hazar Denizi'nde dünyanın en zengin iyot kaynakları bulunup, buradaki iyot petrol sondajlarında petrol suları ile yeryüzüne çıkar. Bunda iyot 100 mg/L ve daha yüksektir. Denizdeki iyot Fucus ve Laminaria gibi yosunlarda derişerek toplanır. Kuru baz üzerinden % 0,45'e kadar iyot içeriğı olan yosunlar vardır. Deniz hayvanları da yüksek iyot içerir.

İyot ve bileşikler çok geniş kullanım alanına sahip olup yılda 9-10 bin ton civarında tüketilir. En çok, kauçuk ve lastik üretiminde katalizör ve naylon- PVC stabilizatörü olarak tüketilir. Bunu iyodun dezenfektör ve ilaç sanayinde tüketimi izler. İyot ve sulu çözeltileri yüzme havuzlarının dezenfeksiyon ve sterilizasyonunda yaygın kullanılır. Diğer yandan iyodürlü iyot, iyodoform, potasyum iyodür, iyodun alkoldeki çözeltisi (tentürdiyot) ilaç sanayinde mikrop öldürücü, antiseptik ve kanama önleyici birçok sıvı krem ve pomat üretiminde kullanılmaktadır. Bu kullanımlarda dikkatli olunmadığı ve yüksek doz iyodun vücuda geçmesi halinde iyodizm görülebilir. Bazı iyodür prepatları guatr, adenopati, damar sertliklerinin tedavisinde kullanılır. İyod miktarı düşük olan suların içildiğı bölgelerde hayvansal ve bitkisel kaynaklarla yeterince iyot alınmazsa, guatr hastalığına engel olmak için tuzlara sodyum ve potasyum iyodür şeklinde eklenmesi gerekir.

Piyasada iyotlu tuz olarak satılan tuzlar, 50–100 mg/L potasyum iyodür içerir. İyotlu tuzların kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır.

İyodun önemli bir tüketim alanı da fotoğrafçılık sanayidir. Gümüş bromüre gümüş iyodür de eklenerek fotoğraf filminin duyarlılığı daha da artırılır. Röntgen filmi çekiminde kontrast artırıcı olarak iyotlu bileşikler tercih edilir. Ayrıca boya ve mürekkep yapımında bileşiklerin uçucu olduğu titan, silisyum, zirkonyum ve hafniyumun çok saf elde edilmesinde kullanılır. Ayrıca yüzme havuzlarının sterilizasyonunda, suyun mikroptan arındırılmasında, deterjanlarla sağlığın korunması için % 2 kadar iyot içeren tensörler kullanılır. İyodun yeni bir kullanım alanı ise metal kesme sıvısında kullanılmasıdır (1,4).

2.2. İyodun insan sağlığı üzerine etkisi

İyot eksikliği önlenebilir zekâ geriliğinin en sık nedenidir. Bugün dünyada yaklaşık 800 milyon –1 milyar kişi iyot eksikliği açısından risk altındadır. Beyin hasarı açısından en çok etkilenilen dönemler gebelik, fetal ve erken postnatal dönem olmakla birlikte iyot eksikliği her yaşta bireyi etkilemekte ve guatr ile karşımıza çıkmaktadır. İyot eksikliği guatr için en önemli nedendir, ancak birçok çevresel ve nutrisyonel faktörlerin guatrojenik etkileri iyot eksikliği zemininde daha belirgin olmaktadır (5).

İyot, tiroid hormonlarının yapısına giren ve tiroid hormon sentezi için gerekli esansiyel bir eser elementtir. Büyüme, gelişme, sinir sistemi gelişimi, vücut ısı ve enerjisinin devamı için gerekli olan tetraiodotironin (T₄) ve triiodotironin (T₃) hormonlarının bir bileşenidir. Vücutta az miktarda (15–20 mg) bulunur ve en önemli depolanma yeri tiroid bezidir. Geri kalanlar ise kasta, kanda, deri ve kemiklerde bulunmaktadır (6). Organizmaya su ve besinler üzerinden, az miktarda da solunum ve deri yoluyla giren element, ağız yoluyla alındıktan 3–5 dakika sonra kana geçmeye başlar. Derişimi bir saat içinde en üst düzeye ulaşır. Kanda serum proteinlerine bağlı olarak taşınan iyodun 1/25' i tiroid bezi tarafından alınır (7).

Günlük gereksinimi ortalama 150 µg olan iyodun dışarıdan su ve besinlerle alınması zorunludur. Bu gereksinimin karşılanamadığı ya da iyodun tiroide taşınmasını engelleyen antitiroid bileşikleri içeren guatrojenlerin çok tüketildiği durumlarda eksikliği ve eksiklik hastalıkları oluşur. İyot eksikliğinin en önemli nedeni diyetle yetersiz iyot alımıdır. Diyete bağlı iyot eksikliği, özellikle toprağın iyot içeriğinin düşük olduğu bölgelerde yaşayan insanlarda görülür.

Bünyede iyot eksikliği görüldüğü zaman metabolizma için gerekli olan tiroksini oluşturmak için tiroid bezi daha fazla çalışmak zorunda kalır. Aşırı çalışma nedeniyle tiroid bezi büyür. Böylece guatr denilen hastalık meydana gelir. Basit guatr, tiroid bezinin hormon yetersizliğine bağlı olarak büyümesidir. Basit guatrın bir bölgede yaşayan insanların % 10'undan daha fazla görülmesi halinde endemik guatrdan söz edilir (4).

İyot eksikliği, tüm dünya ülkelerinde başta gebeler ve küçük çocuklar olmak üzere toplumun her kesimini etkileyebilen önemli bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir. Sorunun ciddiyeti arttıkça, toplumların sosyal ve ekonomik kalkınması etkilenmekte, maddi ve manevi kayıplar her geçen gün artmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri iyot eksikliğini olduğu riskli bölgelerde yaşamaktadır. Her yıl bu bölgelerde doğan milyonlarca çocuk, annelerinin yeterli iyot tüketmemesine bağlı olarak farklı derecelerde zihinsel gerilikle karşı karşıyadır. İyot eksikliğine bağlı görülen en ciddi sorunlar, perinatal mortalitenin ve mental retarde bireylerin sayısının artmasıdır (8). İyot eksikliği, çocukluk çağında beyin hasarına sebep olan önlenemez etmenler arasında en sık görülen nedendir. Bu nedenle iyot eksikliğine bağlı hastalıkların önlenmesi amacıyla tüm dünyada geniş çaplı çalışmalar her geçen gün artarak devam etmektedir.

2.3. İyot metabolizması

Tiroid hormonları T_3 ve T_4 , omurgalılarda iyot içeren yegane hormonlardır. İyot, T_3 ve T_4 'ün başlıca bileşeni olduğundan, tiroid fonksiyonları ve tiroidin sistemik etkileri, tiroid bezinin yeterli iyot çekmesine bağlıdır. Bu da diyetle yeterli iyot alınmasına ve Sodyum/İyot Symporter'ın (NIS) düzenli çalışmasıyla olur (9–11). Tiroid hormonlarının yapısında bulunan ve hormon sentezi için gerekli olan iyot vücuda iyodid ve iyodat iyonu şeklinde su ve besinlerle alınır. Daha sonra iyodat da midede iyodide dönüştürülür. Tiroid bezi iyodidi konsantre eder, tiroid hormonu olarak tiroglobulin içerisinde depolar. Bu depo iyot eksikliğinde sentez edilemeyen hormonu kompanse etmek için önemlidir (9).

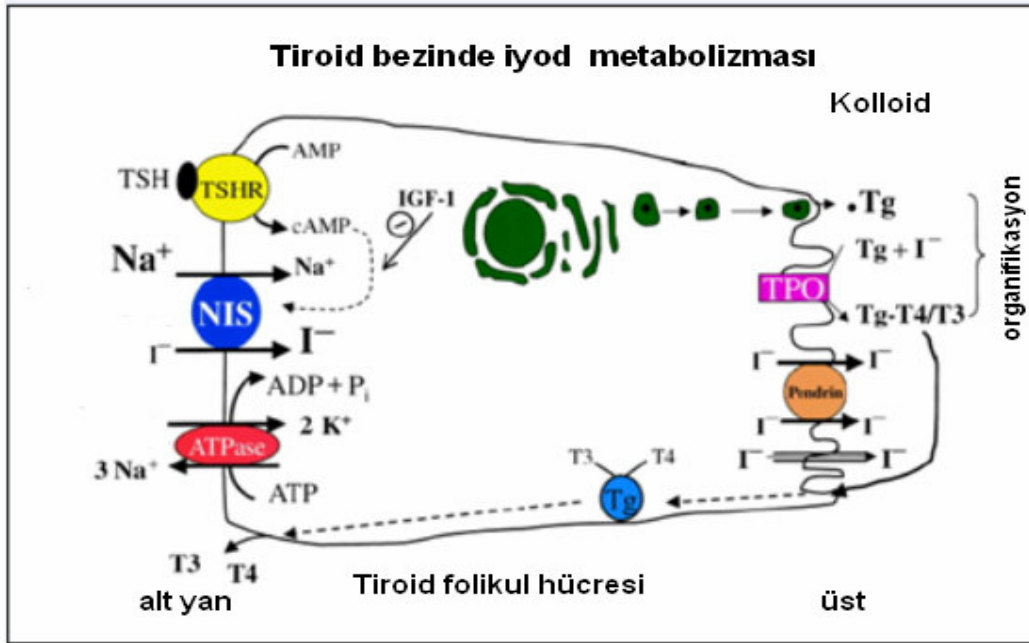
Eğer iyot alımı $50 \mu\text{g/g}$ altında ise bez fonksiyon göremez ve bez büyümeye (guatr) başlar ve sonuçta hipotiroidizm gelişebilir.

Serumdan tiroid hücresine bazal membrandan aktif iyot geçişi olur. Tiroid bezi her 24 saatte yaklaşık 115 mg iyot alır. Bunun 75 mg 'ı hormon sentezinde ve tiroglobulin olarak depolanmasında kullanılır. Geri kalanı ekstraselüler sıvı havuzuna bırakılır. Organifiye edilmiş iyodun tiroid havuzu oldukça geniştir ($8\text{--}10 \text{ mg}$). İyot eksikliğinde organizmayı korumak için bir kısmı hormonun yeniden yapımında, iyotlanmış tirozin oluşumunda rol alır. Bu depo havuzdan günde ortalama 75 mg hormonal iyot dolaşıma verilir. Dolaşımdaki bu hormonal iyodun ($T_3\text{-}T_4$) çoğu tiroksin bağlayıcı proteinlere bağlanır. Bu havuzdan 75 mg iyot, T_3 ve T_4 olarak dokular tarafından alınarak metabolize edilir. 60 mg iyot havuzuna geri döner, 15 mg ise glukuronid ya da sülfatla karaciğerde konjuge edilerek safraya atılır. Diyetle alınan iyodun çoğu idrarla atıldığı için, 24 saatlik idrar iyot atılımı diyetle alınan iyot ölçümü için iyi bir göstergedir. Ancak iyot sadece idrarla değil aşırı fizik aktivite, terleme, çevre ısı ve nem gibi faktörlerle de kayba uğrar. Tiroid bezinin 24 saatlik radyoaktif iyot alımı tiroid aktivitesini ve indirekt olarak da inorganik iyot havuzunu gösterir (12–16).

2.4. Tiroid hormon sentezi ve sekresyonu

Tiroid bezinde hormon sentezi ve sekresyonu 6 basamak içerir.

- (1) Bazal membrandan aktif taşıma ile iyot geçişi;
- (2) İyot oksidasyonu ve tirozil kalıntılarının tiroglobulin içinde iyodinasyonu
- (3) İyodotirozinlerin T3 ve T4 oluşturmak amaçlı çiftleşmesi
- (4) Tiroglobulin proteolizisi ve serbest iodotironin ve iodotirozinlerin açığa çıkması;
- (5) Tiroid hücresinde iodotirozinlerin deiyodinasyonları;
- (6) T₃ ve T₄'ün tiroid içi 5'-deiyodinasyonu



Şekil 2: İyot metabolizması

NIS: Sodyum/İyot pompa sistemi

PDS: Pendrin

Tiroid folikül hücrelerinin iyot konsantre etme yeteneğine sahip olduğu 1986 yılından beri bilinir. Tiroid bezinin normal koşullarda plazmaya oranla 20–40 kat daha fazla I⁻ konsantre ettiği saptanmış ve bir tiroid I⁻ transport edici mekanizmanın var olduğu düşünülmüştür. Tiroid hormon sentezinin çok önemli ilk adımı olan iyodun tiroid folikül hücrelerine aktif taşınmasını, entegral plazma membranı glikoproteini olan NIS' düzenler. Tiroid folikül hücrelerinin bazolateral membranında bulunur.

NIS iyodun tükürük bezi, gastrik mukoza ve süt veren meme bezleri gibi diğer dokulara aktif taşınmasını da düzenler. NIS'in gastrik mukoza ve tükürük bezlerindeki fonksiyonel önemi tam olarak bilinmemekteyken, süt verici meme bezlerinde NIS I^- 'nin süte geçmesine aracılık ederek, böylece anne sütü alan yeni doğanların kendi tiroid hormonlarını sentezlemeleri için gerekli iyot desteğini sağlar (9).

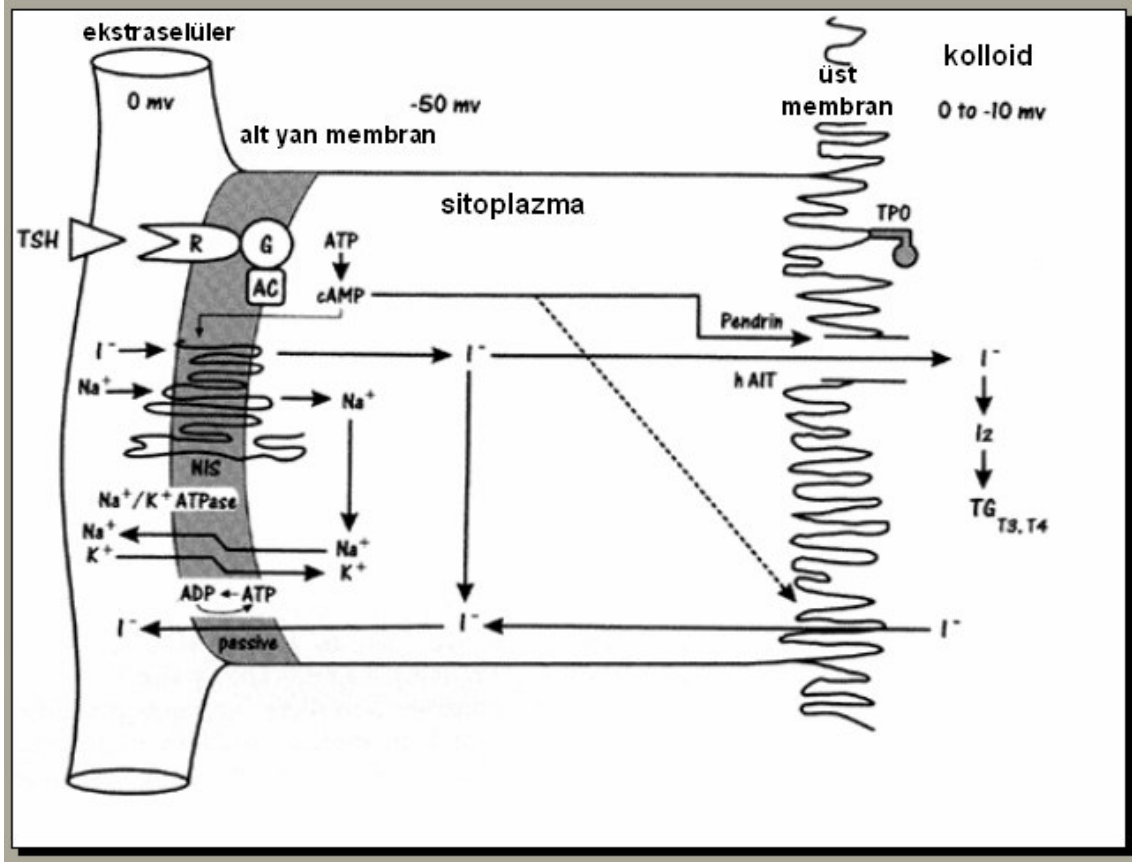
Spontan NIS mutasyonlarının, hipotiroidiye yol açan konjenital iyot transport defektinin altında yatan neden olduğu anlaşılmıştır. Tiroid kanseri ve otoimmün tiroid hastalıklarındaki NIS'in rolü tiroid dışı dokularda ekspresyonu ve regülasyonun her dokuda farklı olduğu saptanmıştır. Bu gelişme, NIS'le ilgili daha önceden kabul edilen tiroglobulin (Tg) ve tiroid peroksidaz (TPO) gibi tiroide özgü bir protein olduğu ve diğer dokularda eksprese edilmediği görüşünün geçerli olmadığını ortaya koydu. Tiroid de NIS aracılı I^- birikimi, tiroidin folikül hücrelerinin bazolateral membranında gerçekleşen ve aktif transportla olan bir olaydır (Şekil 2). NIS, bir iyot iyonunu elektrokimyasal gradientine karşı taşıırken, iki sodyum iyonunu da elektrokimyasal gradienti doğrultusunda transport eder. Bu transmembran sodyum farkı ouabain-duyarlı Na/K ATP-az tarafından oluşturulur ve iyodun transportu için itici gücü sağlar. Bu nedenle, NIS-aracılı iyot transportu, Na/K ATP-az inhibitörü olan ouabain ve yarışmıcı inhibitörler olan tiosiyanat ve perklorat tarafından inhibe edilir. I^- daha sonra sitoplazmadan apikal plazma membranı yoluyla kolloide doğru taşınır ve bu olaya ' I^- efflux'ı" denir;

Bu sürecin pendrin (bir Cl^-/I^- transporter'ı) ve muhtemelen apikal I^- transporter'ı tarafından düzenlendiği öne sürülmüştür (17,18). I^- organifikasyonu olarak adlandırılan, hücre-kolloid ara yüzeyinde gerçekleşen ve TPO tarafından katalize edilen kompleks bir reaksiyonla, önce I^- okside edilir ve Tg molekülünde bulunan birkaç tirozil kalıntısına eklenir; daha sonra, iki iyodotirozin molekülü birleşerek, T_3 ve T_4 şeklinde tiroid hormonlarını oluşturur. Organifikasyon terimi, I^- 'nin organik moleküllere eklenmesinden kaynaklanır ve eklenmeyen, inorganik veya serbest I^- 'nin tersi olarak ifade edilir. I^- organifikasyon reaksiyonu farmakolojik olarak propiltiourasil (PTU) ve metimazol (MMI) tarafından baskılanır. İyodinize edilmiş Tg kolloid içinde hücre dışında depo edilir. Tiroid hormonlarına ihtiyaç duyulduğunda, endositoza uğramış tiroglobulin molekülleri hidrolize edilir. T_3 ve T_4 kana salınır; salınmayan iyodotirozinler, bir mikrozomal enzim olan iyodotirozin dehidrogenazın katalizlediği bir reaksiyonla I^- ve tirozine metabolize edilir. Bu olay, kullanılmayan I^- 'nden yeniden yararlanımını kolaylaştırır. Yukarıda anlatılan tüm basamaklar TSH (tiroid stimulan hormon) tarafından uyarılır.

TSH, tiroid hücrelerinin bazolateral plazma membranında bulunan TSH reseptörüyle etkileşir. Γ 'nin ekstra tiroidal dokularda depolanması ise TSH tarafından düzenlenmemektedir. TSH, tiroid bezine iyot alımını cAMP sinyal ileti yolağı vasıtasıyla stimüle eder. Γ 'nin doğal çevrede az bulunduğu durumlarda, tiroid NIS mekanizmasının önemi daha açık hale gelmektedir. Bu durum, Γ 'nın bir besin ögesi olarak sağlıksal önemini ve çevresel eksikliğinde görülen toplumsal olumsuz sonuçlarının oluşacağını göstermektedir

2.4.1. Tiroglobulin

Tiroglobulin molekül ağırlığı 660.000 D olan glikoprotein bir moleküldür. Hücre içinde sentez edilir ve sekretuar veziküllerle foliküler hücrelerde ekzositoz ile lümene ulaştırılır. Tg, ağırlığının % 0,1 ile % 1'i oranında iyot içerebilir. %0.5 iyot içeren bir tiroglobulinde; 5 molekül monoyodotirozin (MIT), 4,5 molekül diiyodotirozin (DIT), 2,5 molekül tiroksin (T_4) ve 0,7 molekül triiyodotironin (T_3) bulunmaktadır Tiroglobulin geni 8. kromozomun uzun bacağına c-myc onkogeninin distalinde yer alır. TSH tiroglobulin geninin transkripsiyonunda rol alırken, hipofizektomi ve T_3 transkripsiyonu baskılamaktadır. Transkripsiyon sonrası oluşan mRNA fırçamsı endoplazmik retikulumda translasyona uğrar, daha sonra golgi cisimciğine transport edilirken glikolize edilir ve golgi cisimciğinde oluşan tirozin dimerleri tg olarak foliküler lümene salgılanır. Lümenin apikal kenarında tirozinler tg içinde iyodinize edilir ve kolloid içinde tutulur (19–21).



Şekil 3: İyodun taşınması

2.4.2. Tiroidal peroksidaz

TPO membrana bağlı olan bir enzimdir. Prostetik grup olarak heme içerir. Enzim hem iyot iyonlarının oksidasyonunu da hem de iyodun tiroglobulindeki tirozine eklenmesinde rol alır. Biyosentezi TSH ile stimüle edilir.

2.4.3. İyot transportu

İyot tiroid hücrelerinin bazal membranından intrinsik bir membran proteini olan NIS ile taşınır. Hücrenin apikal kenarında pendrin adında bir başka protein ile iyot kolloid içine alınır ve burada hormonogeneze kullanılır. NIS, iyot transportu için gerekli olan enerjiyi Na/K ATP-az ile sağlar. Bu pompalar ve taşıma sistemi sayesinde tiroid bezindeki iyot, plazmanın 30–40 katı daha fazla olarak tutulur. NIS, TSH tarafından ve Graves hastalığında, tiroid reseptör stimulan antikorları tarafından stimüle edilir.

Ancak yüksek orandaki iyot ile doyurulabilen bu pompa; ClO_4^- , SCN^- , NO_4^- , ve TcO_4^- iyonları ile inhibe edilebilir. Bu iyonlardan sodyum perklorat, organifiye olmamış iyodun NIS'den boşalmasını sağlar ve klinikte organifikasyon defektlerinin tanısında kullanılır.

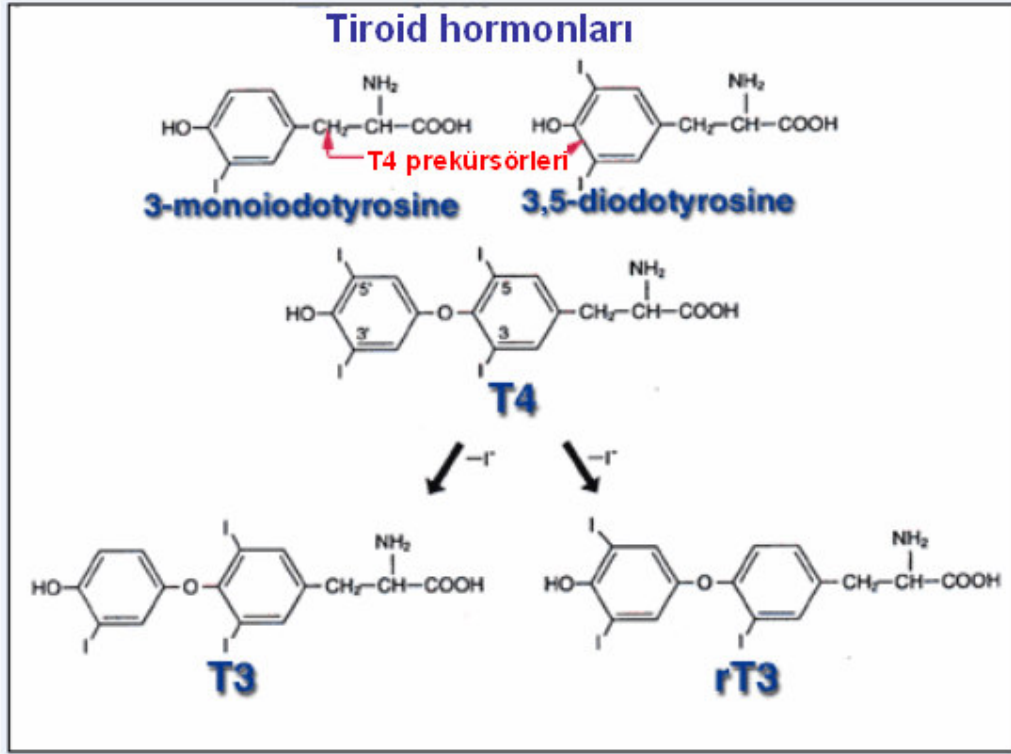
Sodyum perteknetat Tc99m, nükleer tıpta tiroid bezinin ve nodüllerin gösterilmesinde kullanılır (22-27). Pendrin (PDS), iyot ve klor taşınmasında rol alır. Guatr ve konjenital sağırlık ile ilerleyen Pendred Sendromunda, PDS geninde bir mutasyon olduğu gösterilmiştir.

2.4.4. Tirozilin tiroglobulin içinde iyodinizasyonu

Tiroid hücresinde hücre-kolloid bölümünde iyot hidrojen peroksit ile tiroperoksidaz enzimi sayesinde hızla okside olur ve tiroglobulin içindeki tirozine eklenmek için aktif bir yapıya bürünür. Hidrojen peroksit'in (H_2O_2) kaynağı genelde nikotinamid dinükleotid fosfat oksidazdır (NADPH) ve bu işlem Ca^{2+} varlığında TSH ile stimüle edilir (9).

2.4.5. Tiroglobulin içindeki iyodotirozin çiftlenmesi

Tiroglobulin içindeki iyodotirozinin çiftlenmesi de tiroperoksidaz tarafından gerçekleştirilir. Tiroglobulin molekülü içinde 2 molekül DIT çiftlenerek T_4 'ü; bir MIT ve bir DIT ise T_3 'ü oluşturur. Propiltiyourasil ve metimazol gibi tiyokarbamidler ve karbimazol, tiroperoksidazın güçlü inhibitörleridir ve tiroid hormon sentezini bloke ederler. Bu ilaçlar hipertiroidizm tedavisinde etkin rol alır (9).



Şekil 4: İyodun tiroksin hormonuna bağlanması

2.4.6. Tiroglobulin proteolizisi ve tiroid hormon sekresyonu

Fırçamsı endoplazmik retikulumda sentezlenen lizozomal enzimler, golgi cisimciği tarafından paketlenerek lizozomlar içinde depo edilirler. Asidik bir ortam içinde depolanan bu enzimler, proteazların, glikozit hidrolazların, fosfatazların olduğu bir grup proteolitik enzimden oluşur. Hücrenin kolloid tarafında, kolloid önce makro veya mikropinositoz ile bir kolloid vezikülü içinde tiroid hücresi içine alınır. Lizozomlar daha sonra kolloid vezikülü ile birleşir ve tiroglobulinin hidrolizi sonucunda ortama T₄, T₃, DIT, MIT peptid parçaları ve amino asitler salınır. T₃ ve T₄ dolaşıma geçerken, DIT ve MIT deiodine edilir ve böylelikle içlerindeki iyodun tekrar kullanımı sağlanır. Düşük iyot içerikli bir tiroglobulin, yüksek iyot içerikli bir tiroglobulinden daha kolay hidrolize olur. Bu sayede coğrafi şartlara bağlı iyot yetersizliği olan bölgelerde tiroid metabolizmasının bir miktar

daha hızlı iş görmesi sağlanır. T_3 ve T_4 'ün tiroid hücre membranından nasıl dolaşıma salındığı kesin olmasa da bir hormon taşıyıcısı tarafından taşındığı ileri sürülmektedir.

Tiroglobulin proteolizi hücre içi iyodun fazla olması durumunda yavaşlar. Bir miktar hidrolize olmamış tiroglobulin tiroid hücresinden salınabilir. Bu durum özellikle subakut tiroidit, hipertiroidizm ve TSH tetiklemeli guatrda görülür (15,16).

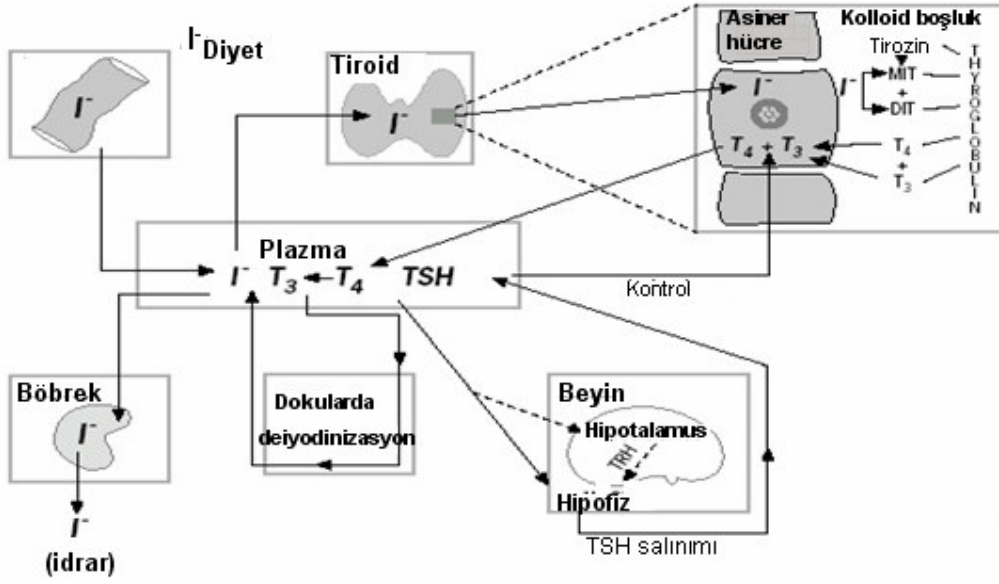
2.4.7.Tiroid hücresinde deiyodinizasyon

Tiroglobulinin proteolizi sonrasında açığa çıkan bir miktar DIT ve MIT, intratiroidal deiyodinaz tarafından deiyodine edilir. Bu enzim NADPH bağımlı bir flavoproteindir. Mitokondri ve mikrozomlarda bol miktarda bulunur. Enzim MIT ve DIT'i substrat olarak kabul ederken, T_3 ve T_4 'e etkimez. Ortaya çıkan iyodun büyük kısmı hormon sentezi için tekrar kullanılırken, az bir kısmı hücreden plazmaya sızar. Dokularda T_4 'ün daha aktif olan T_3 'e dönüşümünü sağlayan 5' deiyodinaz aynı zamanda tiroid hücresinde de bulunur. İyot eksikliğinin olduğu durumlarda enzim aktivitesi artar ve tiroid hücresinde daha aktif olan T_3 'ün üretimi arttırılarak tiroid metabolizmasının etkinliği sağlanır.

İyot eksikliğinde, organizmada tiroid bezinde bir adaptasyon oluşur. İyodun ekonomik kullanılması için plazmada inorganik iyot klirensi artar, tiroglobulin sentezi ve iyot depolarında, iyodaminde değişiklikler, bezin T_3 salgılamasında ve periferde T_4 'ün T_3 'e dönüşümünde artış olur, TSH artar ve tiroid bezinde hiperplazi oluşur. Ağır iyot eksikliğinde ya da eksikliğin sürmesi durumunda artan aktivitesi nedeniyle bez normalden büyüktür ve genellikle guatr ortaya çıkar. İyot eksikliği bölgelerinde TSH ve T_3 düzeyi yüksek, T_4 ve rT_3 (revers triiyodotironin) düşüktür (28-30).

A vitamini eksikliği olduğunda tiroglobulin sentezinin bozulması guatrın oluşmasına neden olur. Selenyum eksikliğinde de T_4 'ü T_3 'e dönüştüren 5' deiyodinaz enziminin aktivitesinin azalmasına bağlı guatr olur (31,32).

İyot tiroid hormonlarının sentezi için esansiyel olan bir eser elementtir. Tiroid hormonları T_3 ve T_4 intrauterin ve ekstrauterin hayatta yeterli büyüme ve gelişme için gereklidir. Yenidoğan, iyodu anne sütü ve formulalardan alır. Yetersiz iyot alımı özellikle prematüre bebeklerde daha tehlikelidir. "Recomended daily allowance" (RDA) tarafından önerilen günlük minimum miktar değişik yaş grupları için yeniden değerlendirilmiştir. Bu gereksinim term bebekler için 15 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{gün}$, prematüre bebekler için 30 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{gündür}$ (33). Prematürler tiroid fonksiyonlarının değişimine karşı, psikomotor ve nöral gelişim açısından çok duyarlıdır.



Şekil 5: Tiroid hormonunun üretim ve regülasyonu

2.5. İyot eksikliği hastalıkları

İyot eksikliğinin önceden sadece guatr yaptığı düşünülürken, 1983 yılında Hetzel'in önerisi ile iyot eksikliğinde görülen klinik bulgular İyot Eksikliği Hastalıkları (İEH) olarak adlandırılmaya başlanmıştır. Vücuda gereken iyodun alınmadığı durumlarda tiroid hormonu sentezi bozulur ve bunun sonucunda "İyot Eksikliği Hastalıkları" adı altında gruplandırılan bazı fonksiyonel ve gelişimsel anomaliler görülür. Yaşamın her döneminde iyot eksikliği sağlığı olumsuz etkiler, ancak en belirgin görülen sonucu, guatr gelişmesidir. Endemik guatr iyodun kullanımını en üst düzeye çıkarmak için fazla salınan TSH'ya bağlı gelişir. İyot eksikliğinin en önemli zararları beyin hasarı ve kretinizmdir (Tablo II) (34).

Özellikle beyin gelişimi için çok önemli ve kritik bir dönem olan intrauterin dönem ile doğumdan sonraki ilk üç ayda iyot eksikliği durumunda beyin fonksiyonları geri dönüşümü olmayan bir düzeyde olumsuz etkilenir. İyot eksikliğinin endemik olduğu bölgelerde toplumun %5 ile %15'inde kretinizm saptanmıştır. Ağır iyot eksikliği olan bölgelerde yapılan 19 çalışma sonucunun incelendiği bir meta analizde toplumun ortalama zeka puanında 13,5 puanlık bir düşme saptanmıştır (35).

Kretenizm gibi ağır bir tablo, iyot eksikliği sorununda buz dağının görülen küçük bir parçasıdır. Aslında tüm toplumu ilgilendiren, çocuklarda ve erişkinlerde performans ve entellektüel kapasitenin düşmesi, çalışmayı etkileyecek kadar hafif düzeylerde mental fonksiyonların olumsuz etkilenmesi, yaşam kalitesinin düşmesi iyot eksikliğinin en önemli sonuçlarıdır. Bu nedenle iyot eksikliği tüm dünyada gebe kadınlar ve çocuklar başta olmak üzere önemli bir halk sağlığı sorunudur (35,36).

Tablo II: İyot eksikliği bozuklukları (34)

Anne Üzerine Etkileri

- Yetersiz fertilizasyon
- Preeklampsi
- Postpartum hemoraji
- Maternal anemi

Fetüs üzerine etkileri

- Erken – geç düşükler
- Ölü doğum
- Düşük doğum ağırlığı
- Konjenital malformasyon
- Mikrosefali
- Perinatal mortalite artışı
- Kretenizm
- Fetal guatr
- Tiroidin nükleer radyasyona karşı duyarlılığında artma

Yenidoğan üzerine etkileri

- Neonatal guatr
- Neonatal hipotiroidizm
- Konjenital hipotiroidi taramasında geri çağırma oranında artma
- Tiroidin nükleer radyasyona karşı duyarlılığında artma

Süt çocuğu, çocukluk ve adolesan üzerine etkileri

- Guatr
- Hipotiroidi
- İnfant mortalitesinde artış
- Fagosit fonksiyonlarında ve geç hücresele immün yanıtta yetersizlik
- Fizik gelişim yetersizliği, adolesan gecikmesi
- Mental fonksiyon yetersizliği, okul başarısızlığı
- EEG bozukluğu (6 kat fazla)
- Tiroidin nükleer radyasyona karşı duyarlılığında artma

Erişkinde

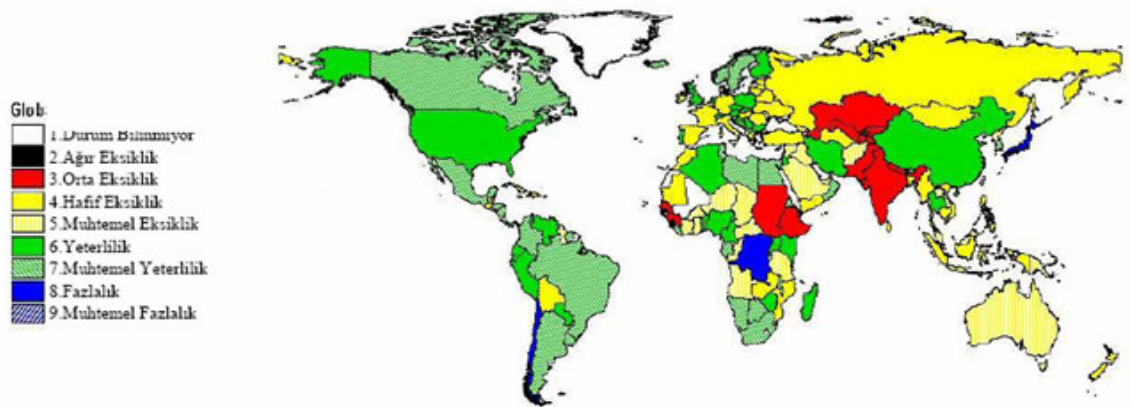
- Guatr, nodül oluşumu
- Hipotiroidizm
- Mental fonksiyon bozukluğu
- Fiziksel performansta yetersizlik
- İyot yüklenmesi ile oluşabilecek hipertiroidizm ve otoimmün tiroidit riskinde yükselme
- Folliküler ve anaplastik tip tiroit karsinomda 10 kat artma
- Tiroidin nükleer radyasyona duyarlılığında artma

2.6. Gebelikte iyot eksikliği

Gebelik döneminde fetusun ihtiyaçlarının karşılanması ve idrarla daha fazla iyot atılması nedeniyle günlük iyot gereksinimlerinde artış olur. İlk trimesterde, fetus annenin tiroksinine bağımlıyken, ilerleyen aylarda kendi tiroksinini sentezleyebilmek için anneden geçen iyodu kullanması nedeniyle anneye bağımlılığı devam etmektedir. Annenin iyot eksikliği, düşük, erken doğum, ölü doğum, düşük doğum ağırlıklı bebek ve bebekte hipotiroidiye neden olur. Anneye veya fetusa bağlı nedenler ile hipotiroidi oluşması sonucunda, fetusta geri dönüşümsüz ciddi santral sinir sistemi hasarları görülebilmektedir. Bu nedenle gebelerin günlük iyot alımları yakından takip edilmeli ve toplumsal açıdan bu konuda gerekli önlemler alınmalıdır (37,38).

2.7. Dünyada ve Türkiye’de iyot eksikliği

İyot eksikliği dünyada 130 ülkede önemli bir halk sağlığı sorunu olup, pek çok ülkede sosyal ve ekonomik gelişme için tehlike oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri (1,5 milyar kişi) iyot yetersizliğinin olduğu riskli bölgelerde yaşamaktadır. Günlük gereksinim olan 150 µg iyodu dünya nüfusunun yarıdan fazlası (%54) alamadığı için, yetersizliğin olumsuz etkisi altındadır (39,40).



Şekil 6: Dünya ülkelerinde iyot beslenme durumu

Dünyadaki farklı ülkelerde iyot eksikliğini yaygınlığını ve derecesini yansıtan haritada görüldüğü gibi (şekil 6), ülkemiz orta derecede eksikliğin olduğu ülkeler arasındadır.



Şekil 7: Bölgelere göre 2. derecede guatr prevalansı (%)

Türkiye orta endemisitede iyot eksikliğini olduğu ülkeler arasındadır. Eksikliğin en belirgin bulgusu olan guatrın 1948 yılında Atay ve Onat'ın çalışmalarıyla üç ilde endemik olduğu saptamıştır. 1960'lı yıllarda Koloğlu ve arkadaşları Karadeniz Bölgesinde besin ve sularda iyodun düşük miktarda olduğunu, daha sonra Urgancıoğlu ve Hatemi farklı yörelerdeki içme sularının %19'unda iyot içeriğinin yetersiz olduğunu belirlemiştir. 1980 yılında 70 binden fazla nüfusun incelenmesiyle, Dünya Sağlık Örgütü'nün kriterlerine göre guatr prevalansı %30,5 olarak bulunmuştur. 1995 yılında 15 ilde 6–12 yaş grubunda prevalansın %30,3 olduğunu ve sırası ile Trabzon (68,5), Malatya (46,5), Bayburt (44,3), Kastamonu (35,3) guatr'ın en yaygın iller olduğu belirlenmiştir (9).

2.8. İyot eksikliği hastalıklarının laboratuvar bulguları

Endemik bölgelerde yaşayan kişilerde, azalmış T_4 veya FT_4 , normal ya da artmış T_3 ve TSH değerleri gözlenir. T_4 ve TSH değerlerinde ortaya çıkan değişiklikler iyot eksikliğini ağırlığına, yaşa ve cinsine bağlıdır. Pek çok endemik bölgede kızlarda, erkeklere göre T_4 ve FT_4 değerleri daha düşük, TSH değeri daha yüksek bulunmuştur. Erişkinlere göre, on beş yaş altında, TSH ve T_3 değerlerindeki artış daha belirgindir.

Endemik bölgelerde yaşayan ötiroid kişilerde serum T₃/T₄ oranı iyot eksikliğinin bulgusu olarak kullanılmaktadır. Normalde 15/1 olan oran iyot eksikliği bölgelerinde 29–34/1'e çıkmaktadır. TRH' ye abartılı TSH yanıtı gözlenmektedir. Endemik bölgelerde yaşayan kişilerde rT₃ azalmakta, serum T₃ değerlerinde artış ile bağlantılı olarak tiroksin bağlayıcı globulin artmakta, tiroglobulin değerleri genellikle yükselmektedir (9).

2.9. Toplumda iyot eksikliğinin değerlendirilmesinde kullanılan göstergeler

Toplumda iyot eksikliğinin değerlendirilmesi için ulusal iyot eksikliği hastalıkları (İEH) kontrol programlarının geliştirilmesi, başlatılması, izlemi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Toplumda iyot eksikliğini belirlemede ve izlemde veri toplarken dört önemli gösterge bulunmaktadır. Bunlar:

1. Tiroid boyutlarının ve guatr oranının belirlenmesi;
2. İdrar iyot atılımı;
3. Serum tiroglobulin düzeyleri;
4. T₄ ve TSH düzeylerinin saptanmasıdır.

Bunların her birinin tek başına kullanılmasında bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Başarıyla kullanılacak ve devam ettirilecek gösterge yöntemi belirler. İyot eksikliğinden en çok etkilenen grup okul çocukları olması nedeni ile 6-12 yaşlar arasında rastgele seçilmiş, bir bölgeye yayılan total 200 çocuğun değerlendirilmesi yeterli olmaktadır (9).

2.9.1. Tiroid boyutlarının ve guatr oranının belirlenmesi

Guatr iyot eksikliğinin belirlenmesi için iyi bir göstergedir, ancak orta derecede büyümüş bir bezi normalden ayırmak güçtür. WHO'nun 1960 yılındaki tanımlamasına göre, tiroid bezinin lateral loblarının muayene edilen kişinin başparmak distal falanksından büyük olması guatr olarak kabul edilmiş, bu büyüklüğün üzerinden 4 evreye ayrılmıştır. Bu boyutlardaki bir tiroid bezi normalin 4 katı büyümüştür. Daha sonraki yıllarda evreleme sadeleştirilmiş, palpe edilebilir bez guatr olarak kabul edilmiş ve 2 evreye ayrılmıştır.

(Tablo III) (9). Bir bölgede Evre 1 ve 2 guatr oranının %5'den çok olması durumunda iyot eksikliği hastalıkları (İEH)'nin var olduğu kabul edilmektedir.

Tablo III: Guatr evrelemesi (WHO/UNICEF/ICCIDD, 1994) (9)

Evre	Tanım
Evre 0	Görülebilir ve palpe edilebilir tiroid bezi yok
Evre 1	Boyunda tiroid bezi palpabl, normal pozisyonda görülmüyor, hasta yutkunurken görülebilir. Tiroid bezi büyük olmasa bile nodul varlığı
Evre 2	Boyun normal pozisyonda iken görülen palpe edilen büyümüş tiroid bezi

ICCIDD: International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders

Tiroid bezi büyüklüğünü değerlendirmek için yıllarca tek yöntem olarak kullanılan palpasyon, özellikle çocuklarda bezi daha küçük olarak belirlemektedir. Teknolojideki ilerlemelere paralel olarak daha güvenilir olan ultrasonografi ile tiroid bezi boyutlarının normal sınırları saptanmaya başlanmıştır. Bez büyüklüğünün persantil değerleri de belirlenmiş ve DSÖ, iyot eksikliği olmayan bölgelerdeki çocukların yaş ve cins için 97 persantil değerinden büyük tiroid hacminin guatr olarak kabul edilmesini, beslenme yetersizliğinin olduğu gruplarda yaşa göre değerlendirmeler yerine vücut yüzeyine göre değerlendirme yapılmasını önermektedir. İdrar iyot atılımı ile guatr prevalansı arasında iyi bir korelasyon saptanmıştır. Guatr prevalansının belirlenmesinde ultrasonografinin kullanılması önerilmektedir (41).

2.9.2. İdrar iyodu

Toplumda besinlerle alınan iyodun en iyi ve tek göstergesi idrar ile iyot atılımının ölçümüdür. Başlangıçta ve iyot desteği verildikten sonra izlemde kullanılır. İdrardaki iyot konsantrasyonu bireyler arasında farklılık gösterdiği gibi aynı bireyde gün içinde farklı zamanlarda değişiklikler olabilir. Ancak, bu değişiklikler tek tek bireyler için önemli olabilese de, çok sayıda örneğin olduğu toplum değerlendirmesinde göz ardı edilebilir. 24 saatlik idrar örneği gerekmemekte olup, tiroid bezi muayenesi sırasında idrar örneği alınabilir. Önceki çalışmalarda idrarda iyot/kreatinin oranına göre belirlenmekle birlikte,

son yıllarda idrarda kreatininin beslenme durumundan etkilenmesi, iyodun stabil kalmasına karşın kreatinin değerlerinin buzdolabı olmaması durumunda 3 gün içinde bozulması nedeniyle iyot/kreatinin oranına göre değerlendirmesi önerilmemekte ve idrarda iyot $\mu\text{g/L}$ olarak bildirilmektedir. İdrar ile iyot atılımının ölçümü için çeşitli yöntemler vardır.

Son yıllarda gelişen teknoloji ile iyot eksikliğinin boyutlarının belirlenmesinde bölgesel farklılıklar ve hafiften ağıra kadar iyot eksikliği hastalıklarını saptamada idrarda iyot atılımı gösterge olarak kullanılmakta ise de guatr prevalansı, programın başarısını değerlendirmek için gereklidir (9).

2.9.3. Tiroid hormon ölçümü

Serum tiroid hormonları iyot eksikliğini saptamada daha ileri bir göstergedir. Kan ve idrar toplamada, laboratuvarlara ulaşmadaki güçlükler nedeni ile son yıllarda iyot eksikliği hastalığının tanı ve tedavisinin izlemi için kurutma kağıtlarına emdirilmiş kanlarda tiroglobulin bakılması önerilmektedir. Bu yöntem, okul çocukları ve erişkinler için TSH ve T_4 değerlerinden daha güvenilir, spesifik olmamakla beraber oldukça duyarlıdır. Yenidoğan döneminde TSH değerleri ile iyot eksikliği hastalığı arasında iyi bir korelasyon vardır. Bu nedenle yenidoğan TSH taramaları toplumda ağır iyot eksikliği hastalıkları için en iyi göstergedir (42,43).

2.10. İyot gereksinimi, alım üst sınırı ve entoksikasyon

Bireylerin iyot alımlarında alt ve üst sınırları belirlemek ve bu konudaki önlemlerin alınmasına yardımcı olmak için yürütülen çalışmalar sonucunda, DSÖ, UNICEF ve ICCIDD gibi kuruluşlar bir araya gelerek, değişik yaş gruplarına yönelik günlük iyot alımları ile ilgili önerilerini 2001 yılında bir bildiri ile yayınlamışlardır (Tablo IV). Bu değerler belirlenirken, tiroidin iyot yakalama mekanizmalarının fazla çalışmasına neden olmadan ya da TSH düzeylerini yükseltmeden normal T_4 üretiminin sağlanması için gerekli olan optimal iyot alım miktarının saptanmasına çalışılmıştır (9).

Tiroidde otoregülasyon mekanizması vardır. Buna göre iyot azlığında; foliküler hücrelerin iyot tutulumunda artma, fazlalığında ise azalma olur. Yüksek miktarda iyot fazlalığı, önce iyot organifikasyonun da düşüşe, daha sonra yüksekliğe neden olur. İlkine Wolff-Chaikoff etki, ikincisine Wolff-Chaikoff etkiden kaçış ya da tiroidin adaptasyonu denir. Ancak yapılan çalışmalarda otoregülasyondan TSH' nin da sorumlu olabileceği ileri sürülmüştür (44). Fazla miktarda iyot alımı tiroid hormon yapımını durdurur ve tiroid depolarında bulunan hormonların kana karışmasına neden olur. Yine gebelerin fazla miktarda aldığı iyot plasentayı geçerek çocukta guatr oluşmasına neden olur. Bu nedenle fazla iyot içeren, özellikle astım ilaçları gibi ilaçların aşırı miktarda alınmasından sakınılmalıdır. Akut iyot zehirlenmeleri nadirdir ve genelde çok fazla dozlarda alınmasında gözlenir. Akut iyot zehirlenmesinin belirtileri; ağızda, boğazda ve karında yanmalar, ateş, mide bulantısı, kusma, ishal, zayıf nabız ve komadır (9).

Tablo IV: Yaşa göre önerilen günlük iyot alım miktarları (4)

Grup	İyot Alımı		
	Önerilen (µg/gün)	Önerilen (µg /kg/gün)	Üst limit (µg /kg/gün)
Prematüre		30	100
0-6 ay	90	15	150
7-12 ay	90	15	140
1-6 yaş	90	6	50
7-12 yaş	120	4	50
>13 yaş	150	2	30
Gebeler	200	3.5	40
Emzirenler	200	3.5	40

2.11. Hipotiroidi

Tiroid hormonlarının yetersiz salgılanması sonucu gelişen klinik tabloya hipotiroidi adı verilir. Tiroid hormonunun yetersizliği değişik derecede olabilir ve buna göre zor tanınabilen hipotiroididen ağır hipotiroidiye kadar değişik klinik şekiller meydana gelir.

Tiroid yetersizliğine neden olan başlıca sebepler şunlardır:

- 1- Tiroidin primer hastalığı (Primer hipotiroidi)
- 2- TSH salgısının yetersizliği sonucu gelişen hipotiroidi (Sekonder hipotiroidi)
- 3- TRH denilen tirotropin releasing hormonun hipotalamustan yetersiz salgılanması sonucu gelişen hipotiroidi (Tersiyer hipotiroidi)
- 4- Nadir görülen bir tip hipotiroidi daha mevcuttur. Bu da dolaşımdaki tiroid hormonuna organların cevapsızlığıdır.

Tiroid hormonu başta beyin olmak üzere bütün vücut organlarını etkilediğinden tiroid hormonu yetersizliğinin başladığı yaş çok önemlidir. Buna göre hipotiroidi konjenital olabilir ve kretenizm tablosu meydana çıkar veya küçük yaşta kazanılmış olabilir ve juvenil hipotiroidizm adını alır. Konjenital hipotiroidide tiroid gelişmemiş, az gelişmiş veya hormon yapımını etkileyen endojen (örneğin enzimatik defekt) ya da ekzojen (guatrojenler, iyot eksikliği) nedenler vardır. Hipotiroidi yetişkin yaşta da oluşabilir. Yetişkin çağda görülen hipotiroidizmin büyük bir çoğunluğunu primer hipotiroidi oluşturur. Primer hipotiroidiyi şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

- 1- Guatrsız hipotiroidi
 - Spontan primer atrofik hipotiroidi
- 2- Guatrlı hipotiroidi
 - a) Hashimoto hastalığı
 - b) İyot eksikliği sonucu
 - c) Dishormonojenez
 - d) Alınan antitiroid ilaçlar
- 3- Tiroid ablasyonu sonucu oluşan hipotiroidi
 - Devamlı
 - Geçici
 - Subklinik

2.11.1. Hipotiroidinin klinik bulguları

Primer hipotiroidi ya aşikar miksödem belirtileri ile veya başlangıç halinde ise, çok müphem belirtilerle kendisini gösterir. Hastalığın erken belirtileri arasında, yorgunluk,

halsizlik, isteksizlik, soğuga tahammülsüzlük, üşüme, saçların kurumması ve incelmesi, tırnakların çabuk kırılması ve terleme söylenebilir. Hastalık ilerledikçe belirti ve bulgular daha bariz hale gelir. Derinin kuruluğu, göz kapaklarında şişlik, seste kalınlaşma ve çatallaşma, bradikardi, kabızlık, işitmede azalma, adale ağrılarının yanında bazı piskolojik belirtiler örneğın, baş dönmesi, mental yavaşlama, dikkatin zayıflaması ve hafıza zayıflığı ortaya çıkar. Dil büyümesi, kaşların dış kısmında dökülme görülebilir. Ağır hipotiroidide miksödem nedeniyle yardımcı solunum kaslarının etkisi azalır, solunum merkezinin depresyonu alveolar hipotansiyon sendromuna ve karbondioksit retansiyonuna sebep olabilir. Kadınlarda menstruel bozukluklar sık görülür. Libido ve fertlile azalmıştır. Galaktore ve amenore izlenebilir. Erkeklerde, libido azalması, ereksiyon zayıflığı ve oligospermi tarif edilmiştir. Adolesan çağda seksüel olgunluk gecikebilir (45).

2.11.2. Hipotiroidinin laboratuvar bulguları

Tiroid bezinden salgılandıktan sonra T_4 ve T_3 hızlı bir şekilde plazma proteinlerine bağlanırlar. T_4 ve T_3 'ün çok az bir kısmı (%1 den az) kanda serbest olarak bulunur. Hormonların metabolik aktivitesini bu serbest fraksiyon belirler. T_3 , T_4 ' e kıyasla 4 kat daha aktiftir. Tiroid hormonlarını plazma proteinleri olan, tiroid-bağlayıcı globulin (TBG), albümin ve tiroid bağlayıcı prealbumin (TBPA) bağlar. Tiroid hormonlarının % 70 den fazlası TBG' ye yaklaşık % 20' si albümine ve geri kalanı da TBPA' ya bağlanır. Serbest T_4 ölçümleri TBG deki değışikliklerden etkilenmez. Bu nedenle TBG' de anormallik olduğu zaman, tiroid fonksiyonlarının normal olup olmadığına karar vermek için serbest T_4 , total T_4 den daha güvenlidir (45).

Subklinik hipotiroidizm dahil bütün primer tiroid hastalıklarında serum TSH düzeyleri yüksektir. Hipotalamik ve hipofizer hastalığa sekonder hipotiroidizmlerde ise düşüktür.

Tablo V: Hipotiroidinin laboratuvar bulguları

Tip	T₄	T₃	TSH	TRH
Primer	↓	↓,N	↑	↑
Sekonder	↓	↓	↓,N	↓
Tersiyer	↓	↓	↓,N	N
Periferal	↑	↑	↑,N	N, ↑

2.11.3. Sekonder veya Tersiyer hipotiroidi

Primer hipotiroidi dışında hipofizden TSH yetersizliği sonucu veya hipotalamik TRH yetersizliği sonucu tiroid fonksiyonları yetersiz duruma gelmişse, birincisine hipofizer veya sekonder hipotiroidi, ikincisine hipotalamik veya tersiyer hipotiroidi adı verilir. Hipofiz yetersizliğinin diğer belirtilerinin beraber bulunuşu, klinik tabloda primer hipotiroididen farklılığı meydana getirir. Her iki hipotiroidide palzmada T₄ ve T₃ düzeyi düşüktür ve buna karşın TSH düzeyi normal veya düşük bulunur (45).

2.11.4. Guatrlı hipotiroidi

Guatrlı hipotiroidiye en sık neden Hashimoto tiroiditidir. Organa spesifik, otoimmün, guatrlı bir hastalık olup bazen hipotiroidi bazen de Graves hastalığına benzer bir tablo ile ortaya çıkar. Hipotiroidilerin % 20-30 kadarının nedenini oluşturur. En sık kadınlarda ve çoğunlukla 50-60 yaşlarında görülür. Bu tip tiroiditlerde troid bezi bütünü ile büyümüşdür, lastik kıvamındadır ve nódül de bulunabilir. Biyopsi bozulmuş tiroid foliküllerinin mevcudiyetini ve lenfositler infiltrasyonu gösterir. Dolaşımda antitiroglobulin ve antimikrozomal antikorlar yükselmiş olarak bulunur. Klinik olarak hastalarda boyunda huzursuzluk hissi ve guatr bulunur. Bazı hastalarda hafif disfaji mevcuttur. Büyüyen guatr genellikle bastırmakla ağrılı değildir, servikal lenfadenopati nadirdir (45).

2.11.5. Tiroid ablasyonu sonucu oluşan hipotiroidi

Cerrahi girişim sonucu veya radyoiod tedavisinden sonra meydana gelen hipotiroididir. Devamlı hipotiroidi, geçici hipotiroidi ve subklinik türlerde görülür. Subklinik hipotiroidide klinik olarak bariz hipotiroidi belirtileri görülmemekle beraber, T₄ normalin alt düzeyindedir ve TSH yükselmiş bulunur ki, tiroid rezervinin kısıtlandığını gösterir. T₃ düzeyi genellikle normaldir. Bu durumda bariz klinik hipotiroidi meydana çıkıncaya kadar tiroksin tedavisine başlamanın faydası olmayacağı kanaati giderek yaygınlaşmaktadır (45).

2.12. İyot kaynakları

Yeryüzünde bulunan iyodun büyük bir bölümü buzul, kar ve yağmurlarla toprağın yüzeyinden alınarak rüzgar, ırmaklar ve sellerle okyanus ve denizlere taşınmakta, buralarda buharlaşarak yağmur ile birlikte tekrar toprağa dönmektedir. Bunun bir sonucu olarak özellikle deniz yosunları ve deniz ürünleri iyot açısından iyi kaynaklar arasındadır. Ancak, doğada çok az olması nedeniyle bir ton deniz suyunda bile yalnızca 50 mg iyot vardır. Besin kaynakları üretildiği ortamın iyot içeriğini yansıtmaktadır. Tekrarlayan seller ve dağlık bölgelerdeki toprak erozyonu toprakta iyot yetersizliğine neden olmaktadır. Özellikle dağlık bölgelerdeki topraklarda yetişen bütün bitkiler yetersiz miktarda iyot içermekte, besin tüketimleri tamamen bu topraklarda yetişen yiyeceklere bağlı olan insan ve hayvanlar da iyodu yetersiz almaktadırlar (41).

İyot, kaynağı besin yanında su olan bir mineraldir. Besinlerin iyot içeriği bölgenin toprak ve suyundaki iyot miktarına bağlı olarak değiştiğinden, iyodu fakir bölgelerde iyodun besinlere eklenmesi gerekir. Bu amaçla tuza iyot eklenmesi yaygın bir uygulamadır.

İyot için en iyi kaynaklar deniz ürünleridir. Bunu süt, yumurta, et, kuru baklagiller, tahıllar, sebze ve meyveler izler. Günlük alınması gereken iyot miktarı 150 mikrogramdır. Ancak diyetle guatrojenleri iyodun besin kaynakları ve besin içindeki miktarları arttığı durumlarda bu alımın günde 200–300 mg olması önerilmektedir (41).

Doğal guatrojenler (organik ve bakteriyel) suda ve besinlerde bulunur. Kirli içme sularındaki *E. coli*, *Paralocobacterium genus* gibi bakteriler tiroidin iyot tutulumunu azaltır. Kaynak sularına karışan alifatik hidrokarbon disülfidler iyot emilimini azaltır (41).En çok bilinen ve ülkemizde Karadeniz bölgesinde yaygın olarak tüketilen bir besin maddesi olan karalahanadır. Bu besin iyot organifikasyonunu engeller (4). Kasava ve darıda bulunan siyanojenik glikozitler hidrolizlenerek çok miktarda siyanür guatrojen özellikteki tiyosiyanote dönüşerek iyodun taşınmasını baskırlarlar. Soya fasulyesi ve soya yağı da guatrojen içerir ve bağırsağa geçerek T₄ kaybını artırır. Karnıbahar, şalgam, turp ve Brüksel lahanası da guatrojen (antitiroid madde) içeren besinlerdir. Sigarada bulunan guatrojen maddeler de olduğu gösterilmiştir (41).

Tablo VI: İyodun besin kaynakları ve besin içindeki miktarları

BESİN	100 g'daki Miktar (µg)	1 Pors (g)	Ortalama ölçüler	İyot miktarı (µg)	Günlük ihtiyaca katkısı (%)*
Tavuk	50.0	125	¼ göğüs	62. 8	41. 8
Yumurta	27.0	50g	1 adet	13. 4	8. 9
Ispanak	20.1	200	1 tabak	40.2	26.8
Beyaz peynir	15.0	30	1 kibrit kutusu	4. 6	3. 0
Kuru baklagil	5.0	60	½ çay bardağı	3. 0	2. 0
Süt	4.15	100	1 çay bardağı	4. 2	2. 8
Et yemeği	3.0	90	3 köfte kadar	2.9	2, 0
Elma	1.6	150	1 orta dilim	2. 4	1. 6
Ekmek	1.5	100	2 orta dilim	1. 6	1. 0
Su	0.5	100	1 çay bardağı	0. 5	0. 3

*150 µg/gün

2.13. Anne sütündeki iyot

İyot insan organizmasında, özellikle tiroid dokusunda ve büyük kısmı da hormon yapısında bulunur. Gestasyonun yaklaşık olarak 11. haftasından itibaren fonksiyon görmeye başlayan tiroid bezi, annenin tiroid fonksiyonlarına ve iyot durumuna duyarlıdır (46). Gebelik ve emzirme dönemindeki eksikliği anneyi de bebeği de olumsuz etkiler. Bunun sonucu olarak gebeliğin erken veya geç sonlanması, bilişsel kapasitede yetersizlik, endemik kretenizm, yeni doğanın hipotiroidisi ve büyüme geriliği ortaya çıkar. Anne sütündeki iyot miktarı bebeğin tiroid volümü ile de ilişkilidir.

Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda, anne sütündeki ortalama iyot miktarının 5,4–2170 µg/L arasında bulunmuştur. Sütteki iyot miktarının bu kadar geniş bir dağılım göstermesinin temel nedeni annenin iyot alımındaki farklılıktır. İyot yetersizliğinin yaygın olduğu bölgelerde yaşayan annelerin sütlerindeki iyot düzeyi düşüktür. Annenin yüksek miktarda iyot alması durumunda da sütteki iyot miktarı yükselir (46).

DSÖ tarafından anne sütü ile beslenen bebekler için önerilen günlük iyot miktarı 90 µg/gün'dür. Formül sütlerde bebeklerin gereksinimlerini sağlamak için bulunması önerilen iyot miktarı da yaklaşık olarak term bebekler için 100 µg/L, preterm bebekler için 200 µg/L kadardır. Guatrın endemik olarak görüldüğü bölgelerde yaşayan annelerin sütlerindeki iyot miktarı bebeklerin gereksinimlerini karşılayamayacak kadar düşük olabilir. İyot yetersizliğinin önüne geçmek için bu bölgelerde özellikle tuza iyot eklenerek yürütülen çalışmaların sonucunda hem annelerin sütlerindeki iyot miktarının arttığı, hem de bebeklerde hipotiroidi sıklığının azaldığı gösterilmiştir (47).

Anne sütünde iyodun organik formları olan tiroid hormonlarının (T_4 , T_3 ve metabolitleri) düzeyi de geniş bir dağılım gösterir. Tiroksin, anne sütündeki başlıca tiroid hormonudur ve annenin aldığı inorganik iyot miktarı ile ilişkilidir. Farklı toplumlarda yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre T_4 için alt ve üst sınırlar 0,52 – 321 µg/L, T_3 için alt ve üst sınırlar 0,1 – 7,4 µg/L olarak saptanmıştır (46).

Yapılan çalışmaların çoğunda anne sütündeki toplam iyot miktarı ile laktasyonun süresi arasında bir ilişki saptanmamıştır (46). Bununla birlikte, kolostrumdaki iyot miktarının olgun süte göre daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar vardır (48).

Ayrıca, ilk süt ve son süt arasında, sağ ve sol meme arasında da sütün iyot içeriği açısından fark bulunmamıştır. Annenin yaşı, doğum sayısı, bebeğin term ya da preterm oluşu da sütteki iyot miktarını etkilememektedir (46,49). Ancak, meme başında çatlak veya meme dolgunluğunun olduğu durumlarda sütün iyot konsantrasyonunun düştüğü gösterilmiştir. Anne sütündeki iyot miktarı düşük olsa bile, inek sütünden üretilmiş formül sütlere göre biyoyararlılığı daha iyidir (46). Anne sütünde çok yüksek miktarda iyot bulunması halinde bebeğin tiroid fonksiyonlarının bozulmasının söz konusu olabileceği iddia edilmekle birlikte, bu güne kadar iyot içeriği yüksek anne sütü ile beslenen bebeklerde herhangi bir istenmeyen etki görülmemiştir (45).

2.14. İyot eksikliği hastalıklarının önlenmesi

2.14.1. İyotlu yağ kullanımı

İyotlanmış yağ, ağır iyot eksikliği bölgelerinde çocuklar, gençler, doğurganlık çağındaki kadınlar ve gebelere öncelik verilerek uygulanır. İyodinize yağ, bir mililitresi 480 mg olan 10 ml'lik ampuller halindedir. Oral yoldan veya enjeksiyonla kullanılır. Oral verilince bağırsaktan emilir, bir bölümü tiroid dokusunda, bir bölümü de yağ dokusunda depolanır, kalanı atılır. Etkisi kısa sürelidir, ancak ucuz ve uygulaması daha kolaydır. Enjeksiyon yolu ile uygulanırsa yavaş serbestleşerek dolaşıma katılır. Yenidoğan da apse gelişimine yol açabileceğinden enjeksiyon metodu önerilmez. İyot yetmezliği riski olan popülasyonda oral iyodinize yağ kullanılması ile bebek ölümlerinde azalma olduğu gösterilmiştir (34).

2.14.2. İyotlu tuz kullanılması

Pratik ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Günlük iyot gereksiniminin sofrata tuzu ile karşılanması hedeflenir. Ancak toplumların farklı tuz tüketme alışkanlıkları dikkate alınmalıdır. Ortalama tuz tüketim değerinin 5–10 g/gün olduğu kabul edilmektedir. Tuzlara katılacak iyot kaynağı olarak, neme ve diğer iklim değişikliklerine karşı dayanıklı olan potasyum iyodür (KIO_3) yeğlenmelidir. Pişirmekle iyotlu tuzun iyot içeriği %50 azalır. Bu nedenle tuzun yemeklere piştikten sonra katılması önerilir. Özellikle hafif-orta iyot yetmezliği bölgelerinde iyotlu tuz kullanımının, iyot eksikliğini gidermede ve guatr prevalansını azaltmada etkili olduğu görülmüştür (50).

2.14.3. Su yolu ile iyot desteği

Bu yolla destek, şehir şebeke suyuna ya da okul ve evlerde içme sularına iyot katılması ile yapılabilir (51). Suyu iyot katılması ayrıca bakteri kontaminasyonunu da önlemektedir. Suyun iyotlanması I_2 , KI, KIO_3 ile yapılır ve 50 µg/L iyot düzeyi hedeflenir. İnsanların yanı sıra hayvanların ve tahılların yeterli iyot düzeyine ulaşması için, içme ve sulama sularının iyotlanması düşünülebilir. Çin’de ağır iyot yetmezliği olan bölgelerde sulama suyuna iyot katılmasının bebek ölüm hızının düşmesinde önemli bir etken olduğu saptanmıştır (52).

2.14.4. İyotlu süt

Pek çok batı ülkesinde iyot kaynağı olarak süt endüstrisi kullanılmaktadır. Besi hayvan yemlerinde iyot kullanılması, süt üretimini ve sütteki iyot içeriğini artırmaktadır. Kuzey Avrupa ülkeleri, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri gibi pek çok gelişmiş ülkede iyot kaynağının tuz veya deniz ürünleri değil süt olduğu bildirilmektedir (53). İyot, besi hayvanlarına iyot eksikliğinden etkilenmemesi ve verim kaybını önlemek için EDDI (ethylene diamine dihydro iodide) gibi bileşikler halinde hayvan yemlerine ilave edilmekte ve hayvansal besinlerde yeterince iyot içermesi sağlanmaktadır. DSÖ’nce verilen ortalama iyot miktarı 35-56 g/100 g olup, günde tüketilen 2 bardak süt ile günlük iyot gereksiniminin karşılanabileceği bildirilmektedir (9).

2.14.5. Lugol solüsyonu

Bu solüsyon 5 g I₂, 10 g KI ve 100 ml distile su ile hazırlanır. Bir damlasında 6 mg iyot olduğu kabul edilir. Ucuz, pratik ve kişilerin katılımını sağlayan bir uygulamadır. Aşırı dozda iyot alımının tiroid üzerindeki olumsuz yan etkilerini önlemek için seyreltilerek haftada 1 mg olarak verilmesi uygundur. Solüsyon, vücutta depo edilmediğinden tekrarlanması gerekmektedir (34).

2.14.6. Diğer yöntemler

Dondurulmuş gıdalara ve endüstriyel süt ürünlerine iyot katılmasının İngiltere ve Sicilya'da guatr prevalansını azalttığı gösterilmiştir. Vitamin ve flor tabletlerine iyot katılabilmektedir (34).

2.15. Türkiye'de iyot profilaksisi

1990 yılında ilk kez yapılan "Çocuklar İçin Dünya Zirvesi" hedefleri arasında "İyot Eksikliğine Bağlı Hastalıkların Tamamen Ortadan Kaldırılması" yer almıştır. 1992 yılında Roma'da düzenlenen "Uluslararası Beslenme Konferansında" İEH'nin bir halk sağlığı sorunu olduğu bilinen bütün ülkelerde, insan ve hayvanların tükettiği tuzun iyotlanması ve endemik guatrı önlemek için iyotlu tuz kullanımı konusunda kitle iletişim kanalı ile halk eğitimi yapılması kararları alınmıştır. Ülkemizde de bir halk sağlığı sorunu olan bu hastalıkların önlenmesi amacıyla yönelik olarak 1994 yılında "İyot Yetersizliği Hastalıkları ve tuzun İyotlanması Programı" başlatılmıştır. Sağlık Bakanlığı'nın verilerine göre, 1994 yılında %17 olan iyotlu tuz üretimi, 1999 yılında %57 olarak saptanmıştır.

9 Temmuz 1998 tarih ve 23397 sayılı Resmi Gazete ile Türk Gıda Kodeksi Yemelik Tuz Tebliği'ne göre sofr tuzlarının iyotlanması zorunlu hale getirilmiştir. Söz konusu tebliğin 5. maddesine göre:

Sofra tuzu: (Doğrudan tüketiciye sunulan, ince toz haline getirilmiş, iyotla zenginleştirilmiş, rafine edilmiş veya edilmemiş yemelik tuzlardır.) Sofra tuzlarına 50–70 mg/kg potasyum iyodür veya 25–40 mg/kg potasyum iyodat katılması zorunludur.

Gıda sanayi tuzu: (Gıda sanayinde kullanılan yemeklik tuzlardır.) İyot eklenmesi zorunlu değildir (34).

3. İYOT TAYİN YÖNTEMLERİ

3.1. İyot ve iyodür tayininde kullanılan yöntemler

İyodun insan ve canlılar için hayati öneminin anlaşılmasından sonra başta içme suları olmak üzere bitkiler, tuzlar, toprak ve vücut sıvılarında eser iyot tayini üzerinde çalışmalar daha da artmıştır. Normal olarak günde 150 µg kadar iyot alımına ihtiyaç vardır. Bu gereksinim ise içme suyu ve yiyeceklerle alındığından ve eksik alınması endemik guatra sebep olduğundan, özellikle tıbbi araştırmalarda, değişik bölgelerde iyot taramaları sistematik olarak yapılmıştır.

İyot tayininin yaygın yapıldığı örneklerde bulunan iyot ve iyodür derişimleri çok düşük olduğundan, tayin yöntemleri de eser analiz teknikleridir. Çoğu durumlarda eser iyodun daha önce bulunduğu fazdan ayrılarak zenginleştirilmesine gerek duyulur. İyot ve iyodürlerin ayrılması ve zenginleştirilmesinde iyot ve iyodürlerin belirgin özelliklerinden yararlanılır. Bu teknikler üç grupta toplanabilir. Bunlar, elementel iyodun uçuculuğuna dayalı damıtma-destilasyon tekniği, organik çözücülerde sulu çözeltilerden daha çok çözünmesine dayalı özütleme tekniği ile gümüş iyodürün çok az çözünmesine dayalı birlikte çöktürme ile ayırma tekniğidir.

Eser düzeydeki iyot ve iyodür tayininde kullanılan çok sayıda yöntem bulunmakla birlikte, en önemlileri beş grupta toplanabilir. Bu yöntemler:

- 1) Aktivasyon analizi ve radyokimyasal yöntemler,
- 2) Potansiyometrik yöntemler ve iyon seçici elektrotlar yardımıyla iyodür tayini,
- 3) Katalitik tayin teknikleri
- 4) İyot- Nişasta tekniği
- 5) Diğer iyodür tayin yöntemleri.

3.1.1. Radyokimyasal iyot tayin teknikleri

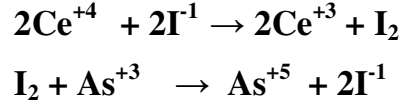
İyot ve türevlerinin en duyarlı tayin yöntemi nötron aktivasyon analizi tekniğidir. Giriş bölümünde de bahsedildiği gibi, I^{127} dışında tüm iyot izotopları radyoaktiftir. Bir nükleer reaktörde nötronla bombardıman edilen örnekteki iyot ve türevleri radyoaktif hale gelir. Bir dozimetre ya da özel iyoda duyar sayaçla aktivite ölçerek iyot duyarlı olarak tayin edilebilir. Ayrıca örneğe radyoaktif bir iyot izotopu (çoğunlukla I^{131}) eklenerek taşıyıcı ve izleme gibi radyokimyasal analiz teknikleri ile iyot miktarı tayin edilebildiği gibi iyotlu tepkimeler de izlenebilir (1).

3.1.2. Potansiyometrik iyot tayin yöntemleri

Özellikle içme sularında iyon seçici elektrotlar kullanılarak çok düşük derişimlerdeki iyodürler doğrudan kalibrasyon tekniği ve standart ekleme tekniği ile tayin edilebilir. Bir diğerk teknikte ise asetonlu ortamda iyot ve potasyum hidroksit arasındaki tepkimede oluşan iyodür aktivitesinin iyodür selektif elektrot ile zamana bağılı olarak izlenmesine dayanmaktadır. İyodür selektif elektrotlarla yapılan tayinlerde gözlenebilme sınırı 7 µg/ L civarında olup, bu civarlarda tayinlerde standart ekleme tekniği hatalı sonuç verir. Düşük derişimlerde örnek ve standart çözeltilerin iyon şiddetleri ve asitliği de tayin üzerine etkili olup, aynı şekilde hazırlanmaları iyi bir tamponlama yapılması gerekir. Elektrot yüzeyinin temizliği ve parlaklığı ile muhafazası da tayin üzerine etkilidir (1). Elektrodun kararlı sinyale ulaşması için en az bir saat gereklidir. Buna rağmen düşük derişimlerde ölçümlerin tekrarlanabilirliği yeterli değildir.

3.1.3. Katalitik iyon tayin yöntemleri

Üre ve süt gibi biyolojik sıvılarda iyot içeriği, tiroid hormon düzensizliklerinin metabolik ve epidemiolojik çalışmaları için önemlidir. Sandell-Kolthoff metodu, bu çalışmalarda sıklıkla kullanılan güvenilir bir metoddur. Reaksiyonun temeli, iyodun katalitik etkisi ile As^{+3} 'ün As^{+5} 'e yükseltgenmesine ve Ce^{+4} iyonunun Ce^{+3} iyonuna indirgenmesine dayanır. Reaksiyonun denklemi aşağıdaki gibidir:



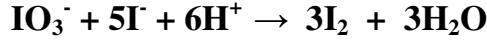
Ce^{+4} iyonu sarı renklidir, Ce^{+3} iyonu ise renksizdir. Reaksiyonun izlenmesi, Ce^{+4} iyonunun indirgenerek sarı renginin kaybolması ile anlaşılır. Renk şiddeti, katalizlenen iyodürün miktarıyla orantılıdır. Reaksiyon yüksek duyarlılığa sahiptir. Sülfürik asit (H_2SO_4) ve klorür, reaksiyon karışımının önemli bileşenleridir. Sülfürik asit reaksiyonun hızını artırır. Klorür ise, iyodürün iyodota yükseltgenmesine engel olur. Reaksiyonda, Ce^{+4} iyonunun As^{+3} e oranının 1:20 olması uygundur (7).

Bu katalitik-kolorimetrik yöntemlerin doğruluğu tepkime süresi ve sıcaklığın ölçülmesindeki duyarlılığa bağlıdır. Arsenik ve seryum arasındaki tepkimede seryum (IV) sülfat alınır. Bu çözeltilerde Ce (IV) renginin tamamen kayboluş süresi iyi tespit edilmeli, belirli bir süre sonra renk ölçülmelidir. Buna rağmen sürede belirsizlik söz konusu olur. Süre kısa tutulursa, tepkime tamamlanamayacağı için duyarlılık azalır. Uzun tutulursa dış etkiler söz konusu olabilir.

3.1.4. İyot-Nişasta tekniği

İyot-Nişasta tekniği, iyodürün, iyoda yükseltgenmesinden sonra mavi renkli iyot-nişasta adsorpsiyon bileşiğinin ya da iyot içeren renkli organik çözeltilerin spektrofotometrik ölçülmesine dayanır. İyodür, nitrit veya Fe^{+3} ile iyoda yükseltgenir. İyodun ortama eklenen nişasta ile oluşturduğu mavi renk ölçülür.

İyodürün tayininde duyarlılık, iyodürün ilk önce iyodota yükseltgenmesiyle altı kat artabilir. İyodürü iyodota yükseltgemek için genellikle bromlu su kullanılır. Bromun aşırısı kaynatmakla uçurulur veya formik asit eklenmesiyle uzaklaştırılır. Bazik ortamda permanganatla da iyodürler iyodota yükseltgenebilir. Permanganatın aşırısı nitrit veya üreyle indirgenir. İyodat asitli ortamda aşırı iyodür eklenmesi ile iyoda indirgenir.



Bu şekilde başlangıçtaki örnekteki bir mol iyodür altı kat artırılmış olur. İyodürlü ortamda iyot, triiyodür (I_3^-) şeklinde çözünür. Triiyodür-nişasta kompleksinin 590 nm' deki molar absorpsiyon katsayısı 1.08×10^5 olup spesifik absorbansı 0.85' dir. Bu şekilde katlanma sonucu 1.17 $\mu\text{g/L}$ iyodür, iyot-nişasta tekniği ile tayin edilir. Ancak bu teknikte suda çözülmüş oksijen ve hava oksijeni ile ortamdaki aşırı iyodürün iyoda yükseltgenmesi tehlikesi vardır. Bu tehlikeyi önlemek için, iyodür eklemeyen önce ortamda ve çözeltilerdeki oksijenin kaynatma veya çözeltilerden azot geçirilmesi ile uzaklaştırılması gerekir. Aynı tehlike başlangıç örneğindeki iyodürün iyodota bromlu suyla yükseltgenmesinde kullanılan bromlu suyun tamamen uzaklaştırılmamasında da söz konusu olur. Her iki nedenle iyot-nişasta absorbansı ile başlangıç örneğindeki iyodür derişimi arası doğrusal ilişki bozulur ve tayindeki doğruluk azalır. Bu teknikte diğer bir sakınca ise, iyot-nişasta kompleksi renginin zamana bağlı olarak hızlı bir şekilde değişmesidir. Bu tehlike çok duyarlı olan iyot-nişasta tekniğinin güvenilirliğini azaltır. Buna karşılık iyodürün iyodota yükseltgenmesinde ve tayininde örnek çözeltilerinde bulunan klorür ve bromürlerin hiçbir bozucu etkisi gözlenmez. İyot-nişasta yöntemi, organik maddelerde, bitkilerde, sütte ve doğal sularda iyot ve iyodür tayininde kullanılmıştır (4).

3.1.5. Diğer iyodür tayin yöntemleri

Yukarıda verilen genel tayin yöntemleri dışında iyodür ve iyot tayininde kullanılan birçok yöntem vardır. Bunlardan bir kısmı doğrudan (direkt), bir kısmı da dolaylı tayin yöntemleridir. En çok bilinen yöntem ise tiyosülfatla iyot titrasyonuna dayalı volumetrik yöntemdir. Ancak bu teknik büyük örnek hacimlerinde eser bulunan iyodürün önderiştirme yapmadan doğrudan tayinine uygun değildir. Önderiştirme ise bir sıra işlem gerektirir ve zaman alıcıdır. Çoğu kez litrelerce örneğin kuruyana kadar buharlaştırılması gerekmektedir. Buharlaştırma yapılırken ortamın bazik olmasına dikkat edilmelidir. Dolaylı yollarla iyodür tayininde kullanılan yöntemler bilinmektedir. İyodürlü çözeltiler AgSCN veya $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ çökelekleriyle çalkalanırsa, daha az çözünen AgI ve HgI_2 oluşur. Yani iyodürler tiyosiyonatla yer değiştirir. Açığa çıkan SCN ortama eklenen Fe^{+3} ile oluşturduğu kırmızı rengin şiddeti ölçülerek dolaylı tayin edilebilir (1).

Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) 3309 numaralı standardında doğal sularda iyodürün spektrofotometrik tayini için bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde 0.1 mg/L ve daha düşük derişimdeki iyodür miktarlarının tayini amaçlanmıştır. Analiz numunesinden alınan uygun hacimdeki numune, Sülfürik asit (H_2SO_4) ile asitlendirilmiştir. Arsenöz asit ve Serik amonyum sülfat reaktifleri eklenerek renk oluşturulmuş ve 450 nm'de absorbans ölçülmüştür (54).

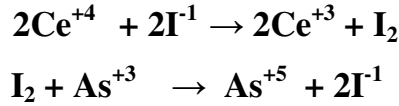
Son bir teknik ise bulanıklık ölçümü ile iyodür tayinidir. İyodürler amonyaklı ortamda gümüş ile AgI şeklinde çökmesiyle oluşan bulanıklık iyodür derişimi ile orantılıdır.

4. DENEYSEL BÖLÜM

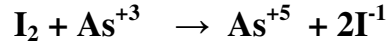
4.1. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Sandell-Kolthoff metodu küçük değişikliklerle içme sularındaki iyot düzeylerini ölçmek için kullanılmıştır (7,55).

Yöntemin esası, As^{+3} 'ün As^{+5} 'e yükseltgenmesine ve Ce^{+4} iyonunun Ce^{+3} iyonuna indirgenmesine dayanır. Reaksiyonun denklemi aşağıdaki gibidir:



Sarı renkli ve +4 değerli serium (Ce), iyi bir yükseltgendir. Serium, suyun iyonize iyodunu (I^{-1}) moleküler iyoda (I_2) yükseltger. İyotla +3 değere indirgenen serium rensizdir. Seriumun rensizleşme hızı, ortamın iyon iyot konsantrasyonuyla doğrudan orantılıdır. Standart zaman diliminde, bu rensizleşmenin bir noktasından (20. dakika) spektrofotometrik absorbans (405 nm) değerlendirilir. Deney için, potasyum klorata perklorat asidi eklenir ve klorat asidi ($HClO_3$) oluşur, potasyum perklorat ($KClO_4$) çöker ve ayrılır. Seriumun +4 değerli sarı rengi, +3 değere dönüşürken kaybolur. Elementel I_2 'u tekrar I^{-1} durumuna dönüştürmek için arseneous asidi kullanılır:



Suyun iyot ölçümünde stok iyot standardı ve hazırlanan dört reaktifi vardır. Bütün reaktifler CO_2 ' siz (yeni kaynamış soğutulmuş) deiyonize suyla hazırlanır.

4.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihaz

Bu çalışmada kullanılan cihaz, Shimadzu 1601 model UV- spektrofotometre olup, nicel analiz Beer yasasına dayanır. Işık kaynağından çıkan bir absorbsiyon ortamından geçen ışın kaydedilerek absorbans olarak değerlendirilir. Absorbans ise Beer yasasına göre

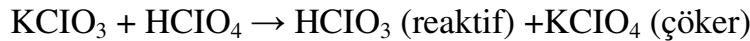
derişimle orantılıdır. Sudaki iyot miktarı absorbansın maksimum olduğu 405 nm’de ölçüldü. 10 mm kenar uzunluğuna sahip standart kare kesitli kuvvetler kullanıldı.

4.3. Su örneklerinin toplanması

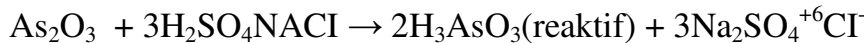
Su örnekleri steril 200 mL’lik plastik kaplarla toplandı. Plastik kaplar bir miktar numune ile çalkalandı. Daha sonra numuneler plastik kaplara alındı.

4.4. Kimyasal maddeler ve çözeltiler

(1).Klorat asidi çözeltisi: Potasyum klorat (KClO₃) 500 gram tartılır, 910 mL su içerisinde birkaç saat ısıtılarak çözülür. Soğutulmadan, 375 ML % 70’lik perklorat asidi (HClO₄) yavaşça ve karıştırılarak eklenir. Bir gece buzdolabında bekletilir, süzülür: Böylece elde edilen yaklaşık 850 mL klorat asidi (HClO₃) +4 °C’de saklanarak kullanılır.



(2).Arsenik asit çözeltisi: Arsenik III oksit (As₂O₃) 20 gramı ve NaCl’in 50 gramı, 1 litre 2N sülfürik asit (H₂SO₄) içerisinde ısıtılarak çözündürülür, soğutulur ve suyla 2 litreye tamamlanır. Karışım süzülür, renkli şişede oda ısısında saklanarak kullanılır.



Hazırlıkta eklenen NaCl, iyonlaşmayı kolaylaştırıcı etkiye sahiptir.

(3).Serik amonyum sülfat çözeltisi: Ce(SO₄)₂.2(NH₄)₂SO₄.2H₂O’ dan 48 gram tartılır. 1 litre 3,5 N sülfürik asit (H₂SO₄) içerisinde çözündürülür ve renkli şişede oda ısısında saklanarak kullanılır. Serik amonyum sülfattaki seriumun +4 değeri sülfürik asitli ortamda korunmaktadır.

(4).Standart potasyum iyodat çözeltisi: Potasyum iyodat'ın (KIO_3) 168 mg miktarı 100 mL suda çözündürülür; bundan 1 mL alınıp, 1 litreye tamamlanarak mL'sinde 1 µg iyot bulunan stok standart hazırlanmış olunur.

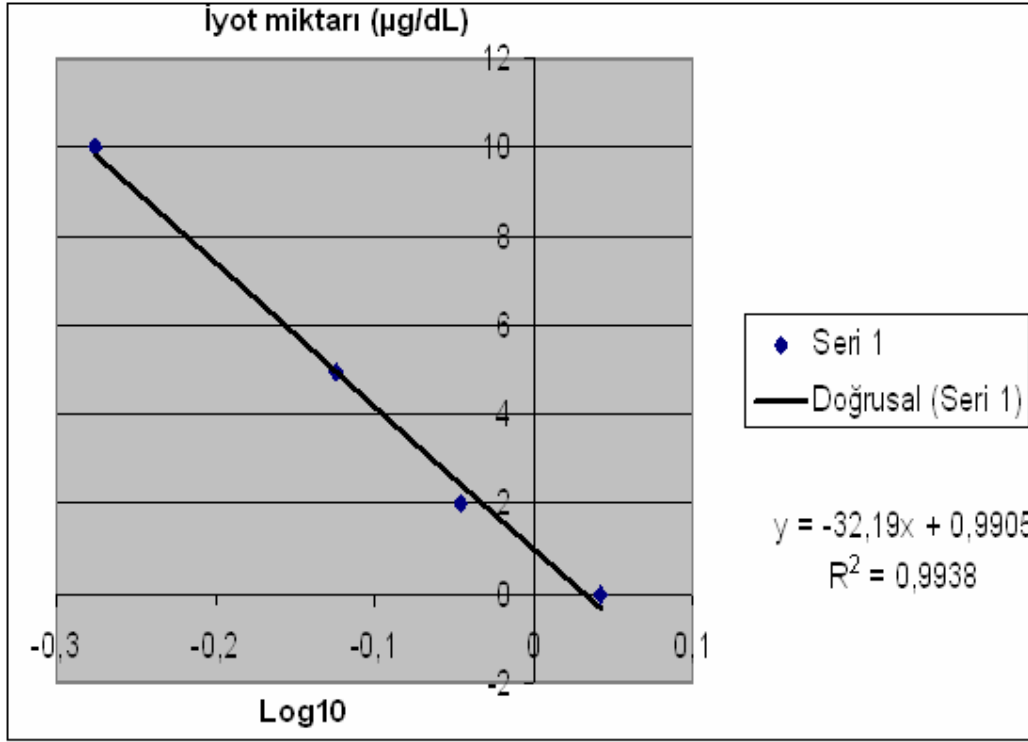
(5).Standart serinin hazırlanması: Standart stoktan (1µg/mL iyot) 0.5, 12.5, 25 mL alınarak, her biri distile suyla 250 mL'ye tamamlandı. Böylece 0, 2, 5 ve 10 µg/dL iyot içeren standartlar hazırlanmış oldu.

Ölçüm için deiyodinasyon görmüş, ısıtıcı blok delikli yuvalarına girecek çapta ve mL dereceli tüpler kullanıldı. Bu test tüplerine, hazırlanmış olduğumuz standartlardan 250 µL pipetlendi. Bunlara 750 µL klorat asidi eklendi ve karıştırıldı. Tüpler 50–60 dakika 110–115 °C'lik ısıtıcı blokta mineralizasyonda tutuldu. Bu ısınma sırasında fark edilen hacim azalması distile suyla 1 mL'ye tamamlanarak giderildi. Numuneli test tüpleri ortam sıcaklığına getirildi, her tüpe 3,5 mL arsenik asit çözeltisi eklendi ve karıştırılarak oda sıcaklığında 15 dakika bekletildi. Ardından her tüpe 350 µL Serik amonyum sülfat çözeltisi eklendi ve hemen karıştırıldı. Optik dansite okumalarında aynı reaksiyon süresinin her tüpe uygulanabilmesi için tüplere sabit aralıklarla (15-30 saniye) serik amonyum sülfat konulup karıştırıldı. Bu işlem için kronometre kullanıldı. Böylece, ilk tüpe serik amonyum sülfat eklendikten tam 20 dakika sonra 405 nm'de optik dansitesi okundu. Okuma aralıkları, serik amonyum sülfatın eklenme aralıklarına uygun şekilde yapıldı. Standartların spektrofotometrede okunmasıyla elde edilen optik dansite sonuçları, bunların Log_{10} değerleri ve iyot miktarları Tablo VII' de gösterildi.

Tablo VII: Standart seri iyot miktarları

Standartlar	Optik dansite	Log_{10}	İyot miktarı (µg/dl)
Standart 1	1,1	0,041393	0
Standart 2	0,9	-0,04576	2
Standart 3	0,75	-0,12494	5
Standart 4	0,53	-0,27572	10

Standart seri çalışması sonucunda elde edilen log_{10} ve iyot miktarı değerleri kullanılarak standart seri iyot konsantrasyon grafiği çizildi.



Şekil 8: Standart seri iyot konsantrasyon grafiği

4.5. Su örneklerinde iyot tayini

Kahramanmaraş ili merkez, ilçe ve bunlara bağlı bazı köylerden su örnekleri steril plastik kaplara uygun şekilde alındı. Alınan örnekler aynı gün içerisinde çalışıldı. Test tüplerine alınan su örneklerinden 250 µL konuldu. Bunlara 750 µL klorat asidi eklendi ve karıştırıldı. Tüpler 50–60 dakika 110–115 °C'lik ısıtıcı blokta mineralizasyonda tutuldu. Bu ısınma sırasında fark edilen hacim azalması distile suyla 1 mL' ye tamamlanarak giderildi. Numuneli test tüpleri ortam sıcaklığına getirildi, her tüpe 3,5 mL arsenik asit çözeltisi eklenip karıştırılarak oda sıcaklığında 15 dakika bekletildi. Ardından her tüpe 350 µL Serik amonyum sülfat çözeltisi eklenip hemen karıştırıldı. Optik dansite okumalarında aynı reaksiyon süresi her tüpe uygulanabilsin diye sabit aralıklarla (15–30 saniye) tüplere serik amonyum sülfat eklenip karıştırıldı. Bunun için kronometreden yararlanıldı. Böylece, ilk tüpe serik amonyum sülfat eklendikten tam 20 dakika sonra 405 nm'de optik dansitesi okundu. Standart seriden elde edilen eğri kullanılarak, su numunelerindeki iyot miktarı hesaplandı. Hesaplanan iyot miktarları aşağıda tablolar halinde gösterildi.

Tablo VIII: Kahramanmaraş il merkezi içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
KSÜ. Avşar kampusu	Karasu Suyu	23
Tıp fakültesi	Kuyu Suyu	24
Doğukent	Karasu Suyu	20
Şekerdere Mahallesi	Karasu Suyu	23
Yatılı Bölge	Karasu Suyu	23
Binevler	Karasu Suyu	21
Yeşil kent Sitesi	Kuyu Suyu	19
Sanayi Sitesi	Pınarbaşı Suyu	20
Yenişehir Mahallesi	Pınarbaşı Suyu	21
Bahçelievler Mahallesi	Pınarbaşı Suyu	22
İsmet paşa Mahallesi	Pınarbaşı Suyu	22
Fevzi paşa Mahallesi	Pınarbaşı Suyu	21

Tablo IX: Kahramanmaraş il merkezine bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Kozludere Köyü	Şebeke Suyu	20
Dereköy	Şebeke Suyu	19
Dereboğazı Köyü	Şebeke Suyu	20
Peynirdere Köyü	Şebeke Suyu	15
Bulutoğlu Köyü	Şebeke Suyu	17
Bulutoğlu Köyü	Kaynak Suyu	16
Fatmalı Beldesi	Şebeke Suyu	21
Köseli Köyü	Şebeke Suyu	14
Orhangazi Köyü	Şebeke Suyu	15
İsmailli Köyü	Şebeke Suyu	16
Kısıklı Köyü	Şebeke Suyu	17
Tekir	Şebeke Suyu	22
Kumarlı Köyü	Şebeke Suyu	19
Suçatı Köyü	Şebeke Suyu	20
Çukurhisar	Şebeke Suyu	19
Kurucuova Köyü	Kaynak Suyu	20
Kurucuova Köyü	Şebeke Suyu	20
Çağlayan Köyü	Şebeke Suyu	19
Budaklı Köyü	Şebeke Suyu	20
Kabasakal Köyü	Şebeke Suyu	20
Kerimli Köyü	Şebeke Suyu	18
Reyhan Köyü	Şebeke Suyu	19
Muratlı Köyü	Şebeke Suyu	17

Tablo X: Afşin ilçe merkezi ve bağı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Afşin merkez	Şebeke Suyu	20
Afşin merkez	Kuyu suyu	19
Erçene Köyü	Kuyu suyu	18
İncirli Köyü	Şebeke Suyu	20
Tanır Kasabası	Şebeke Suyu	21
Çobanbeyli Kasabası	Şebeke Suyu	20
Büyüktatlı Kasabası	Şebeke Suyu	22
Alemdar Kasabası	Kuyu suyu	15
Bakraç Kasabası	Kaynak Suyu	18
İnci Köyü	Köy Çeşmesi	15
Kargabükü Köyü	Şebeke Suyu	18
Kuşkayası Köyü	Kuyu suyu	16
Altinelma Kasabası	Kuyu suyu	15
Kabaağaç Köyü	Şebeke Suyu	18

Tablo XI: Andırın ilçe merkezi ve bağılı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Andırın Devlet hastanesi	Şebeke Suyu	18
Geben Kasabası	Şebeke Suyu	16
Yeşilova Kasabası	Şebeke Suyu	17
Kızık Köyü	Köy Çeşmesi	17
Erenler Köyü	Köy Çeşmesi	18
Anacık Köyü	Şebeke Suyu	18
Bostanlı Köyü	Köy Çeşmesi	18
Boğazören Köyü	Köy Çeşmesi	15
Altınoluk Köyü	Köy Çeşmesi	16
Gökçeli Köyü	Köy Çeşmesi	17
Altınboğa Köyü	Köy Çeşmesi	17
Akifiye Köyü	Şebeke Suyu	18
Çokak Köyü	Şebeke Suyu	18
Orhaniye Köyü	Köy Çeşmesi	14

Tablo XII: Elbistan ilçe merkezi ve bağılı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Elbistan Merkez	Şebeke Suyu	21
Elbistan Devlet Hastanesi	Şebeke Suyu	22
Çiçek Köyü	Köy Çeşmesi	19
Alembey Köyü	Şebeke Suyu	19
Dağdere Köyü	Şebeke Suyu	17
Kalaycık Köyü	Şebeke Suyu	18
Körücek Köyü	Köy Çeşmesi	19
Elmalı Köyü	Şebeke Suyu	20
Uzunpınar Köyü	Şebeke Suyu	20
Uncular Köyü	Köy Çeşmesi	17
Ovacık Köyü	Köy Çeşmesi	18
Hacıhasanlı Köyü	Şebeke Suyu	16
Evcihöyük Köyü	Köy Çeşmesi	17
Çatova Köyü	Şebeke Suyu	21
Çıtlık Köyü	Köy Çeşmesi	15
Gündere Köyü	Şebeke Suyu	19
Türkören Köyü	Köy Çeşmesi	20
Aksakal Köyü	Köy Çeşmesi	18
Beştepe Köyü	Şebeke Suyu	19
Özbek Köyü	Şebeke Suyu	16
Taşbururn Köyü	Şebeke Suyu	20
Yalak Köyü	Köy Çeşmesi	19

Tablo XIII: Çağlayancerit ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Çağlayancerit Merkez	Şebeke Suyu	17
Bozlar kasabası	Şebeke Suyu	17
Küçüküngüt Köyü	Şebeke Suyu	15
Oruçpınar Köyü	Şebeke Suyu	16
Boylu Köyü	Şebeke Suyu	14

Tablo XIV: Ekinözü ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Ekinözü Merkez	Şebeke Suyu	22
Çiftlik Köy	Köy Çeşmesi	21
Gaziler Köyü	Köy Çeşmesi	20
Akpınar Köyü	Köy Çeşmesi	22

Tablo XV: Göksun ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Göksun Merkez	Şebeke Suyu	20,00
Saraycık Köyü	Köy Çeşmesi	19,00
Tombak Köyü	Köy Çeşmesi	0,97
Tombak Köyü	Şebeke Suyu	21,00
Fındık Köyü	Şebeke Suyu	20,00
Selçuklu Köyü	Şebeke Suyu	21,00
Ahmetçik Köyü	Şebeke Suyu	21,00
Kızıllöz Köyü	Kuyu Suyu	18,00
Çardak Kasabası	Şebeke Suyu	20,00
Ericcek Kasabası	Şebeke Suyu	22,00
Küçüksu Köyü	Şebeke Suyu	21,00
Elmalı Köyü	Şebeke Suyu	19,00
Yeşil köy	Şebeke Suyu	20,00
Fındıklı köy	Şebeke Suyu	18,00
Değirmendere Kasabası	Şebeke Suyu	20,00
Kanlıkavak Kasabası	Şebeke Suyu	20,00
Yağmurlu Köyü	Şebeke Suyu	18,00
Bozhöyük Kasabası	Şebeke Suyu	20,00
Taşoluk Kasabası	Şebeke Suyu	22,00

Tablo XVI: Nurhak ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Nurhak Merkez	Şebeke Suyu	21
Barış Kasabası	Şebeke Suyu	19
Yeşilkent Kasabası	Şebeke Suyu	19
Ağçaşar Köyü	Şebeke Suyu	20

Tablo XVII: Pazarcık ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Pazarcık Merkez	Şebeke Suyu	20
Pazarcık Merkez	Kuyu Suyu	19
Ulubahçe Köyü	Şebeke Suyu	21
Çınarlı Köyü	Şebeke Suyu	22
Yolboyu Köyü	Köy Çeşmesi	22
Tetirlik Köyü	Köy Çeşmesi	21
Denizli Köyü	Şebeke Suyu	20
Narlı kasabası	Şebeke Suyu	20
Doğanlı Köyü	Köy Çeşmesi	18
Abbaslar Köyü	Köy Çeşmesi	17
Çamlıca Köyü	Köy Çeşmesi	18
Akçalar Köyü	Köy Çeşmesi	19
Kızırlı Köyü	Köy Çeşmesi	17
Armutlu Köyü	Köy Çeşmesi	17
Çiçekalan Köyü	Köy Çeşmesi	19

Tablo XVIII: Türkoğlu ilçe merkezi ve bağlı köylerdeki içme suyu iyot düzeyleri

Su örneğinin alındığı yer	Kaynağı	İyot miktarı (µg/L)
Türkoğlu Merkez	Şebeke Suyu	21
Beyoğlu Kasabası	Şebeke Suyu	20
Akçalı Köyü	Köy Çeşmesi	18
Dedeler Köyü	Şebeke Suyu	21
Şekerova Kasabası	Şebeke Suyu	20
Özbek Köyü	Şebeke Suyu	21
Kılılı Kasabası	Şebeke Suyu	19
Yeşilyöre Kasabası	Şebeke Suyu	20
Yenipınar Köyü	Şebeke Suyu	20
Kuyumcular Köyü	Şebeke Suyu	18
Çobantepe Köyü	Şebeke Suyu	22

4.6. Su örneklerinde geri kazanım

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden alınan içme suyu örneği bölüm 4,5'te anlatıldığı gibi sıra ile reaktifler eklenerek absorbans değeri okundu. Daha sonra sırası ile 10, 50, 100 µg/dL iyot içeren 150 µL hacminde standartlar hazırlanıp içme suyuna eklendi absorbans değerleri okundu. Okunan absorbans değerleri ve geri kazanımlar Tablo XIX' da gösterildi.

Tablo XIX: Su örneklerinde geri kazanım tablosu

Ölçülen konsantrasyon(µg/dL)	Eklene standart iyot miktarı (µg/dL)	Eklene konsantrasyon	Geri elde konsantrasyon	Geri elde yüzdesi
2,4				
2,68	10 (150 µL)	0,3	0,28	% 93
3,83	50 (150 µL)	1,5	1,43	% 95
5,29	100 (150 µL)	3	2,89	% 96
			Ortalama	% 95

4.7. Sonuçların tekrarlanabilirliği

Analiz sonuçlarının tekrarlanabilirliğini incelemek amacıyla, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden alınan içme suyu örneği aynı şartlar altında 10 kez çalışıldı. Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL) ve Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation) programları kullanıldı. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde; ortalama ve standart deviasyon (sd) değerleri hesaplandı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden alınan içme suyu örneğinin iyot değerleri Tablo XX' de gösterildi.

Tablo XX: KSÜ Tıp Fakültesi içme suyu örneğinin tekrarlanabilirlik tablosu

Su örneğinin alındığı yer	İyot miktarı (µg/L)
KSÜ Tıp Fakültesi 1	24.0
KSÜ Tıp Fakültesi 2	23.0
KSÜ Tıp Fakültesi 3	23.7
KSÜ Tıp Fakültesi 4	25.2
KSÜ Tıp Fakültesi 5	22.9
KSÜ Tıp Fakültesi 6	23.2
KSÜ Tıp Fakültesi 7	24.9
KSÜ Tıp Fakültesi 8	24.3
KSÜ Tıp Fakültesi 9	23.8
KSÜ Tıp Fakültesi 10	25.7

Standart deviasyon (sd)= 0,9473

N= 10

Tekrarlanabilirlik (CV)= $\frac{sd}{N} \times 100$

CV= $\frac{0,9473}{10} \times 100$

CV= 9,47

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahip olan içme sularındaki iyot düzeyleri araştırıldı. İyot ölçüm yöntemleri hassasiyet açısından farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle hangi yöntemle iyot ölçüldüğü ve karşılaştırmada hangi yöntemlerin göz önüne alınması gerektiği önem taşımaktadır. Üçüncü bölümde de anlatıldığı gibi birçok iyot tayin yöntemi olmasına rağmen, bu yöntemlerin büyük bir çoğunluğu düşük derişimlerde iyot içeren içme sularında iyi sonuç vermemektedir. Bir grup araştırmacı 7 µg/L düzeyine kadar iyodu tayin edebileceği belirtilen iyon selektif elektrotları kullanarak 2–40 µg/L arasında iyot içeren standart çözeltilerde tutarlı ölçüm yapamadıklarını belirterek katalitik reaksiyona dayanan spektrofotometrik yöntemle 455 nm’de içme sularında bulunan iyot miktarını ölçmüş ve Malatya civarı içme sularında iyot miktarının 5,4–10,4 µg/L arasında olduğunu bildirmişlerdir (56).

1981 yılında Sungur ve arkadaşları Tübitak destekli araştırmalarında il, ilçe ve kasabaları içeren 1835 içme suyunda iyot konsantrasyonlarını iyontoforez yöntemi ile saptamışlardır. Buna göre; 39. enlemin üzerinde kalan ve İzmir’i de içeren I. Bölgede bulunan 37 ilden gelen 1063 içme suyunun, iyot konsantrasyonları yönünden analiz sonuçları: I. Bölge içme suları iyot konsantrasyonu ortalaması 16,56 µg/L olarak bulunmuş. İyot konsantrasyonu ortalaması en düşük il 2,32 µg/L ile Çorum bulunmuş. İyot konsantrasyonu ortalaması en yüksek il ise 65,15 µg/L ile Sinop bulunmuştur (57).

İçme suları için yeterli iyodür kapsamı ortalama 10 µg/L kabul edilmektedir (32). Bölgede, endemik guatr riskinin yüksek olduğu içme sularında iyot konsantrasyonu 10 µg/L den küçük olan il sayısı 16’dır (Balıkesir, Bilecik, Bolu, Çorum, Edirne, İzmir, Kars, Ordu, Sakarya, Samsun, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Tunceli, Zonguldak). 39. enlem altında bulunan 30 ilden gelen 772 içme suyu örneğinin analiz sonuçlarına göre; II. Bölge içme suları iyot konsantrasyon ortalaması 62,39 µg/L, iyot konsantrasyon ortalaması en düşük il 6,47 µg/L ile Antalya, iyot konsantrasyon ortalaması en yüksek il ise Kahramanmaraş’tır ve 168,49 µg/L olarak belirtilmiştir. Ancak çalışmamızda Kahramanmaraş ve yöresinden aldığımız içme su örneklerinde iyot düzeylerini bu oranda yüksek bulamadık. Bu farkın kaynak veya metot farklılığından olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca Türkiye’nin değişik yörelerinde farklı araştırmacılarla yapılan çalışma sonuçlarının da farklı olduğu dikkat çekmektedir. Bu bölgede endemik guatr riski yüksek il sayısı iki olup bunlar Afyon ve Manisa olarak tespit edilmiştir (57)

1982 yılında Urgancıoğlu ve arkadaşları tarafından seryum amonyum sülfat katalitik yöntemini kullanılarak ülke çapında 13 il (Rize, Giresun, Gümüşhane, Bolu, Bursa, Çanakkale, Eskişehir, Kayseri, İzmir, Antalya, İçel, Diyarbakır, Muş) ve bağlı ilçelerinde yapılan çalışmada 2676 içme suyu örneğinde iyot tayini yapılmış ve içme sularının iyot içeriği ile endemik guatr arasındaki ilişki saptanmıştır. Bu çalışmada bulunan en düşük iyodür seviyesi 0,8 µg/L ve en yüksek iyodür seviyesi 195 µg/L olup, 2676 örneğin Türkiye ortalaması 42,34 µg/L olarak bulunmuştur. İl ve ilçe düzeylerinde ülkemiz içme sularının ayrıntılı incelendiği çalışmada en düşük ortalama Rize (6,63 µg/L) ili sahip iken en yüksek ortalama Kayseri (73,03 µg/L) ilinin sahip olduğu bulunmuştur (58).

1990 yılında Samsun ve Sinop yöresi içme sularında spektrofotometrik yöntemle iyodür ve iyot tayini yapılmış. Nişasta iyodür kompleksinin 575 nm’de absorpsiyonunun ölçülmesiyle yapılan bu çalışmada ise incelenen sularda 0,5–19,4 µg/L arası toplam iyot bulunmuştur (59).

1995 yılında Kayseri yöresi içme suları ile kaplıca sularında spektrofotometrik titrasyon yöntemi ile iyot tayini yapılmış. Bu amaçla örnekteki iyot önce sodyum sülfid ile iyodüre indirgenmiş sonra iyodür standart KIO₃ çözeltisi ile titre edilerek oluşan ürünün absorbansı 226 nm’de ölçülmüş. Kayseri çevresindeki içme suları ile kaplıca sularındaki iyot içerikleri sırasıyla 20–76 µg/L ve 37–88 µg/L olarak bulunmuş. Bu sonuçlara göre incelenen sular Türkiye ortalamasının üstünde iyot içermektedir. Ancak incelenen kaplıca suları iyotlu kaplıca olarak gösterilemez (1).

1997 yılında yine Kayseri’de iyot-nişasta yöntemi kullanılarak üç farklı kaynaktan su alan şehrin üç bölgesinin musluk sularında iyot tayini yapılmış (Kayseri şehir musluk suyu, Üniversite musluk suyu ve Talas musluk suyu). Kayseri şehir şebeke suyunda 76 µg/L iyot bulunurken, Talas ve Üniversite sularının iyot içerikleri bu değerlerin üçte birinden daha azdır (Üniversite; 23,1 µg/L, Talas; 21,2 µg/L). Ancak bu azlık bile iyot eksikliği sınırının üzerindedir. 1995 yılında spektrofotometrik titrasyon yöntemiyle bulunan şehir suyundaki iyot miktarı ile İyot-Nişasta yöntemi kullanılarak elde edilen sonuç tam uyumlu olarak bulunmuştur (4).

1998 yılında endemik guatr hastalığının yaygın olarak görüldüğü, Kastamonu-Azdavay yöresinde yapılan çalışmada içme sularındaki iyodür miktarlarının 1,0–5,2 µg/L arasında dağılım gösterdiği bulunmuştur. İçme sularının iyodür kapsamı ortalama 10 µg/L kabul edildiğinden çalışmada elde edilen sonuçların standart değerinin altında dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir.

Bölgede guatra sebep olan en önemli faktörlerin su ve topraktaki iyot yetersizliği ve guatrojenik gıdaların fazla tüketilmesi sonucuna varılmıştır (60).

1999 yılı içinde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya, Genel Cerrahi ve Halk Sağlığı Anabilim Dalları Türkiye’de endemik guatr yörelerinden birisi olan Kahramanmaraş/Göksun ilçesi, Tombak köyünde tarama ve eğitim amaçlı çalışma yapmıştır. Köy halkının büyük bir çoğunluğunun içme suyunu köyün içindeki çeşmelerden sağladığı tespit edilmiştir (% 99,2) (2). Köyün içinde bulunan çeşmelerden alınan içme suyu örneklerindeki iyot miktarı 1 µg/L’den düşük bulunmuştur. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ise içme sularındaki iyot miktarının en az 10 µg/L olmasının gerekliliğini bildirmektedir. Kıyaslandığında Tombak köyünün içme sularındaki iyot miktarının ne kadar az oranda olduğu görülmektedir. Köy halkı arasından 121 kişinin fizik muayeneleri yapılarak kan örnekleri alınmış. Laboratuvar analizleri olarak tiroid hormon testleri çalışılmış. Tarama yapılan 121 kişinin 31 inde (% 25,6) iyot eksikliği kantitatif olarak tespit edilmiştir. Tombak köyünde insanların sadece % 5’inin iyotlu tuz kullandığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar neticesinde yöre halkında oluşan endemik guatrın başlıca nedeninin içme sularındaki iyodun yetersiz olması ve besinlerle yeterince iyot alınamaması sonucuna varılmıştır (2). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim dalı olarak 1999 yılında yapılan çalışmadan (2) esinlenerek Kahramanmaraş ili merkez, ilçe ve bunlara bağlı bazı köylerden 150 farklı yerden içme suyu örneği alındı, bu örnekler seryum amonyum sülfat katalitik yöntemi ile 405 nm’de spektrofotometrik olarak çalışıldı. İçme sularındaki iyot miktarları 0,97–24,95 µg/L arasında dağılım göstermekle birlikte 0,97 rakamı tek yörede (Tombak köyü/Cangı çeşmesi) ölçülmüş olup istisna teşkil etmekte, genel olarak içme sularındaki iyot düzeyler 14,00-24,95 ug/L arasında bulunmaktadır.

Kahramanmaraş/Göksun ilçesi, Tombak köyünde daha önce köy halkı içme suyunu köy çeşmesinden temin ederken 1999 yılında yapılan çalışmanın sonucunda köy çeşmesindeki iyot miktarı 1 µg/L’den düşük bulunduğundan belediye tarafından 2003 yılında Karadut köyündeki şebeke suyu Tombak köyüne de götürülmüştür. Biz de hem şebeke suyundan hem de köy çeşmesinden içme suyu örneği alıp, aynı gün içinde çalıştık. Karadut köyünden gelen şebeke suyunun iyot miktarı 21 µg/L iken, köy çeşmesinden alınan ve kaynağına köy halkı tarafından Cangı denin içme suyunun iyot miktarı tarafımızdan 0,97 µg/L olarak ölçüldü ve 1999 yılında bu örnekten alınan su üzerinde yapılan çalışmada elde edilen iyot değeri, ölçtüğümüz iyot değeri ile uyumlu bulundu.

1999 yılında yapılan çalışmada köy halkının % 5'i iyotlu tuz kullanırken (2) bizim yaptığımız çalışma esnasında evinde iyotlu tuz kullananların oranı artmasına rağmen, halen köylünün bir kısmı ekonomik sebepler dolayısıyla iyotlu tuz kullanmamaktadır.

Çalışmamızda Kahramanmaraş/Göksun ilçesi, Tombak köyü, köy çeşmesinden aldığımız su örneği iyot değeri (0,97 ug/L) hariç diğer örneklerimizin iyot miktarları Dünya Sağlık Teşkilatı'nın (WHO) belirlediği en alt sınır olan 10 µg/L nin üzerinde bulunmuştur. Bu çalışmanın neticesinde Kahramanmaraş ili merkez, ilçe ve bunlara bağlı bazı köylerdeki içme sularının iyot miktarları, Tombak köyü köy çeşmesi (Cangı suyu) haricinde, normal değerlerde ölçülmüş olup, örnek alıp çalıştığımız bölgelerdeki içme sularındaki iyot düzeylerinin guatr rahatsızlığına neden olabilecek düzeyde olmadığı görülmüştür. Ancak yörelere göre içme suları veya topraktaki iyot düzeylerinin farklılık gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada ulaşamadığımız köylerin de olacağı düşünülerek muhtemel iyot eksikliği konusunda tüm yöre halkına eğitim verilmesinin ve içme sularında iyot ölçülemeyen bölgelerdeki yöre halkının bizimle temasa geçmesi sağlanarak içme sularında iyot ölçümü talebinde bulunmalarının yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Ayrıca dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta guatr olgularının yüksek bulunduğu yörelerdeki içme suyu iyot miktarlarının da düşük bulunması muhtemeldir. Bu nedenle özellikle bu olguların fazla olduğu yörelerde içme sularında iyot ölçümlerinin yapılması faydalı olabilecektir.

Çalışmamızda incelediğimiz yerlerin içme sularında iyot eksikliğine rastlanmasa da, iyot eksikliği görülen bölgelerde iyotlu tuz kullanımının artırılması veya içme sularına iyot katılmasının önemli olacağı, ayrıca konu hakkında eğitim verilmek suretiyle halkın bilgilendirilmesinin yararlı olacağına inanmaktayız.

6. KAYNAKLAR

- 1) Yardımcı H: Eser düzeyde iyot ve iyodürün spektrofotometrik titrasyonla tayini. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Kayseri, 1995.
- 2) Kılınç M, Yüregir G, Ezberci F, et al; Evaluation of thyroid hormones and goitre in a rural community in a region of Anatolia. **Turk J Med Sci** 2001;31:547-551.
- 3) Periodic Table 3.0, **SMI Corporation**, 1991-1995.
- 4) Divrikli Ü: İdrarda iyodun spektrofotometrik tayini. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Kayseri, 1997.
- 5) Saka N: Türkiye’de iyot eksikliği. 22. Pediatri günleri. 2000’li yıllarda çocuk sağlığı Kongresi bildiri Kitabı, İstanbul, 2000:38-40.
- 6) <http://en.wikipedia.org/wiki/Iodine>
- 7) Dunn JT., Crutchfield HE., Gutekunst R., Dunn AD.; Two simple methods for measuring iodine in urine. **Thyroid** 1993;3(2):119-123.
- 8) De Benoist B, Andersson M, Egli I, et al; WHO Global database on iodine deficiency. iodine status worldwide. Geneva 2004.
- 9) Egemen A, Midyat L; Iodine and iodine deficiency effects to health. **Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci** 2006;2(11):79-90.
- 10) Baxter JD, West BL, Huber R, et al; Selective modulation of thyroid hormone receptor action. **J Steroid Biochem Mol Biol** 2001;76:31-42.
- 11) Shen DH, Kloos RT, Mazzaferrri EL, Jhiang SM; Sodium iodide symporter in health and disease. **Thyroid** 2001;11:415-425.
- 12) Dunn JT, Dunn AD; Update on intrathyroidal iodine metabolism. **Thyroid** 2001;11:407-414.
- 13) Rose SR; Disorders of thyrotropin synthesis, secretion, and function. **Curr Opin Pediatr** 2000;12:375-381.
- 14) Winter WE, Signorino MR; Review: Molecular thyroidology. **Ann Clin Lab Sci** 2001;31:221-244.
- 15) Yen PM; Physiological and molecular basis of thyroid hormone action. **Physiol Rev** 2001;81:1097-1142.
- 16) Zhang J, Lazar MA; The mechanism of action of thyroid hormones. **Annu Rev Physiol** 2000;62:439-466.

- 17) Scott DA, Wang R, Kreman TM, et al; The pendred syndrome gene encodes a chloride-iodide transport protein. **Nat Genet** 1999;21:440-443.
- 18) Rodriguez AM, Perron B, Lacroix L, Caillou B, et al; Identification and characterization of a putative human iodide transporter located at the apical membrane of thyrocytes. **J Clin Endocrinol Metab** 2002;87:3500-3503.
- 19) Koenig RJ; Thyroid hormone receptor coactivators and corepressors. **Thyroid** 1998;8:703-713
- 20) Kohn LD, Suzuki K, Nakazato M, et al; Effects of thyroglobulin and pendrin on iodide flux through the thyrocyte. **Trends Endocrinol Metab** 2001;12:10–15.
- 21) Marino M, McCluskey RT; Role of thyroglobulin endocytic pathways in the control of thyroid hormone release. **Am J Physiol Cell Physiol** 2000;279:1295-1306.
- 22) Schussler GC; The thyroxine-binding proteins. **Thyroid** 2000;10:141-149.
- 23) Szkudlinki MW, Fremont V, Ronin C, Weintroub BD; Thyroid-stimulating hormone and thyroid-stimulating hormone receptor structure-function relationships. **Physiol Rev** 2002;82:473-502.
- 24) Gershengorn MC, Osman R: Minireview; Insights into G protein-coupled receptor function, **Endocrinology** 2001;142:2-10.
- 25) Wolffe AP, Collingwood TN, Li Q, et al; Thyroid hormone receptor, v-ErbA, and chromatin. **Vitam Horm** 2000;58:449-492.
- 26) Wonerow P, Neumann S, Gudermann T, Paschke R; Thyrotropin receptor mutations as a tool to understand thyrotropin receptor action. **J Mol Med** 2001;79:707-721.
- 27) Cabello CW, Casas F, Cabello G; Thyroid hormone action in mitochondria. **J Mol Endocrinol** 2001;26:67–77.
- 28) Bianco AC, Salvotere D, Greben B, et al; Biochemistry, cellular and molecular biology, and physiological roles of the iodothyronine selenodeiodinases. **Endocr Rev** 2002;23:38-89.
- 29) Köhrle J; Local activation and inactivation of thyroid hormones the deiodinase family. **Mol Cell Endocrinol** 1999;151:103-119.
- 30) St Germain DL, Galton VA; The deiodinase family of selenoproteins. **Thyroid** 1997;7:655–668.
- 31) Rayman MP; The importance of selenium yo human health. **Lancet** 2000;356:233-241.
- 32) WHO: (World Health Organization Report) Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination, a guide for programme managers. 2001.

- 33) Ares S, Quero J, Morreale de Escobar G; Neonatal iodine deficiency: clinical aspects. **J Pediatr Endocrinol Metabol** 2005;18(suppl 1):1257-1267.
- 34) Barutçugil M.B: Bakırköy bölgesi bir ilköğretim okulu öğrencilerinde idrar iyot atılımı ve guatr prevalansı. Uzmanlık tezi. Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul, 2005.
- 35) Darcan S, Goksen D; Consequences of iodine deficiency and preventive measures. **Pediatr Endocrinol Rev** 2003;1(suppl 2):162-168.
- 36) Ali O; Iodine deficiency disorders: A public health challenge in developing countries. **Supp to Nutrition** 1995;11:517-519.
- 37) Buyukbeniz A; Congenital hypothyroidism clinical aspects and late consequences. **Pediatr Endocrinol Rev** 2003;1(suppl 2):185-190.
- 38) Pharoah PO, Ellis SM, Ekins RP, Williams SE; Maternal thyroid function, iodine deficiency and fetal development. **Clin Endocrinol** 1976;5:13-19.
- 39) Yordam N, Ozon A, Alikasifoglu A; Iodine deficiency in Turkey. **Eur J Pediatr** 1999;158(6):501-505.
- 40) Erdoğan G, Erdogan MF, Delange F, et al; Moderate to severe iodine deficiency in three endemic goitre areas from the black sea region and the capital of Turkey. **Eur J Epidemiol** 2000;16(12):1131-1134.
- 41) WHO: World Health Organization and International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. Recommended normative values for thyroid volume in children aged 6-15 years. **Bulletin of the World Health Organization** 1997;2:75-95.
- 42) Delange F: Screening for congenital hypothyroidism used as an indicator of IDD control. **Thyroid** 1998;8(12):1185-1192.
- 43) Missler U, Gutekunst R, Wood WG; Thyroglobulin is a more sensitive indicator of iodine deficiency than thyrotropin development and evaluation of dry blood spot assay for thyrotropin and thyroglobulin in iodine-deficient geographical areas. **Eur J Clin Chem Biochem** 1994;32(3):137-143
- 44) Şentürk OO: Çernobil nükleer kazası hastaneye başvuran tiroit kanseri hasta sayısını etkiledi mi? Uzmanlık tezi. Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul, 2005.
- 45) Urgancıoğlu İ: Tiroid hastalıkları. Öbek A. (ed). İç Hastalıkları(nda). 4. Baskı. Güneş Kitapevi. Bursa, 1990:10-33.

- 46) Udipi SA, Kirksey A, West K, Giacoia G; Vitamin B6, vitamin C and folacin levels in milk from mothers of term and preterm infants during the neonatal period. **The American Journal of Clinical Nutrition** 1985;42:522–530.
- 47) Said HM; Biotin bioavailability and estimated average requirement: why bother. **The American Journal of Clinical Nutrition** 1999;69:352–353.
- 48) Kara MV, Udipi SA, Kirksey A, Roepke JLB; Changes in specific nutrients in breast milk during extended lactation. **The American Journal of Clinical Nutrition** 1986;43:495-503.
- 49) Sneed SM, Zane C, Thomas MR; The effects of ascorbic acid, vitamin B6, vitamin B12, and folic acid supplementation on the breast milk and maternal nutritional status of low socioeconomic lactating women. **The American Journal of Clinical Nutrition** 1981;34:1338–1346.
- 50) Aghini LP, Antonangeli L, Pinchera A; Iodized salt prophylaxis of endemic goiter: an experience in Toscana. **Acta Endocrinol** (Denmark) 1993;129(6):497-500.
- 51) Squatrito S, Vigneri R, Runella F, et al; Prevention and treatment of endemic iodine deficiency goiter by iodination of a municipal water supply. **J Clin Endocrinol Metab** 1986;63(2):368-375.
- 52) De Lange GL, Leslie PW, Wang SH, et al; Effect on infant mortality of iodination of irrigation water in a severity iodine-deficient area of china. **Lancet** 1997;350(9080): 771-773
- 53) Delange F; Iodine deficiency in europe and Its consequences an update, **Eur J Nucl Med** 2002;2:404-416.
- 54) TSE 3309 Standardı; Suyun analiz yöntemleri, iyodür ve bromür miktarları tayini, 1979;1-10.
- 55) Üstdal KM; İdrarda iyot ölçümü. *Biyokimya*. 1. Baskı. Pelikan yayıncılık. Ankara. 2005:200-201.
- 56) Karagözler AE, Demir M, Güçer Ş; Malatya ili sularında iyot problemi. Çevre sorunları sempozyomu. Atatürk Üniversitesi. 1983:6-8.
- 57) Sungur T, Karapars R, Paya D; Toplum sağlığı yönünden Türkiye’de içme sularında iyot ve flor konsantrasyonunun saptanması. **Doğa Bilimleri Dergisi** 1981;5:1-10.
- 58) Urgancıoğlu İ, Hatemi HH, Kökoğlu E, et al; Endemik guatr açısından Türkiye suları: İyodür miktarının araştırılması. **İstanbul Çapa Tıp yayımları** 1982:1-16

- 59) Korkmaz H, Tinkılıç N, Ağar E; Samsun ve Sinop illeri içme sularında spektrofotometrik yöntemle iyodür ve iyot tayini. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi Özel Sayısı** 1990;2(1):159-168.
- 60) Hosseini S: Kastamonu-Azdavay yöresinde yaygın toprakların ve su kaynaklarının iyot durumları. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi. Ankara, 1998.