



RECEP TAYYİP
ERDOĞAN
ÜNİVERSİTESİ

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI**

**GİRESUN VE TRABZON İLLERİNDE YAŞAYAN
İNSANLARDAN ALINAN İDRAR ÖRNEKLERİNDE TRİTYUM
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Barış YALÇINKAYA

**Danışman
Doç. Dr. Serdar DİZMAN**

**RİZE
2023**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında, Doç. Dr. Serdar Dizman danışmanlığında, Barış Yalçinkaya tarafından hazırlanan *Giresun ve Trabzon İllerinde Yaşayan İnsanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Tritiyum Konsantrasyonlarının Belirlenmesi* adlı bu tez çalışması 27/01/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı SOYADI	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Necati ÇELİK	
Üye	: Doç. Dr. Serdar DİZMAN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Nilay AKÇAY	

ETİK BEYAN

Fizik Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Giresun ve Trabzon İllerinde Yaşayan İnsanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Tritiyum Konsantrasyonlarının Belirlenmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan hazırlanmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya unsurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve/veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılacak bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

27/01/2023

(İmza)

Barış YALÇINKAYA

ÖN SÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanan bu çalışmada Trabzon ve Giresun illerinde yaşayan insanlardan alınan idrar örneklerinde trityum konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Olması gerektiğinden uzun süren bu süreçte benden vazgeçmeyen ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Serdar DİZMAN’a şükranlarımı sunuyorum.

Numune toplanma ve analiz sürecinde yardımlarını esirgemeyen Akın KARABACAK ve Ümit PAMUK’a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecinde yaşanan her türlü olumlu/olumsuz süreçlerde çalışmama destek olan aileme de şükranlarımı sunuyorum.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 214S221 nolu proje ile desteklenmiştir.

Barış YALÇINKAYA
2023 - Rize

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Fizik
Tez Türü : Yüksek Lisans
Danışman : Doç. Dr. Serdar DİZMAN
Hazırlayan : Barış YALÇINKAYA
Yıl : 2023
Sayfa Sayısı : 62

ÖZET

GİRESUN VE TRABZON İLLERİNDE YAŞAYAN İNSANLARDAN ALINAN İDRAR ÖRNEKLERİNDE TRİTYUM KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Yapılan bu çalışma ile Giresun ve Trabzon il merkezinde yaşayan ve TUIK'in rastgele belirlediği kişilere ilk olarak ön bilgilendirme yapılmış daha sonra kişisel onamları alınmıştır. Akabinde alınan idrar numunelerinde trityum konsantrasyonları ölçülmüştür. Yaşları 18-65 arasında değişen 204 gönüllünün 105'i (% 51,5) kadın, 99'u (% 48,5) ise erkek olup yaş ortalaması $35,03 \pm 10,74$ 'dir. Kullanılan dedeksiyon sisteminin minimum ölçülebilir aktivite değeri (MDA) 2,59 Bq/L olarak belirlenmiş olup, idrar örneklerinin 40 tanesinin (% 21,55) trityum aktivite değeri MDA değerinin altında bulunmuştur. Giresun ve Trabzon illerinde yaşayan katılımcıların idrar örneklerinde ortalama trityum aktivite derişimleri sırasıyla; $14,35 \pm 1,05$ Bq/L ve $14,19 \pm 1,02$ Bq/L olarak bulundu. Katılımcıların üçte ikisinden fazlasının lise veya daha yüksek eğitim düzeyine sahip olduğu belirlendi. Çalışılan illerde ortalama yaşam süreleri 25,55 yıl olarak hesaplandı. Giresun ve Trabzon genelinde sırasıyla nükleer santral kelimesini duyma yaygınlığı %89,2 ve %90,2, radyasyon kelimesini duyma yaygınlığı %80,4 ve %95,1 ve trityum kelimesini duyma yaygınlığının ise %17,6 ve %17,6 arasında dağılım gösterdiği belirlendi. Katılımcı kadın ve erkeklerin yıllık etkin doz oranları sırasıyla 9,91 nSv ve 11,30 nSv olarak hesaplandı. Hesaplanan yıllık etkin doz oranlarının ICRP (Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi) tarafından önerilen referans değerinden oldukça düşük olduğu tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Giresun, İdrar, Radyoaktivite, Sıvı Sintilasyon Cihazı, Trabzon, Trityum

Recep Tayyip Erdoğan University Institute of Graduate Studies

Department : Physical

Tesis Type : Master Thesis

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Serdar DİZMAN

Author : Barış YALÇINKAYA

Year : 2023

Pages : 62

ABSTRACT

DETERMINATION OF TRITIUM CONCENTRATIONS IN URINE SAMPLES FROM PEOPLE LIVING IN GİRESUN AND TRABZON PROVINCES

With this study, firstly preliminary information was given to people living in Giresun and Trabzon city centers and randomly determined by TUIK, and their more personal consents were obtained. Subsequently, tritium concentrations were measured in taken urine samples. Of 204 volunteers aged between 18-65, 105 (51.5%) were female and 99 (48.5%) were male, with a mean age of 35.03 ± 10.74 years. The minimum measurable activity value (MDA) of the detection system used was determined as 2.59 Bq/L, and the tritium activity value of 40 (21.55%) urine samples was found below the MDA value. Average tritium activity concentrations in urine samples of participants living in Giresun and Trabzon provinces, respectively; 14.35 ± 1.05 Bq/L and 14.19 ± 1.02 Bq/L. More than two-thirds of the participants were found to have a high school or higher education level. The average life expectancy in the provinces studied was calculated as 25.55 years. In Giresun and Trabzon, the prevalence of hearing the word nuclear power plant is 89.2% and 90.2%, the prevalence of hearing the word radiation is 80.4% and 95.1%, and the prevalence of hearing the word tritium is between 17.6% and 17.6% indicated was determined. The annual effective dose rates of the participating women and men were calculated as 9.91 nSv and 11.30 nSv, respectively. It was determined that the calculated annual effective dose rates were considerably lower than the reference value recommended by the ICRP (International Committee on Radiation Protection).

Keywords: Giresun, Urine, Radioactivity, Liquid Scintillation Counter, Trabzon, Tritium

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖNSÖZ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLO LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Tritiyum.....	3
1.3. Tritiyumun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri.....	5
1.4. Sıvı Sintilasyon Sayacı (LSC).....	6
1.5. Sayım Kapları (Vialler).....	7
1.6. Dedeksiyon Sistemi.....	8
2. GEREÇ VE YÖNTEM	10
2.1. Evren ve Örneklem	10
2.2. Verilerin Toplanması ve İstatistiksel Analizler.....	11
2.3. Numunelerin Analize Hazırlanması.....	12
2.4. Deneysel Sistem	12
2.4.1. Sıvı Sintilasyon Sayacının Ölçüme Hazırlanması	12
2.4.2. Validasyon ve Background Örneklerinin Hazırlanması	14
2.4.3. Sayım.....	16
2.5. Hesaplanan Parametreler	16
2.5.1. Verim.....	16
2.5.2. Tritiyum Aktivite Değeri.....	16
2.5.3. Minimum Ölçülebilir Aktivite Değeri (MDA)	16
2.5.4. Yıllık Etkin Doz Oranı (H_{eq})	17
3. BULGULAR.....	18
3.1 İdrarda Tritiyum Aktivite Değerleri	27

4. TARTIŞMA VE SONUÇ	29
4.1 Trityum Ölçümleri	29
4.2 Yıllık Etkin Doz Oranları.....	33
5. ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR	37
EKLER.....	40



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. TÜİK 2015 verilerine göre nüfus bilgileri	11
Tablo 2. Sönümsüz standartların bazı aktivite değerleri	13
Tablo 3. LSC cihazında sönümsüz standartları kalibrasyon sonuç raporu.....	13
Tablo 4. Çözeltilerin aktivite değerleri.....	15
Tablo 5. İdrar örneği alınan grubun sosyodemografik ve sağlık ile ilgili bazı özellikleri	19
Tablo 6. İdrar örneği alınanların meslek gruplarının ISCO 08'e göre dağılımı	21
Tablo 7. Katılımcıların trityum maruziyetini değiştirebilecek bazı çevresel risk faktörleri	23
Tablo 8. Katılımcıların kronik hastalık ve ilaç/bitkisel ürün kullanma durumları ...	24
Tablo 9. İdrar örneği alınan kişilerde trityum, radyasyon ve nükleer gibi kavramları "duyma" durumunun dağılımı.....	25
Tablo 10. İdrar örneği alınanların "Radyasyon" kelimesini tanımlamak için kullandıkları ifadelerin yüzdelik dağılımı	26
Tablo 11. İdrar örneği alınanların "Nükleer Santral" için kullandıkları tanımların yüzdelik dağılımı.....	26
Tablo 12. Katılımcıların "Trityum" için kullandıkları tanımların yüzdelik dağılımı	27
Tablo 13. Trityum aktivite değerlerinin il bazlı dağılımı.....	28
Tablo 14. Trityum aktivite değerlerinin cinsiyete göre değişimi ve ortalama değerleri.....	31
Tablo 15. Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırma.....	34
Tablo 16. Trabzon ve Giresun ilinde idrar örneği veren Kadın ve Erkekler için il bazlı ortalama etkin doz miktarları.....	35

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	$^2\text{H}-^2\text{H}$ füzyon reaksiyonu	3
Şekil 2.	Trityumun beta bozunması spektrumu	4
Şekil 3.	Trityum radyoizotopunun hidrolojik çevrime girişi	4
Şekil 4.	Kullanılan sıvı sintilasyon sayacının görseli	6
Şekil 5.	Cam (a) ve plastik (b) vialleri	7
Şekil 6.	Vialde bulunan örneğe ait sintilasyon mekanizması	8
Şekil 7.	Çakışma ve toplama devreleri şeması	9
Şekil 8.	Çalışma alanı (Trabzon ve Giresun illeri)	10
Şekil 9.	Trabzon(Ortahisar) ili katılımcıların yaş gruplarına ve cinsiyete göre dağılımı	20
Şekil 10.	Giresun ili katılımcıların yaş gruplarına ve cinsiyete göre dağılımı	20
Şekil 11.	Sıvı sintilasyon sayacı örnek raporu	27
Şekil 12.	İdrar örneklerinde belirlenen trityum aktivitelerinin örnek koduna göre dağılımı	32
Şekil 13.	Trityum aktivite derişimlerinin kategorik olarak dağılımı	31
Şekil 14.	Trityum aktivitelerinin yaş bazlı dağılımı	31

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Sağlık için önemli bir tehdit olan radyasyona ne kadar maruz kalındığının tespiti önemlidir. Radyoaktif çekirdeklerin ortamdaki derişimlerinin belirlenmesi için çevresel radyasyon ölçümleri yapılarak insanların maruz kaldığı radyasyon dozu belirlenebilmektedir. Böylelikle bir alanın insan için yaşamaya müsait olup olmadığı belirlenebilir. Bir alanda bulunan doğal radyasyonun yanında insan kaynaklı radyasyon kaynakları da riski artırmaktadır. Nükleer deneme sonrası oluşan serpintiler, nükleer reaktörlerden çıkan artık radyoaktif maddeler gibi insan kaynaklı radyasyonun da takibi ve tespiti önemlidir. Nükleer santrallerin artı madde olarak trityum saldıkları kanıtlanmıştır (Makhijani ve Makhijani, 2009). Bu da trityumu izlenmesi gereken radyoizotoplarından birisi haline getirmektedir. 2011 yılında Japonya'daki Fukushima Daiichi Nükleer Santralının depreme bağlı oluşan tsunami sonucunda gördüğü zarar neticesinde ortalamanın üstüne çıkan trityum değerleri gözlemlenmiştir (Matsumoto vd., 2013). Yurdumuzda 2013 yılında yapımına başlanan Akkuyu ve 2015 yılında yapımına başlanan Sinop nükleer santralleri faaliyete geçtiğinde nükleer santrallerde çalışacak kişiler ile yerleşim olarak bu illere uzakta ikamet eden kişilerin maruz kaldığı trityum miktarlarının da ortaya konulmasına ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile elde edilecek verilerde sayesinde olası bir kaza durumunda maruz kalınacak doz değerleriyle kıyas/karşılaştırma yapılabilecektir. 1986 yılında meydana gelen Çernobil nükleer santral kazasıyla özellikle Karadeniz bölgesinin radyasyonla kontamine olması ve yurttta yaşayan insanlar için önceden yapılmış bir radyoaktivite belirleme çalışmasının olmaması da bu tarz çalışmaların yapılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Yapılan bu araştırma ile Giresun ve Trabzon il merkezlerinde yaşayan insanların bedeninde bulunan doğal trityum radyoizotopunun düzeyi incelenmiş ve yıllık etkin doz oranı hesaplanmıştır. Ayrıca, hesaplanan yıllık etkin doz oranları Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesinin (ICRP) tavsiye ettiği referans değerleriyle kıyaslanarak radyasyon güvenliği açısından değerlendirilmiştir.

Litaratüre bakıldığında insan dışkısı, insan dokusu, kan, idrar, tırnak ve saç örneklerinde trityum derişimlerinin tespiti üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

(Pietrzak-Flis ve Radwan, 1984; Li vd., 2009; Li vd., 2010). Araştırmalarda katılımcılardan kolayca ve istenilen yeterli miktarda elde edilebilecek olması nedeniyle idrar yaygın olarak kullanılan biyolojik materyaldir. Bunun yanında düşük dozdaki radyonüklitlerin belirlenmesinde de idrar tercih edilen bir materyaldir.(Priest vd., 1999; Dizman ve Ark. 2018; Dizman 2020; Epov vd., 2005; Lariviere vd., 2008; Maxwell, 2008; Maxwell ve Jones, 2009).

İdrar kullanılarak trityum düzeyinin tespit için yapılmış olan bazı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

1- İtalya’da farklı yerleşkelerde ikamet eden insanların idrar örnekleri üzerinde yapılan çalışmada trityum seviyesi 18,5-148Bq/L olarak tespit edilmiştir. (Belloni vd., 1983).

2- 1984 yılında Pietrzak-Flis ve Radwan’nın yaptığı araştırmada idrar numunelerinde tespit edilen trityum değerlerinin 8-19 Bq/L aralığında değiştiği belirlenmiştir. (Pietrzak-Flis ve Radwan, 1984).

3- Kanada’da nükleer reaktörde radyasyona maruz kalmış 6 kişinin idrarlarında yapılmış çalışmada trityumlanmış suyun vücuda alınmasıyla doz oranının ortalamasının 330 ± 129 olduğunu göstermişlerdir (Trivedi vd., 2000).

4- Finlandiya’da yapılan bir başka idrarda trityum derişimi üzerine çalışmada insan vücudundaki trityum derişimleri belirlenmiş olup, ortalaması 2,5 Bq/L, maksimum tespit edilen değer ise 18,3 Bq/L bulunmuştur. (Puhakainen ve Heikkinen, 2008).

5- Danimarka bulunan nükleer santral çalışanlarının idrar örneklerinde yapılan çalışmada maksimum trityum derişimi 120 kBq/L olarak tespit edilmiştir (Hou, 2011).

6- Kore’de bulunan nükleer santralde çalışan işçilerden farklı zaman dilimlerinde alınan idrar örneklerinde trityum derişimleri ölçülmüş ve trityumun farklı zaman dilimlerindeki değişimi gözlemlenmiştir (Kim ve Kong, 2012).

7- Beloyarsk Nükleer Santralinin yakın çevresi ile görece bu alandan uzak mesafede yaşayan insanlardan alınan idrar örneklerinde trityum derişimleri belirlenmiştir (Chebotina ve Nikolin, 2012).

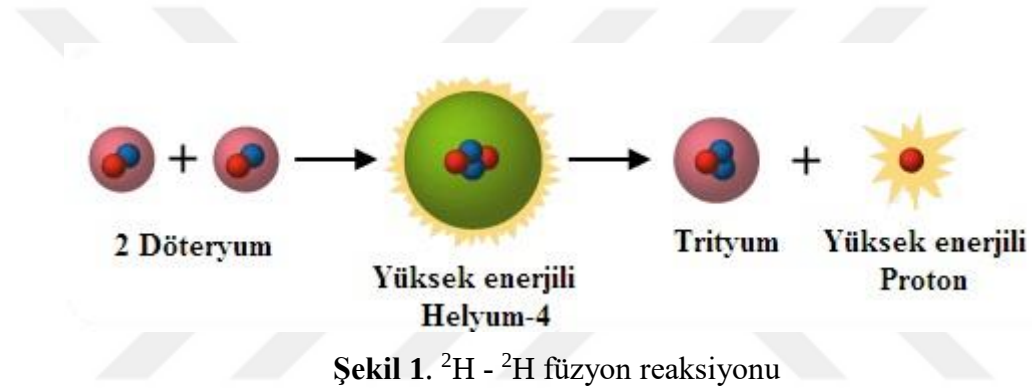
8- 18-66 yaş aralığında bulunan 50 Kore vatandaşının idrar numunelerinde trityum derişimleri ölçüldüğünde ortalama trityum derişim değerini $2,8 \pm 1,4$ Bq/L

olarak bulmuşlardır. Ölçüm sonuçları 1,8–5,6 Bq/L arasında değişmektedir (Yoon vd., 2013).

9- Çin’de, nükleer güç santraline farklı mesafelerde (2, 10, 22 km) yaşayan 34 insandan (11’i Kadın 23’ü Erkek) alınan idrar örneklerinde trityum derişim değerleri 1,26-6,73 Bq/L aralığında hesaplanmıştır (Shen vd., 2015).

1.2. Trityum

Bu araştırmanın temelini oluşturan trityum; 1934 yılında Ernest Rutherford, M. L. Oliphant ve Paul Harteck adındaki iki fizikçinin yapmış oldukları $^2\text{H} - ^2\text{H}$ füzyon reaksiyonu (Şekil 1) sonucunda keşfedilmiştir.

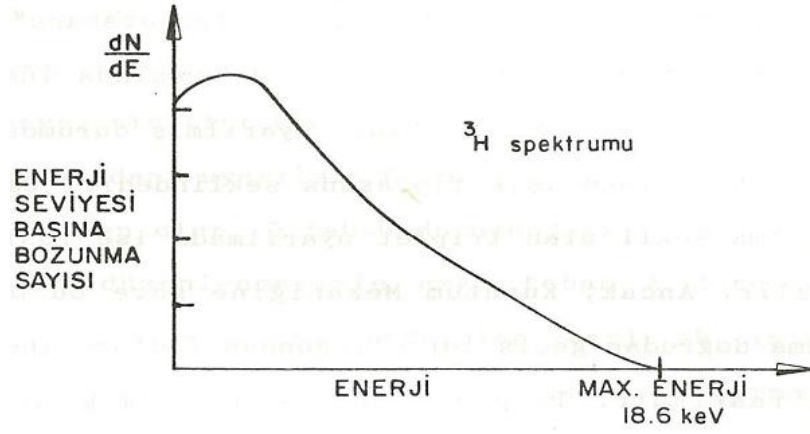


Trityum hidrojen elementinin üçüncü izotopu olup, çekirdeğinde bulunan nötron fazlası sebebiyle radyoaktif özellikleri gösterir



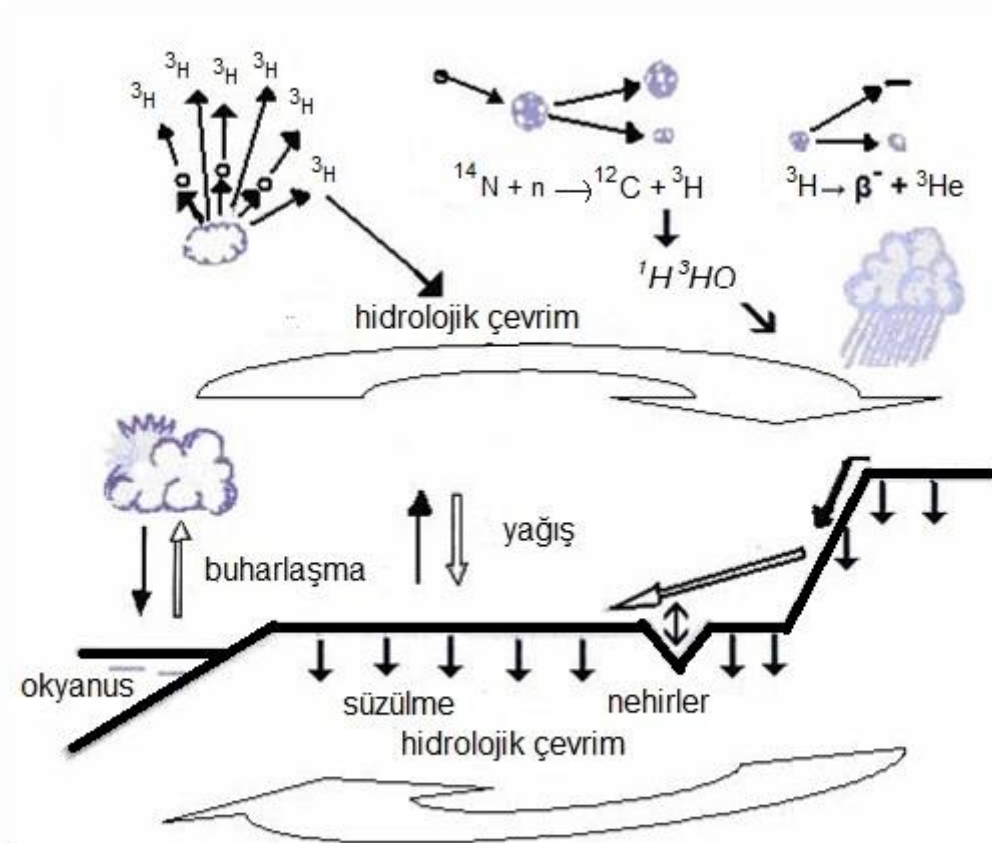
Bu da denklem (1)’de gözüktüğü gibi ^3H beta parçacığı ve antinötrino ($\bar{\nu}$) yayınlayarak kararlı ^3He atomuna dönüşür.

Trityum 12,32 yıllık yarı ömre (UNSCEAR, 2000) sahip olup çekirdeğinden yayınlanabilecek maksimum enerji değeri 18,6 keV ‘tur. Bu enerji beta parçacığı ile nötrino arasında rastgele bölüşüldüğünden beta parçacıkları 0–18,6 keV arasında her enerji değerine sahip olabilirler. Bu yüzden spektrumu süreklidir(Şekil 2).



Şekil 2. Trityumun beta bozunması spektrumu

Çevresel trityum yağışlar aracılığıyla iki kaynaktan girerek hidrolojik çevrimde yerini alır. Atmosferin üst tabakalarında bulunan azot ve oksijen atomlarıyla kozmik nötronların etkileşimi ile doğal olarak oluşur. Trityum $^1\text{H}^3\text{HO}$ formuna yükseltgendikten sonra hidrolojik çevrime dâhil olur (Şekil 3).



Şekil 3. Trityum radyoizotopunun hidrolojik çevrime girişi

Sudaki doğal trityum derişimi Bq/L veya trityum birimi (TU) olarak ifade edilir. 10^{18} hidrojen atomuna karşı bir trityum atomunun bulunması “1 trityum birimi (TU)” olarak tanımlanır.

Trityumun atmosferde içinde oluşum hızı yaklaşık 2500 atom/m³s’dir. Bunun nedeni atmosferdeki kalış süresinin çok küçük olmasıdır (Altay ve Çifter, 1996). Trityum derişim miktarı 5–20 TU (trityum birimi) aralığında değışim gösterir.

Trityumun doğal yollarla oluşumunun yanında yapay yollarla da oluşması mümkündür. Özellikle 1952–1962 arası dönemdeki termonükleer denemeler sebebiyle yüksek miktarda trityum atmosfere zerk edilmiştir. Kuzey yarım kürede atmosfere zerk edilen yüksek orandaki trityum sebebiyle 1953 yılından itibaren yağışlardaki trityum derişimi artmıştır. Uluslararası Atom Enerji Ajansı (IAEA) ve Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) kurdukları meteoroloji istasyonları vasıtasıyla yağışların izotop kompozisyonlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu istasyonlardan Kanada’da bulunan Ottawa Meteoroloji istasyonunun topladığı yağış numuneleri ile yapılan analizlerde trityum artışını görmek mümkündür (Altay ve ark., 1996)

Çevresel numunelerde trityum tespiti için en sık kullanılan yöntem Sıvı Sintilasyon Sayım (LSC) ölçüm yöntemidir (Xiaolin ve Per, 2008). LSC’de elektronik teknolojisinin ilerlemesiye dedeksiyon limitinin çok küçük değerlere indirilmesi neticesinde atmosferde doğal olarak oluşan trityumun dedeksiyonu mümkün hale gelmiştir.

1.3. Trityumun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Trityumun insana zarar verebilmesi veya tehlike oluşturulabilmesi için vücut içine alınması gerekir. Trityum bozunma esnasında yayınladığı düşük enerjili bir beta parçacığı hava ortamında uzun mesafe alamayacağı için dokuda derinlere nüfuz edemez. Trityumun vücuda dahlinin en muhtemel formu trityum oksit (trityumlu su - HTO) şeklindedir. Trityum gazının alınıml oranı çok düşüktür (% 1’den daha az). Trityumlu su (HTO) suyla aynı davranışı gösterdiğinden solunan ve sindirilen trityumun yüksek miktarı direkt olarak kan dolaşımına dâhil olur. Trityumun biyolojik yarı ömrü 10 gündür (Tanır vd., 2013). Trityumun sağlık için tehlikesi

bozunmadan kaynaklanan iyonize radyasyonun sebep olduğu hücre zararidir (Dobson ve Cooper, 1974; Dobson ve Kwan, 1976).

1.4. Sıvı Sintilasyon Sayacı (LSC)

Biyolojik ve çevresel örneklerde alfa ve beta yayan radyonüklitlerin analizinde sıvı sintilasyon sayım (LSC) tekniğı 1950'lerin başından beri kullanılmaktadır. Şekil 4'te Bu araştırmada kullanılan Perkin & Elmer Tricarb 2910 TR sıvı sintilasyon sayacı görölmektedir.



Şekil 4. Kullanılan sıvı sintilasyon sayacının görseli

Sıvı sintilasyon sayım tekniğinin avantajlarını sıralanırsa (Horrocks, 1974; Passo ve Cook, 1994):

- Radyoizotoplar 4π sayım geometrisinde sayılırlar,
- Öz soğurma riski yoktur. Menzili kısa olup 1 MeV enerjiye sahip beta parçacığının su içindeki menzili 0,40 cm'dir,
- Örnek hazırlama hızlı ve kolaydır,
- Son yıllarda beta yayıcı izotoplardan ^3H , ^{14}C ve ^{32}P yaygın olarak kullanılmaktadır,
- Aynı anda farklı örneğe ihtiyaç duyulmadan alfa ve beta radyoaktivisi tespit edilebilmektedir,

- Su, kan, idrar gibi farklı örnek çeşitlerinde radyoaktivitenin belirlenmesine imkân verir,

Bunun yanında sıvı sintilasyon sayacı birçok radyoizotopun tespitinde de kullanılmaktadır (Horrocks, 1974). Bunlar;

- ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{55}Fe , ^{85}Kr ve ^{90}Sr gibi beta yayınlayıcısı olan radyoizotop ölçümünde

- ^{14}C ile tarihlemeye
- İçme sularında, toplam alfa/beta ölçüm analizlerinde
- Radyasyon serpinti çalışmaları ve radyoaktif atıkların izlenmesinde
- Yiyeceklerde ^{14}C analizlerinde
- Biyolojik izleme çalışmalarında kullanılmalarıdır.

1.5. Sayım Kapları (Vialler)

LSC tekniğinde kullanılan vialler borosilikat camdan (^{40}K , ^{226}Ra içermeyen) veya plastikten yapılmaktadır (Şekil 5). Ancak daha ucuz olmaları ve cama göre daha düşük background değerine sahip olmaları nedeniyle plastik vialler sayım uygulamalarında tercih edilir. Fakat statik elektriği en aza indirebilmek için cam viallerin kullanılması daha uygundur.



(a)



(b)

Şekil 5. Cam (a) ve plastik (b) vialler

1.6. Dedeksiyon Sistemi

Sıvı sintilasyon sayacında bir beta parçacığının dedeksiyonu şu şekilde gerçekleşir:

1. Numunede bulunan radyoaktif özelliğe sahip atomların bozunması sonucu beta parçacığı yayınlanır.

2. Yayınlanan beta parçacığının uyardığı çözücü molekülleri enerjilerini foton şeklinde yayınlayarak taban hale geri dönerler. Yayınlanan fotonun enerjisi de çözünen maddeye aktarılır. Çözünen maddede elektron bulut düzeni bozulup, elektronlar uyarılmış duruma yükselir. Taban duruma geri dönen yörünge elektronları ışık yayınlarlar (Şekil 6). Sintilasyon üretilen foton sayısının toplamıyla oluşurken ışık şiddeti de beta parçacığının ilk enerjisiyle orantılıdır (Altay ve Çifter, 1996).

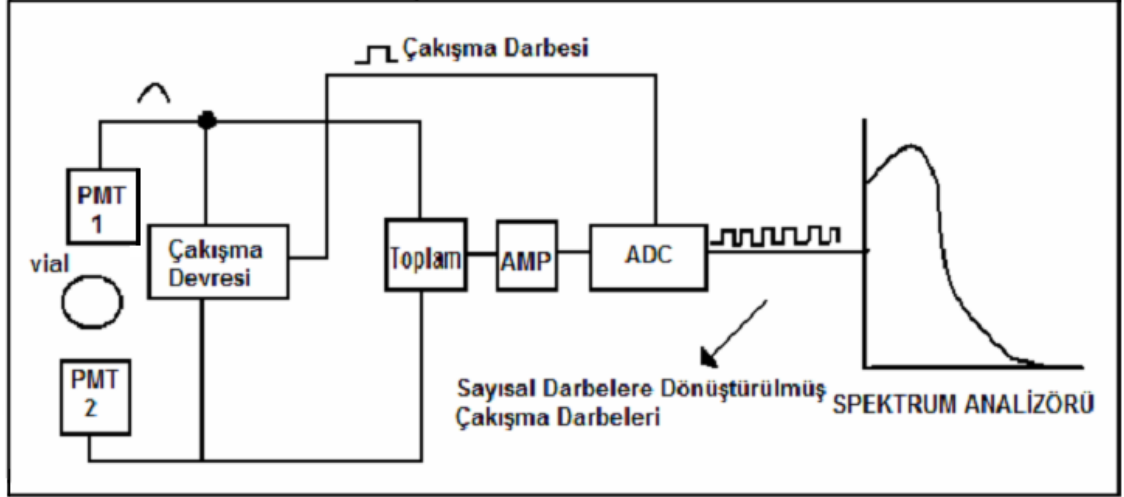
3. Fotonlar çoğaltıcı tüp (PMT) yüzeyine çarparak elektron salımı yaparlar. Katottan yayınlanan ikincil elektronlar fotoçoğaltıcı tüpte çoğaltılır, hızlandırılır ve çıkış pulsları şekline dönüştürülür. Sintilasyon cihazı en az iki PMT' den oluşur (Şekil 10). İki PMT' de eş zamanlı oluşan pulslar devre ile toplanır ve çıkışta oluşan pulslar toplam sintilasyon şiddetiyle orantılı olur ve bu pulslar sürekli bir spektrum oluşturur (Altay ve Çifter, 1996).



Şekil 6. Vialde bulunan örneğe ait sintilasyon mekanizması

4. Çakışma devresi ve toplama devresi çakışma kapısı ile birleştirilir. Pulslar yükselticiyle sayılabilecek seviyelere yükseltirler ve daha sonra analog sayısal dönüştürücüye (ADC) gönderilir (Şekil 7). Elektriksel pulsun genliği burada sayısal değerlere çevrilir ve beta parçacığının enerjisini temsil eden bu sayısal değerler

mukayese edilerek, LSC'deki çok kanallı analizörde (MCA) uygun kanallara yerleştirilirler ve bilgisayar ekranında görüntülenirler (Altay ve Çifter, 1996).



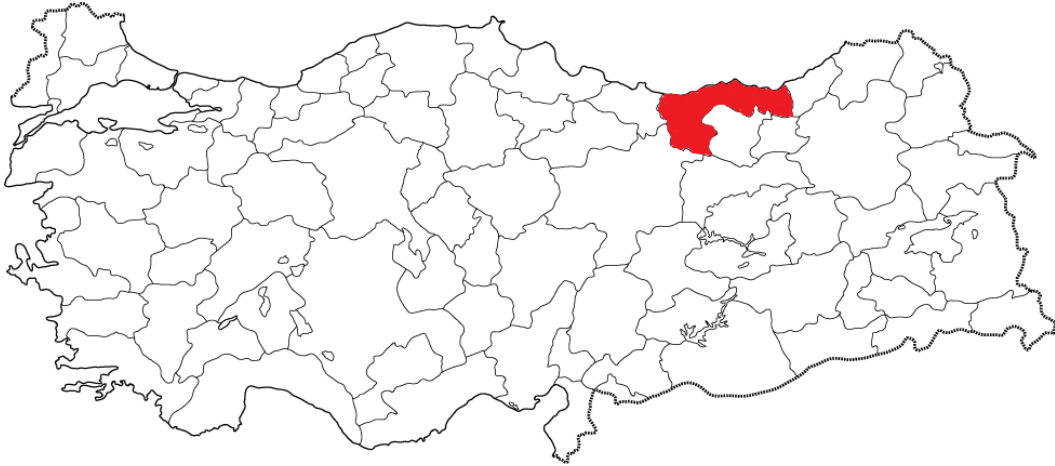
Şekil 7. Çakışma ve toplama devreleri şeması

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Evren ve Örneklem

Bu araştırma ile iki ili temsilen seçilen bir nüfusa ulaşıp idrar numunelerindeki trityumun derişimlerinin hesaplanması hedeflenmiştir. 2013 yılında Yoon S. ve arkadaşlarının yayınından yararlanılarak Giresun ve Trabzon (Ortahisar) il merkezlerinde yaşayan insanları temsilen il bazında örneklem sayısının minimum 102 kişi olması gerektiği belirlenmiştir.

TÜİK'in (Türkiye İstatistik Kurumu) tabakalı küme örnekleme yöntemi kullanılarak ve adres bilgilerine dayanarak Giresun ve Trabzon (Ortahisar)'da ikamet eden 18-65 yaş aralığına sahip Kadın ve Erkeklerin bulunduğu haneler seçilmiş ve seçilen her haneden rastgele bir kişi ile görüşme yapılmıştır. Kişiler bilgilendirilip kendilerinden onamları dâhilinde önceden hazırlanmış olan standart bir anket uygulaması yapılmış ve kişilerden idrar örnekleri alınmıştır. Çalışma alanı olarak belirlenen Trabzon (Ortahisar) ve Giresun illerinin Türkiye'deki yerleri Şekil 8'de (kırmızı renkli), çalışılan iki ille ait bazı demografik bilgiler Tablo 1'de verilmektedir (TÜİK, 2015).



Şekil 8. Çalışma alanı (Trabzon ve Giresun illeri)

Tablo 1. TÜİK 2015 verilerine göre nüfus bilgileri

İL	Genel Nüfus	İl Merkezi Nüfusu	İl Merkezi Erkek Sayısı	İl Merkezi Kadın Sayısı
GİRESUN	426.686	128.779	63.454	65.325
TRABZON	768.417	320.225	159.095	161.130

2.2. Verilerin Toplanması ve İstatistiksel Analizler

İdrar örneği almak için gidilen adreslerde birebir görüşme yapılarak kişilerin özellikleri anket formu yardımıyla toplanmış ve akabinde bu veriler kişinin laboratuvar verileriyle aynı anket üzerinde (kişi tanııtım numaraları çaprazlanarak) eşleştirilmiştir. Tüm veriler toplandıktan sonra bu veriler, birbirinden bağımsız iki kişi tarafından aynı zamanlı elektronik veri tabanına aktarılmıştır. Bu veriler kontrolden sonra SPSS vers. 15 istatistik paket programı vasıtasıyla incelenmiştir. Araştırma sürecinin her safhasında veriler ile kişisel tanııtım bilgileri ayrıştırılarak ve araştırma ekibi haricine saklı olarak işlemiş ve analiz edilmiştir.

Çalışmada örneklem seçimi, adreslerin seçimi, seçilimin ağırlıkları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından belirlenmiş olup her ilde 102 kişiye ulaşılmıştır.

Analizlerde seçim özelliklerine göre kontrol sağlanması amacı ile şehirlere ait prevalans (yaygınlık) hesaplamaları için seçim olasılıklarının tersi olacak şekilde “ağırlıklandırma” yapılmıştır. Ağırlıklar, örnek seçimini yapan TÜİK yetkililerinden alınmış olup, il içinde standarttır. Ağırlık hesaplamalarında kullanılan ve TÜİK tarafından illere göre verilen seçim olasılıkları aşağıdaki şekildedir:

Giresun: 0,00322907 ve Trabzon (Ortahisar): 0,00117014

Tüm analiz sürecinde ağırlıklandırılmış veri kullanılarak istatistik analizler SPSS ver. 15 istatistik paket programında Complex Samples modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İle özel prevalans değerleri verilirken ilişkili %95 güven aralığı değerleri de sunulmuştur.

2.3. Numunelerin Analize Hazırlanması

Araştırmaya katılmaya gönüllü olan katılımcıların idrar örnekleri 50 ml'lik steril numune kapları ile alındı. Alınan örnekler soğuk muhafazalı idrar örnekleri taşıma kapları kullanılarak laboratuvara taşındı. 204 katılımcının idrar kapları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik Araştırma Laboratuvarına getirildi. İdrarlar aşağıdaki süreçlerden geçirilerek sayıma hazırlanmıştır.(Mingote vd., 2006).

- Katılımcılardan alınan idrarın 25 ml'sine 1 gr toz aktif karbon eklendi belirli aralıklarla çalkalanarak 2 saat bekletildi.
- 2 saat bekletilen örnek, whatman 42 filtre kâğıdı vasıtasıyla balon joje içerisine filtre edildi. Balon joje ünitesine yerleştirilerek örnekler destile edildi.
- Destile sonrası örneklerden 10 ml alınarak polipropilen sayım vialine aktarıldı ve üzerine 10 ml Ultima Gold LLT sintilasyon kokteyli eklendi. Kapağı kapatılıp numaralandırılan vialler yaklaşık 20 saniye çalkalandı. Vialler kümülemine sanstan kaynaklanan parıldamaları elimine etmek için ışık almayan bir ortamda en az iki gün bekletildi.

2.4. Deneysel Sistem

Katılımcılardan alınan idrar örneklerinin içerisindeki trityum derişimlerinin belirlenmesi amacıyla Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik Laboratuvarında bulunan sıvı sintilasyon sayacı (Perkin Elmer Tricarb 2910 TR) kullanıldı. Alınan örnekler sıvı sintilasyon sayacında ölçülmeden önce cihazın ölçme işlemine hazır hale gelmesi için bazı işlemler uygulandı.

2.4.1. Sıvı Sintilasyon Sayacının Ölçüme Hazırlanması

LSC cihazıyla birlikte gelen 3 adet sönümsüz standart mevcuttur. Bunlar Karbon-14, Trityum ve Background standartlarıdır. Bu üç standarda ait özellikler Tablo 2'de verilmiştir. LSC cihazının kalibre edilmesi sürecinde bu üç standart LSC cihazı kasetlerinden birine C-14, H-3 ve BKG sırası ile konularak ölçümler yapılır. Cihazın ölçüm sonucunda verdiği kalibrasyon değerlerini incelenerek yapılan kalibrasyonun geçerli olup olmadığına karar verilir.

Tablo 2. Sönümsüz standartların aktivite değerleri

	C-14	H-3	Background
Referans Tarihi	23.04.2009	23.04.2009	23.04.2009
Aktivitesi (μCi)	< 0.1	< 0.2	-
Aktivitesi (dpm)	131700	264300	-

FOM (Figure of Merit) değeri yapılmaya çalışılan kalibrasyon için dikkat edilmesi gereken noktadır. Bu değer cihazın sayım verimini ve background temelinde cihazın duyarlılığının ölçüsüdür. Trityum ve karbon-14 radyoizotopları için bu değerlerin sırasıyla 180 ve 340'ın üzerinde olması gerekmektedir. Yapılan kalibrasyon sonuç raporu Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. LSC cihazında sönümsüz standartlar kalibrasyon sonuç raporu

Calibration Information
Software Version IC:2.12
Software Version EC:3.00
Instrument Model: Tri-Carb 2910TR
Instrument Serial Number: 084531
3H Chi Square: 13.85 Date Processed:3/10/2015 12:54:50 PM
14C Chi Square: 16.78 Date Processed:3/10/2015 12:54:50 PM
3H E ² /B (1-18.6 keV): 393.20 Date Processed:3/10/2015 12:54:50 PM
14C E ² /B (4-156 keV): 683.93 Date Processed:3/10/2015 12:54:50 PM
3H Efficiency (1-18.6keV):61.81 Date Processed: 3/10/2015 12:54:50 PM
14C Efficiency (4-156keV):92.52 Date Processed: 3/10/2015 12:54:50 PM
IPA Background Date Processed:3-10-2015 12:54:80 PM
3H Background CPM (1-18.6keV):9.72 Date Processed:3/10/2015 12:54:50 PM
14C Background CPM (4-156keV): 12.52 Date Processed:3/10/2015 12:54:50PM
3H Calibration DPM: 264300
3H Reference Date: 4/23/2009
14C Calibration DPM: 131700

2.4.2. Validasyon ve Background Örneklerinin Hazırlanması

Sıvı sintilasyon sayacında yapılan ölçümleri kontrol etmek ve dedeksiyon verimini hesaplayabilmek için sertifikalı sıvı trityum standardı kullanılarak yüksek aktiviteli standart (YAS), Laboratuvar standardı (DWS) ve Spike (RWS) standardı hazırlandı (Tablo 4).

Yüksek Aktiviteli Standart (YAS): Radyoaktif referans standart sağlayan, uluslararası izlenebilir organizasyonlardan temin edilen standart çözeltinin kendisidir. Yüksek aktiviteli standart viali hazırlamak için 01.06.2013 tarihli ve aktivitesi $4995 \pm 159,84$ Bq/ml olan sertifikalı referans çözeltiden 0,8 ml alınarak ve 20 ml Ultima Gold LLT sintilatör içeren vialin içerisine konuldu ve 20 saniye hafifçe sallanarak yüksek aktiviteli standart viali hazırlanmıştır.

Ana Stok Çözeltisi: Yüksek Aktiviteli standart çözeltiden (YAS), laboratuvarların kendi ihtiyaçlarını karşılayacak derişimde hazırladıkları H-3 içeriği bilinen standart çözeltidir.

Laboratuvar Standardı (DWS): LSC cihazının verimini hesaplayabilmek amacıyla kullanılan trityum içeriği bilinen çözelti olup kimyasal işleminden geçmeden sadece sayım sürecinde kullanılır.

Spike (RWS): DWS çözeltisinden hazırlanan, örnek hazırlama aşaması ve trityum analiz sürecindeki problemlerin tespiti ve gözlemini sağlamak maksadıyla kullanılan ve H-3 içeriği bilinen çözeltisidir. Bu çözeltide tüm örneklerin geçtiği süreçlerden geçer.

Background Örneği: Sayım aşamasında kullanılan işleme tabi tutulmayan trityum içermediği kabul edilen su örneğidir. Cihazın trityum radyoizotopu için background değerini verir. Araştırmada Zeneer Power marka su arıtma cihazından elde edilen ultra saf su, background örneği olarak kullanıldı.

Tablo 4. Çözeltilerin aktivite değerleri

(A) Sertifikalı Trityum Çözeltisi (YAS)	
Referans tarihi	01.06.2013
Aktivite (Bq/ml)	4995 ± 159,84
(B) Ana Stok Çözeltisi	
A'dan alınan miktar (ml)	5
Hazırlanan B miktarı (ml)	12
Hazırlama tarihi	30.07.2015
Zaman farkı (B-A) (gün)	59
B'nin aktivitesi (Bq/ml)	2062,46±65,99
(C) Laboratuvar Standardı (DWS)	
B'den alınan miktar (ml)	4
Hazırlanan C miktarı (ml)	2000
Hazırlama tarihi	30.07.2015
Zaman farkı (C-B) (gün)	0
C'nin aktivitesi Bq/ml)	4,1249 ± 0,13
(D) Spike (RWS)	
C'den alınan miktar (ml)	200
Hazırlanan D miktarı (ml)	2000
Hazırlama tarihi	30.07.2015
Zaman farkı (D-C) (gün)	0
D'nin aktivitesi (Bq/ml)	0,4125 ± 0,01

2.4.3. Sayım

Hazırlanan standartlar ve toplanan örnekler sıvı sintilasyon sayacında (Perkin Elmer Tricarb 2910 TR) her biri 60 dakika süren 6 tur olmak üzere toplamda 360 dakika saydırıldı.

2.5. Hesaplanan Parametreler

2.5.1. Verim

Dedeksiyon verimi Denklem 2 kullanılarak hesaplanır.

$$\epsilon = \frac{c_{st} - bc}{dpm_{st}} \quad (2)$$

Burada; cihazın verimi (ϵ); Laboratuvar standardının sayım derişiminin ortalama değ erinden (c_{st}), background ö rneğ inin sayım derişiminin ortalamasının (bc) çıkartılarak laboratuvar standardının ölç üm tarihindeki aktivitesine (dpm_{st}) bölünmesi ile bulunur.

2.5.2. Trityum Aktivite Değ eri

Trityum aktivite derişimi Bq/L biriminde Denklem 3 kullanılarak hesaplanır.

$$A = \frac{(d - bc) \cdot 1000}{60 \cdot \epsilon \cdot H} \quad (3)$$

Burada; A trityum aktivite derişimini (Bq/L); d ö rneklerin sayım derişim ortalamasını (cpm); bc background ö rneğ inin sayım derişim ortalamasını (cpm); ϵ cihazın verimini; H ö rneğ in miktarını (mL) ifade eder

2.5.3. Minimum Ölç ülebilir Aktivite Değ eri (MDA)

Ö rneklerin iç erisindeki trityum düzeylerini belirlemeye ilişkin minimum ölç ülebilir aktivite Denklem 4 kullanılarak hesaplanır (Currie, 1968).

$$MDA (Bq/L) = \frac{3,29 \sqrt{\frac{R_b}{t_s} + \frac{R_b}{t_b} + \frac{2,71}{t_s}}}{60 \cdot \epsilon \cdot H} \quad (4)$$

Burada; R_b background örneğinin sayım derişimini (cpm); t_s dakika cinsinden örneklerin sayım süresini; t_b dakika cinsinden background örneğinin sayım süresini; ϵ cihazın verimini; H litre cinsinden örneklerin miktarını ifade eder.

2.5.4. Yıllık Etkin Doz Eşdeğeri (H_{eq})

Trityumun kaynaklı yıllık etkin doz ICRP'nin belirlediğı referans değerler temel alınarak ICRP 78 (ICRP, 1997) tarafından belirlenmiş olan formülü Denklem 5'de gösterilmektedir.

$$H_{eq}(Sv) = 0,73 \times m \times cH_{eq} \times C_u \quad (5)$$

Burada, m vücut ağırlığı değeri (kg), C_u alınan idrar örneklerindeki trityum derişim miktarı (Bq/L), cH_{eq} etkin doz katsayısı ($1,8 \times 10^{-11}$ Sv/Bq) ve 0,73 sabiti ise vücuttaki su kütlesi oranıdır.

3. BULGULAR

Bu çalışmayla Trabzon (Ortahisar) ve Giresun illerinde ikamet eden kişilerden onamları alındıktan sonra temin edilen idrar örneklerindeki trityum derişiminin ölçülmesiyle; bölgede yaşayan insanların vücutlarındaki trityum seviyesinin tespiti ve tespit edilen (minimum/maksimum ve ortalama) seviyelerin çevre özelliklerine göre dağılımı incelenmiştir.

Çalışma kapsamında gidilecek adresler TÜİK tarafından Trabzon (Ortahisar)'da 50 mahalleden, Giresun'da 23 mahalleden rastgele belirlenmiş olup, belirlenen her evden bir kişi araştırmaya dâhil edilmiştir. Kişiler seçilirken tabakalı örneklemeyle dayalı rastgele örneklem oluşturulmuştur.

Araştırmada hazırlanan anket formuyla idrar örneği alınan kişilerin tanımlayıcı bazı bilgileri, hastalık geçmişleri, çevresel maruziyet durumları, trityuma maruz kalma açısından önem taşıyabilecek bazı faktörler ve radyasyon/trityum gibi araştırmaya konu olan kavramlar hakkında sahip oldukları bilgiler konusunda veriler toplanmıştır.

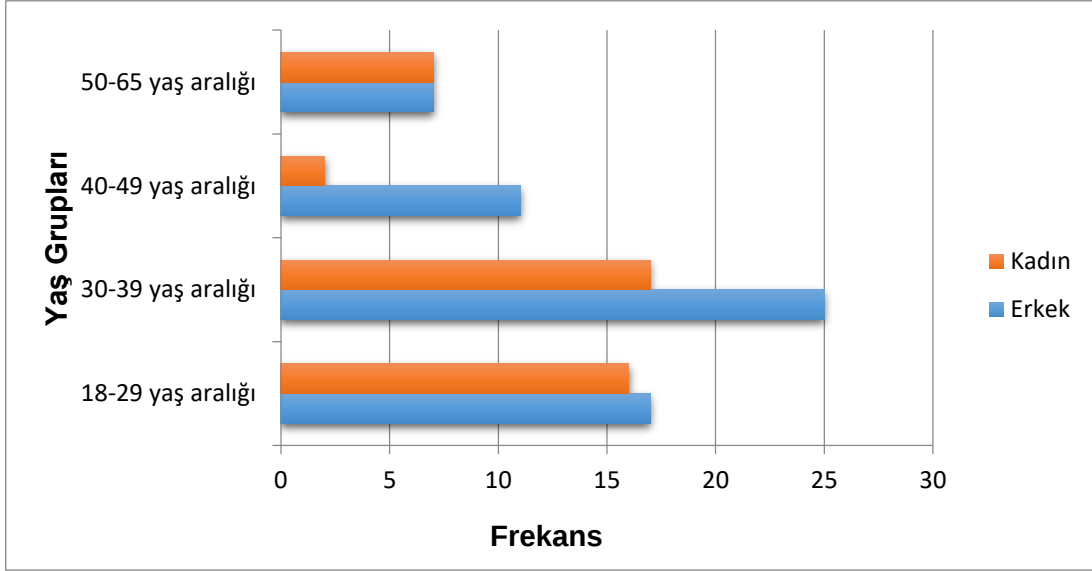
Araştırmada kullanılan anketin ilk kısmında idrar örneği alınan kişilere ait bazı tanımlayıcı özellikler incelenmiş olup, katılımcıların genel özellikleri (n= 204) Tablo 5'te (ağırlıklandırma yapılmadan) sunulmuştur.

Tablo 5. İdrar örneği alınan grubun sosyodemografik ve sağlık ile ilgili bazı özellikleri

Özellik	Sayı	Yüzde
Cinsiyet(n= 204)		
Erkek	99	48,5
Kadın	105	51,5
Kişinin Yaşı (yıl) (n= 204)		
En az-en çok	18-65	
Ortalama±standart sapma	35,03±10,74	
Ortanca, %25, %75	35, 25, 42	
Çalışmaya Katıldığı ilde Yaşanılan Süre (yıl)		
En az-en çok	1-65	
Ortalama±standart sapma	25,55±14,19	
Ortanca, %25, %75	25, 17, 35	
Öğrenim Durumu (n= 204)		
Okuryazar değil	4	2
Okuryazar	2	1
İlkokul mezunu	21	10,3
Ortaokul/İlköğretim mezunu	11	5,4
Lise/Dengi Okul mezunu	59	28,9
Yüksekokul/Üniversite mezunu	97	47,5
Yüksek lisans/Doktora mezunu	9	4,9

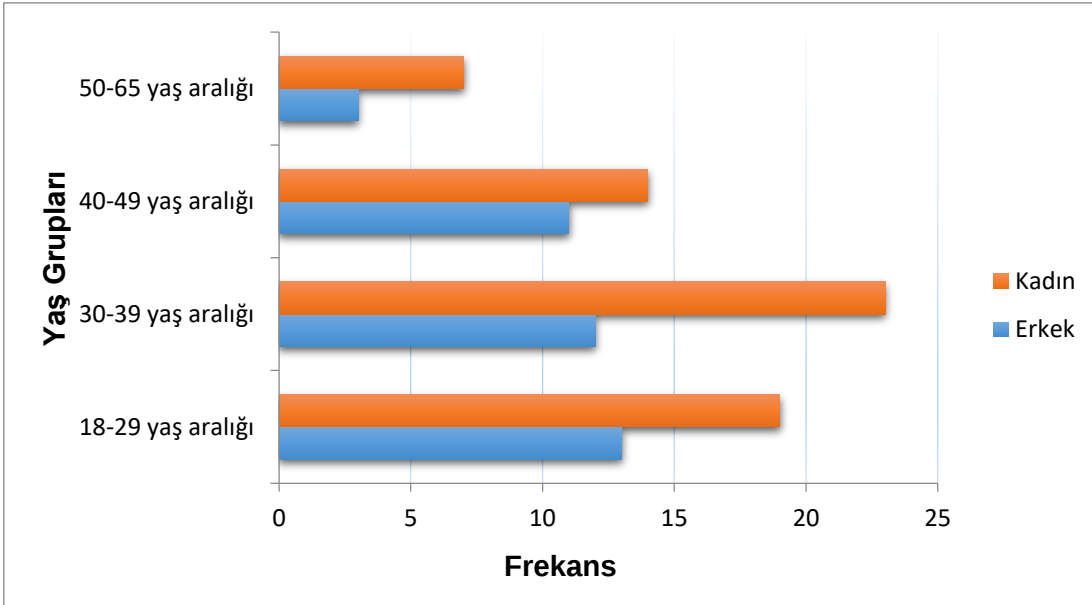
Bu araştırmada idrar örneği alınanların yaş aralığı 18 ila 65 arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 35,03'tür. Topluluğun %48,5'si Erkek, %51,5'i Kadındır.

Trabzon (Ortahisar)'da araştırmaya katılan 102 kişiden % 58,80'i Erkek (60 kişi), % 41,20'si ise Kadındır (42 kişi). Trabzon (Ortahisar)'da çalışmaya katılanlar 18-65 yaş aralığında olup, yaşlarının ortalaması 34,83 olarak bulunmuştur. Katılımcılar yaş aralıklarına göre 4 gruba (18-29, 30-39, 40-49, 50-65) bölündüğünde yaş grupları ve cinsiyete bağlı dağılım grafiği Şekil 9'de ki gibi olmaktadır.



Şekil 9. Trabzon ili katılımcıların yaş gruplarına ve cinsiyete göre dağılımı

Giresun'da idrar örneği alınan 102 katılımcının %38,20'si Erkek (39 kişi), %61,80'i Kadındır (63 kişi). Giresun'da çalışmaya katılanlar 18-62 yaş aralığında olup yaşlarının ortalaması 35,24 olarak bulunmuştur. Katılımcılar yaş aralıklarına göre 4 gruba (18-29, 30-39, 40-49, 50-65) bölündüğünde yaş grupları ve cinsiyete bağlı dağılım grafiği Şekil 10'daki gibi olmaktadır.



Şekil 10. Giresun ili katılımcıların yaş gruplarına ve cinsiyete göre dağılımı

Çalışma yapılan Trabzon (Ortahisar)ve Giresun illerindeki nüfustan bağımsız olarak her ilden 102 kişi araştırmaya dâhil olmuştur. Bu illerde idrar örneği veren kişilerin ilede yaşadığı süreye bakıldığında 1yıl ile 65 yıl arasında oldukça geniş bir dağılıma sahip olduğu saptanmıştır. İdrar örneği verenlerin araştırma bölgesinde geçirdiği ortalama yaşam süresi 25,55 yıl olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların öğrenim durumları irdelendiğinde, katılımcıların üçte ikisinden fazlasının ortaöğretim seviyesinin üstünde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Çalışılan illerde idrar örneği verenlerin meslek grubu bazlı dağılımları Tablo 6'da verilmiştir. Katılımcıların %18,6'sının ev hanımı olduğu, %10,7'sinin ise üniversite öğrencisi olduğu, dört kişinin ise emekli olduğu belirtilmiştir. Emekli olduğunu dile getirenlerin emeklilik öncesi mesleği konusunda bilgi edinilememiştir. Bu veriler ışığında grubun mesleki bazlı dağılımı ISCO 08'e göre gruplandırıldığında, katılımcıların yarısının profesyonel bir mesleği olduğu (hizmet ve satış elemanı, büro hizmetinde çalışanı vb.) ortaya çıkmıştır.

Tablo 6. İdrar örneği alınan kişilerin meslek gruplarının ISCO 08'e göre dağılımı

Meslek Grupları	Sayı	Yüzde
Profesyonel Meslek Mensupları	9	48,5
Hizmet ve Satış Elemanları	7	3,4
Büro Hizmetlerinde Çalışan Elemanlar	5	2,4
Nitelik Gerektirmeyen Meslekler	19	9,3
Teknisyenler, Teknikerler ve Yardımcı Profesyonel Meslek Mensupları	8	3,9
Sanatkârlar ve İlgili İşlerde Çalışanlar	2	0,9
Ev Hanımı*	38	18,6
Öğrenci*	22	10,7
Emekli*	4	1,9
Toplam	204	100,0

*Meslek grubu tanımlanmayan katılımcılar

İnsanların icra ettikleri işin yanında içtikleri, kullandıkları suyun, tükettikleri meyve/sebzenin, açık havada veya yüksek rakımda geçirdikleri süre maruz kalacakları trityum miktarını değiştirebilir.

Bu çalışmada kullanılan ankette kişisel verilerin yanında katılımcıların içtikleri, kullandıkları suyun miktarı ve çeşidi; açık havada geçirdikleri vakit miktarı ve yaşamlarının ne kadarını yüksek rakımlı yerlerde geçirdikleri; tanı veya tedavi amaçlı yaptırdıkları tahlillerde radyasyon alma sıklıkları, varsa kronik hastalıkları ve ilaç veya destek amaçlı bitkisel ürün kullanıp kullanmadıkları tespiti içinde bazı sorular sorulmuştur.

Katılımcıların beyanları esas alınarak tükettikleri günlük su miktarlarına bakıldığında su tüketimleri günlük 1 litre ile 2,5 litre arasında değişmektedir. Bunun ortalaması alındığında katılımcı grup için su içme miktarı günlük 2,14 litre olarak hesaplanmıştır.(Tablo 7). Katılımcıların %51,5'i tek bir kaynaktan suyu elde ediyor olduğunu ifade etse de farklı kaynaklardan su teminin de oldukça yaygın olduğu görülmüştür. Beyanlar esas alındığında en sık musluk suyu (% 65,7) kullanılmakta olup bunu şişe suyu (% 38,7) ve damacana suyu (% 28,9) kullanımı takip etmektedir. Katılımcılar arasında kuyu suyu kullanımına dair bir veri saptanmamıştır.

Katılımcıların arasında hiç açık havaya çıkmadığını söyleyenler mevcut olduğu gibi, günün 15 saatini açık havada geçirenlerde mevcuttur. Bunun ortalaması alındığında günlük açık havada kalma süresi 5,3 saat olarak hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Katılımcıların trityum maruziyetini değiştirebilecek bazı çevresel risk faktörleri

İncelenen Değişken	Değer
Beyana Göre Günlük Ortalama Su Tüketimi (L) (n= 204)	1-2,5
En az-en çok, Ortanca; %25; %75	2; 1; 2,5
Ortalama ± standart sapma	2,14±1,84
Kaç farklı su kaynağı kullanılıyor (n= 204)	
Tek	105 (%51,5)
İki	62 (%30,4)
Üç	28 (%13,7)
Dört ve daha fazla	9 (%4,5)
Kuyu Suyu Kullanımı (n= 204)	0 (%0)
Damacana Suyu Kullanımı (n= 204)	59 (%28,9)
Musluk Suyu Kullanımı (n= 204)	134 (%65,7)
Şişe Suyu Kullanımı (n= 204)	79 (%38,7)
Günlük Açık Havada Geçirilen Süre (saat) (n= 204)	0-15
Ortalama±standart sapma	5,3±3,8
Yıl Boyu Yüksek Rakımlı Yerde Yaşanılan Süre (gün) (n= 204)	0-300
Ortalama±standart sapma	7,8±19,6
Yıl Boyu Uçak ile Yolculuk Sayısı (n= 204)	0-30
Ortalama±standart sapma	3±4,62
Yaşam Boyu Çektirilen Akciğer Grafisi sayısı (n= 204)	0-100
Ortalama±standart sapma	52,2±10,9
Yaşam Boyu Çektirilen Diş Filmi sayısı (n= 204)	0-30
Ortalama±standart sapma	3,9±21,5
Yaşam Boyu Çektirilen Kemik Grafisi sayısı (n= 204)	0-30
Ortalama±standart sapma	3,9±3,6
Yaşam Boyu Çektirilen Karın Grafisi sayısı(n= 204)	0-15
Ortalama±standart sapma	0,3±1,3
Yaşam Boyu Çektirilen Anjiyo sayısı(n= 204)	0-2
Ortalama±standart sapma	0,03±0,21
Yaşam Boyu Çektirilen Tomografi sayısı(n= 204)	
En az-en çok	0-5
Ortalama±standart sapma	0,36±0,9
Yaşam Boyu Çektirilen Mammografi sayısı(n= 204)	0-3
Ortalama±standart sapma	0,6±0,34

Katılımcıların herhangi bir kronik hastalığa sahipliği irdelendiğinde, %21,5 oranında kronik rahatsızlıklara sahip oldukları, bu kişilerinde %3,3'ünün birden fazla

kronik hastalığa sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). Ayrıca düzenli ilaç kullananların oranı %16,6, herhangi bir vitamin/bitkisel ürün kullananların oranı da %3,4 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 8. Katılımcıların kronik hastalık veya ilaç/bitkisel ürün kullanım durumları

Özellik	Sayı	Yüzde
Kronik Hastalığı Olma (n= 204)		
Yok	160	78,4
Var	44	21,5
Bir hastalık	37	18,1
İki hastalık	3	1,4
Üç hastalık	3	1,4
Dört hastalık	1	0,5
Halen Düzenli İlaç Kullanımı (n= 204)		
Yok	170	83,3
Var	34	16,6
Bir ilaç	18	8,8
İki ilaç	10	4,9
Üç veya daha fazla ilaç	6	2,9
Halen Düzenli Vitamin/Bitkisel Ürün Kullanımı		
Yok	197	96,5
Var	7	3,4
Bir	5	2,4
İki	2	0,9
Üç veya daha fazla	0	0

Kullanılan anketin III. Bölümünde katılımcıların radyasyon, nükleer santral ve trityum kelimelerini duymuş olma oranları ve konu hakkındaki bildiklerinin ortaya konulabilmesi amacıyla açık ve kapalı uçlu sorular sorulmuştur. Kelimeleri bilme durumlarında iki şehir için bazı farklılıklar gözlenmiştir. Çalışma grubu geneli için (n= 204) ağırlıksız analizlerde elde edilen yüzde dağılımları Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. İdrar örneği alınan kişilerde trityum, radyasyon ve nükleer santral gibi kavramları duyma durumunun dağılımı

	Prevalans (%95 Güven Aralığı)			
	Trityum Kelimesini Duyan	Radyasyon Kelimesini Duyan	Nükleer Santral Kelimesini Duyan	Nükleer Santralin Ne İşe Yaradığını Bildiğini Belirten
Giresun	%17,6 (%11,4-%26,4)	%80,4 (%71,5-87,0)	%89,2 (%81,5-94,0)	%67,6 (%57,9-%76,0)
Trabzon	%17,6 (%11,4-%26,4)	%95,1 (%88,7-98,0)	%90,2 (%82,7-94,7)	%70,6 (%61,0-78,7)

¹ İller için tahmin edilen prevalans değeri ve %95 güven aralığı verilmiştir.

İllere ait temsili örneklem için elde edilen tahmini prevalans değerleri dikkate alındığında, ilgili illerdeki “nükleer santral” kelimesini duyma yaygınlığı Giresun ili için %89,2 ve Trabzon (Ortahisar) ili için %90,2 , “radyasyon” kelimesini duyma yaygınlığı ise Giresun ili için %80,4 ve Trabzon (Ortahisar) ili için %95,1, “trityum” kelimesinde ise bu oran iki ilde de %17,6 olarak dağılım göstermektedir. Sorular da kişilerin beyanı esas olarak alınmış olup, sorular “...kelimesini duydunuz mu?” biçiminde ve kapalı uçlu sorulmuştur. Bu soruda neyi bildiği veya katılımcının doğruluk durumunun saptanması amaçlanmamıştır.

“Nükleer santraller ne işe yarar?” sorusuna ilişkin katılımcıların beyanları değerlendirdiğinde Giresun (%67,6) ve Trabzon(Ortahisar) (%70,6) illerinde yaygınlık saptanmıştır. Benzer biçimde, ilgili illerin tamamında nükleer santral kelimesini duyulması ile “Nükleer santraller ne işe yarar?” sorusuna cevap verme arasında anlamlı farklılıklar vardır. Açık uçlu sorular vasıtasıyla kişilerin kavramlar hakkındaki bilgileri detaylandırılmıştır.

İdrar örneği alınan katılımcıların %65’i “Radyasyon” kelimesini bir şekilde tanımlamıştır. En sık olarak "zararlı ışınlar” olarak tanımlanmış olup (%27,7), katılımcıların yarıdan fazlası (%71,3) radyasyon için, “zararlı” veya “ışın” tanımını kullanmıştır. Katılımcı grubun içinde %0,5 katılımcı radyasyonu, “faydalı” ışınlar olarak dile getirmiştir. Katılımcıların %23,2’si radyasyon ile “kansere” kavramlarını ilişkilendirilmiş, “kansere neden olan, kanserle sonuçlanan” bir durum olarak belirtmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. İdrar örneği alınanların “Radyasyon” kelimesini tanımlamak için kullandıkları ifadelerin yüzdelik dağılımı

“Radyasyon Nedir?” Sorusuna Verilen Cevaplar	Sayı	Yüzde
Genel özellikleri açısından zararlıdır	41	22,6
Zararlı ışınlar	50	27,7
Işın	37	20,5
Faydalı özellikleri olabilen ışınlar	1	0,5
Kanserle ilişkilendirenler	42	23,2
Diğer: manyetik alan, silah yapımı, sanayide kullanılır vb.	10	5,5
Toplam	181	100,0

Katılımcıların %69’u yani 141 kişi “nükleer santral” için tanım yapmış olup, bu tanımlarda “enerji üretir” cümlesi %19,1 oranında, “elektrik üretir” ise %38,3(54 kişi) oranındadır. Sekiz katılımcı ise nükleer santraller için, genel özellikleri bakımından “zararlı” tanımını kullanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. İdrar örneği alınanların “Nükleer Santral” için kullandıkları tanımların yüzdelik dağılımı

“Nükleer Santral Nedir?” Sorusuna Verilen Cevaplar	Sayı	Yüzde
Elektrik enerjisi üretir	54	38,3
Enerji üretir	27	19,1
Atomdan/radyoaktif enerji üretir	32	22,7
Genel özellikleri açısından zararlıdır	8	5,7
Genel özellikleri açısından yararlıdır	4	2,8
Silah ile ilişkilidir	15	10,7
Yorum yapmak istememiş	1	0,7
Toplam	141	100,0

Çalışma grubundan (n= 204) %13,7’si (28 kişi) “Tritiyum nedir?” sorusunu cevaplamış olup; en sık verilen cevaplar %60,7 ile radyoaktif bir element olduğu ve %21,4 ile element olduğudur (Tablo 12).

Tablo 12. Katılımcıların “Trityum” için kullandıkları tanımların yüzdelik dağılımı

“Trityum Nedir?” Sorusuna Verilen Cevaplar	Sayı	Yüzde
Element	6	21,4
Zararlı bir madde	2	7,2
Hidrojen izotopu, hidrojenle ilgili	2	7,2
Duymuş hatırlamıyor	1	3,5
Radyoaktif bir madde	17	60,7
Toplam	28	100,0

3.1. İdrarda Trityum Aktivite Değerleri

Araştırmaya katılan ö61010 kodlu katılımcının idrar örneğinin sıvı sintilasyon sayacında analiz edilmesi sonucunda elde edilen rapor örneği Şekil 11’de gösterilmektedir.

Assay Description:
Tubitak proje olcumleri
Assay Type: DPM (Single)
Report Name: Report1
Output Data Path: C:\Packard\Tricarb\Results\Default\Tubitakproje-1\20160303_1456
Raw Results Path: C:\Packard\Tricarb\Results\Default\Tubitakproje-1\20160303_1456\20160303_1456.results
RTF File Name: C:\Packard\Tricarb\Results\Default\Tubitakproje-1\20160303_1456\Tubitakolcum-1.rtf
Assay File Name: C:\Packard\TriCarb\Assays\Tubitakproje-1.lsa

Additional Data Files Generated with this Protocol:
Report1
[RTF] Tubitakolcum-1.rtf

Count Conditions

Nuclide: h3qmart-
Quench Indicator: tSIE/AEC
External Std Terminator (sec): 0.5 2s%
Pre-Count Delay (min): 0.00
Quench Set:
Low Energy: h3qmart
Count Time (min): 60.00
Count Mode: Normal
Assay Count Cycles: 1 Repeat Sample Count: 6
#Vials/Sample: 1 Calculate % Reference: Off

Cycle 1 Results

S#	Count Time	CPMA	DPM1	SIS	tSIE MESSAGES
1	60	5.28	19.78	714.60	248.69
1	60	6.83	24.49	752.65	261.24
1	60	6.75	23.52	760.90	269.88
1	60	7.49	25.75	763.64	274.36
1	60	6.75	23.22	810.55	273.95
1	60	6.80	23.30	773.55	275.33
ö61010		6.65	23.34	762.65	267.24

Şekil 11. Sıvı sintilasyon sayacı örnek raporu

Hazırlanan DWS ve background standartlarının LSC cihazında ölçülmesi sonucu elde edilen değerlere göre verim değeri %26, minimum ölçülebilir aktivite (MDA) değeri ise 2,59 Bq/L olarak hesaplandı.

204 gönüllüyle yapılan bu araştırmada 44 örneğin trityum aktivite değeri trityum MDA değerinin altında kalmış olup kalan 160 katılımcının idrar örneklerinde aktivite değeri belirlenmiştir. Giresun ve Trabzon (Ortahisar)'da rastgele seçilen 102 kişinin idrar örneklerinde trityum değerleri için belirlenen ortalama değerler Giresun için 14,35 Bq/L; Trabzon (Ortahisar) için 14,18 Bq/L'dir (Tablo 13).

Tablo 13. Trityum aktivite değerlerinin il bazlı dağılımı

Çalışılan Özellik	İllere Göre Belirlenen Değerler		
	Giresun	Trabzon	Grup Geneli
Ulaşılan kişi (n)	102	102	204
Aktivitesi ölçülebilen örnek sayısı n (%)	81 (%79,4)	79 (%77)	160 (%73,9)
MDA altı değer (n)	21	23	44
Trityum Aktivite Değeri ⁽¹⁾			
Ortalama	14,35	14,18	12,30
Std. sapma	1,05	1,02	8,72
Aktivite Hatası			
Ortalama	2,17	2,36	2,20
Std. sapma	0,05	0,08	0,62
Desen etkisi	2,581	1,322	

¹Yapılan hesaplamalar örneklem seçimlerine göre ağırlıklandırılmıştır ve her il için tahmin edilen ortalama değerleri ve standart hataları verilmiştir. Son sütunda verilen değerler 204 katılımcının ağırlıklandırılmamış değerlerini vermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dizman (2015) tarafından Rize ilinde yaşayan 100 gönüllüden alınan idrar örneklerinde trityum düzeyleri mevsimsel olarak incelenmiş olup sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde ortalama trityum aktivite derişimleri $8,45 \pm 1,98$ Bq/L ve $4,66 \pm 1,94$ Bq/L olarak bulunmuştur. İdrarda trityum ölçümü kolay ve etkili bir ölçüt olmasının yanında kabul edilebilirlik düzeyi yüksektir. Trityum vücut içerisine girdiğinde hücrenin iç ve dışı dokularına hızla ulaşabilmektedir. Bunun nedeni hidrojenin yerine geçmesidir. Vücut içerisinde trityumun tutuluşu, vücut suyunu takip etmesinden ileri gelir. Bu yüzden idrarda bulunan trityum derişim değeri ile vücuttaki trityum derişim değerinin hemen hemen aynı olması beklenir.

Çalışılan illerdeki katılımcıların yaşamları sürerken yapılan ölçümlere ait başlangıç referans değerlerinin tespiti önemlidir. Bu illere yakın yerlerde olabilecek herhangi bir nükleer sızıntı/kaza sonucu kişilerin alacağı doz ile kaza öncesi değerlerin oranının arasındaki farkın tespiti kaza sonrası hazırlık sürecinde önemli bir veridir.

4.1 Trityum Ölçümleri

Türkiye İstatistik Kurumu araştırmaya katılacak kişileri rastgele ve ili temsil edecek sayıda seçmiştir. 204 gönüllü ile yapılan çalışmada katılımcıların 99'u Erkek (% 48,5) 105'i Kadındır (% 51,5). Hazırlanan DWS ve background standartlarının sıvı sintilasyon cihazında ölçülmesi sonucu bulunan değerler kullanılarak verim değeri %26, MDA değeri ise 2,59 Bq/L olarak hesaplandı.

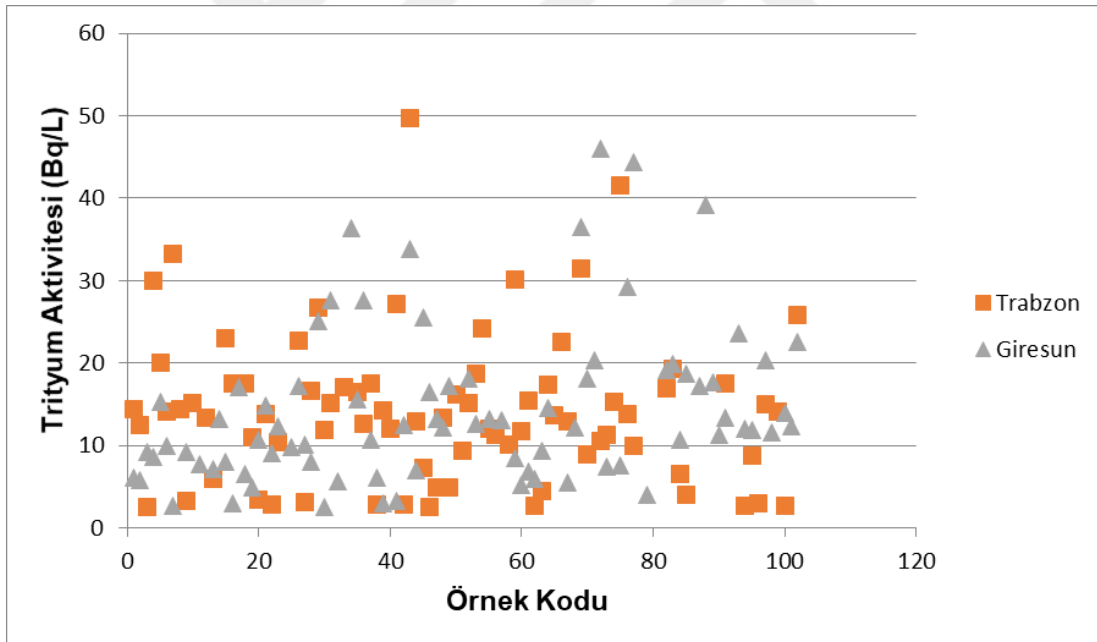
Trabzon (Ortahisar) ve Giresun illerinde alınan idrar örneklerinden 44 tanesi MDA'nın altında bulunmuştur. İlgili illerdeki katılımcıların cinsiyet ve trityum aktivite derişim ortalama değerleri il bazlı olarak Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Trityum aktivite değerlerinin (Bq/L) cinsiyete göre değişimi ve ortalama değerleri

İller	Kadın	Erkek	Ortalama
Giresun	$14,82 \pm 2,28$	$13,63 \pm 2,06$	$14,35 \pm 2,17$
Trabzon	$13,45 \pm 2,24$	$14,64 \pm 2,48$	$14,19 \pm 2,36$

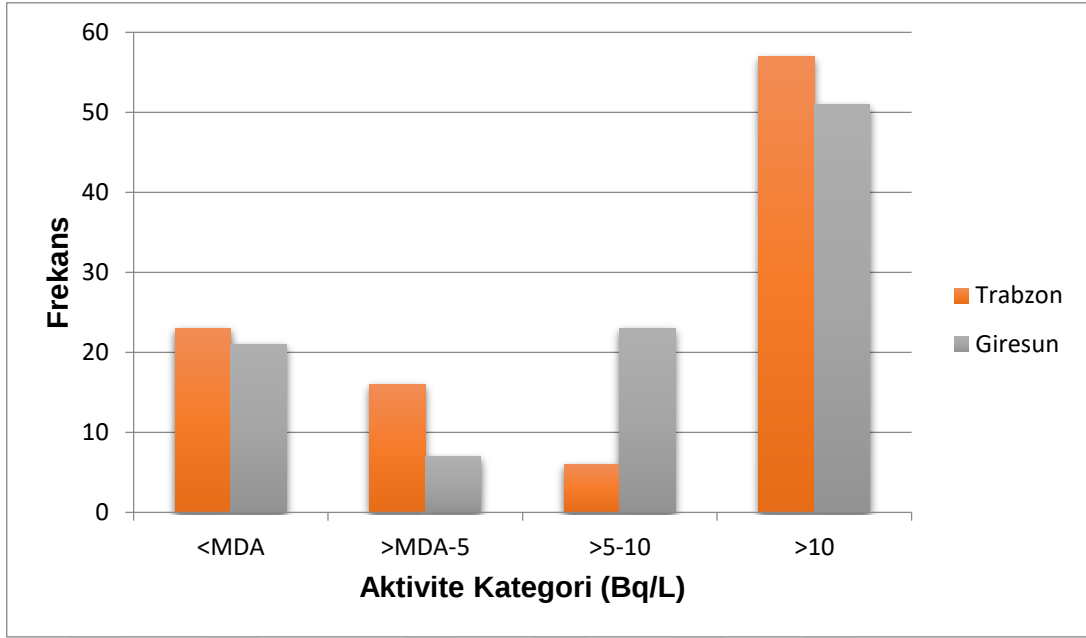
Trabzon (Ortahisar) ilinde ortalama trityum aktivitesi $14,19 \pm 2,36$ Bq/L hesaplanırken Kadın katılımcılarda bu rakam $13,45 \pm 2,24$ Bq/L, Erkek katılımcılarda ise $14,64 \pm 2,48$ Bq/L olarak hesaplanmıştır. Trabzon (Ortahisar) ilinde maksimum trityum aktivite değeri 49,65 Bq/L ve minimum trityum aktivite değeri 2,6 Bq/L olarak hesaplanmıştır. Giresun ilinde ortalama trityum aktivitesi $14,35 \pm 2,17$ Bq/L iken Kadın katılımcılarda bu rakam $14,82 \pm 2,28$ Bq/L, Erkek katılımcılarda ise $13,63 \pm 2,06$ Bq/L olarak hesaplanmıştır. Giresun ilinde maksimum trityum aktivite değeri 45,96 Bq/L ve minimum trityum aktivite değeri 2,62 Bq/L olarak hesaplanmıştır.

Giresun, Trabzon (Ortahisar) illerinde yaşayan katılımcılardan alınan idrar örneklerinin, trityum aktivite düzeylerinin örnek koduna göre değişimi Şekil 12’de verilmiştir. Şekil 12’ye göre, idrar örneklerinin trityum aktivite derişim değerlerinin homojen olarak dağıldığı söylenebilir.



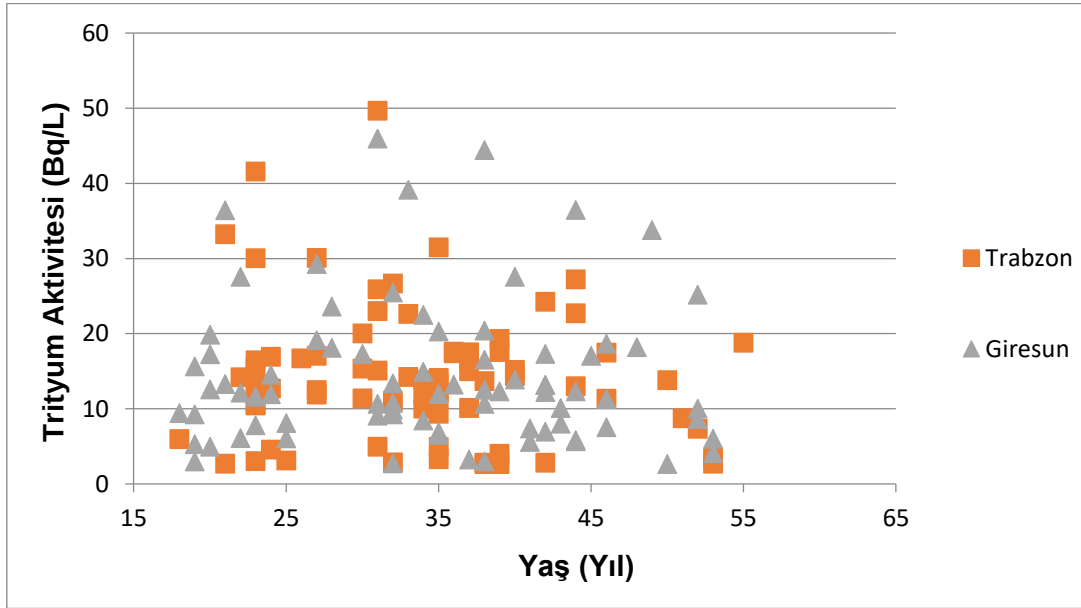
Şekil 12. İdrar örnekleri trityum aktivitelerinin örnek koduna göre dağılımı

Araştırma yapılan illere ait trityum aktivite derişim değerlerinin MDA’nın altındakiler, MDA üzeri ve 5 Bq/L aralığındakiler, 5-10 Bq/L aralığındakiler ve son olarak da 10 Bq/L ve üzerindeki değerlere sahip kategorik olarak derişim frekansı Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Tritiyum aktivite derişimlerinin kategorik olarak dağılımı

İdrar örneği alınan katılımcılar 18-65 yaş aralığında olup yaş ortalamaları 35,03'tür. Katılımcıların yaşa bağlı tritiyum aktivite dağılımları Şekil 14'te gösterilmektedir.



Şekil 14. Tritiyum aktivitelerinin yaş bazlı dağılımı

İnsan vücuduna giren trityumun içme sularının dışında yiyecek ve diğer kaynaklardan alındığına dair 1993 yılında Japonya’da yapılan bir araştırmada, trityum alımının % 52’sinin içme suyu, % 39’unun yiyecek ve % 9’unun da hava yoluyla alındığı ortaya konulmuştur (Okada and Momoshima, 1993).

Trabzon (Ortahisar) ve Giresun illerinden rastgele seçim yöntemiyle 204 kişiden alınan idrarlarda belirlenen ortalama trityum değerleri Giresun için 14,35 Bq/L, Trabzon (Ortahisar) için 4,18 Bq/L olarak hesaplanmıştır. Farklı ülkelerde idrar kullanılarak yapılmış olan trityum düzeyinin belirlendiği çalışmalar ile bu çalışmanın sonuçları Tablo 15’te verilmiştir. Giresun ve Trabzon (Ortahisar) illerinde yaşayan insanların idrar örneklerinin ortalama trityum derişimi İtalya’da yapılan araştırmadaki ortalama trityum derişiminden düşük olmakla birlikte Finlandiya, Kore ve Çin’deki idrar örneklerindeki ortalama trityum derişiminden daha yüksektir. Tablo 15’te görüldüğü üzere, trityum derişiminin ülkeler arasında farklılaşmasının nedeni farklı ekosistemlerde çevresel trityum derişiminin değişkenliğiyle ve davranışıyla açıklanabilir. Bunun yanında komşu il olan Rize’ye göre trityum seviyesinin yaklaşık iki katı olduğu görülmektedir.

Tablo 15. Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırma

Ülkeler(İl)	İdrarda Trityum Derişimi (Bq/L)	Referans
İtalya	28,86	Belloni et al., 1983
Finlandiya	2,55	Puhakainenand Heikkinen, 2008
Kore	2,80	Yoon et al., 2013
Çin	3,53	Shen et al. 2015
Türkiye (Rize)	8,09	Dizman et al., 2015
Türkiye (Giresun)	14,35	Bu Çalışma
Türkiye (Trabzon)	14,18	Bu Çalışma

Türkiye’de radyasyon konusunda özel bir maruziyet bulunmadığı bu dönemde elde edilen değerler, muhtemel olası radyasyon yayılımına sebep olacak saldırı/afet/patlama vb. durumda bölge halkının riskini belirlemede temel değer olarak kullanılabilecektir.

Bununla beraber toplanan verilerin katılımcıların verdikleri beyanlara bağımlı olması nedeniyle kişisel taraf tutmanın bir kenara bırakılamayacağına dikkat edilmelidir. Bunun yanında katılımcıların idrarlarında bulunan trityum değerlerinin sadece çevresel maruziyete değil, kişisel özelliklere de bağılı olabileceği unutulmamalıdır. Katılımcıların fizyolojik özellikleri, sağlık durumu, kullandığı ilaçlar ve birçok farklı faktörün tamamının bu çalışmada incelenmediği de bilinmelidir.

Çalışmada kullanılan anket ile yine katılımcıların beyanlarına bağımlı olarak toplanan verilerle ortalama günlük su tüketimi, hava yolu ile yapılan yolculuk sayısı, katılımcının yüksek rakımlı yerde geçirdiği gün sayısı, ilaç kullanıp kullanmama durumu gibi veriler içinde bilgi toplamaya bağılı bir taraf tutma kaçınılmazdır. Katılımcının yaşamı boyunca çekildiği medikal film sayısı gibi bilgilerin katılımcılar tarafından net olarak hatırlanamayabileceği açıktır ki bu da hata payını artırmaktadır.

Belirtilen bütün hata veya eksikliklere rağmen bu araştırma, Trabzon ve Giresun illerinde yaşayan insanların idrarında trityum düzeylerini ölçmek açısından özgün değerinin ortaya koymanın yanı sıra; ölçümlerin tek bir laboratuvarda yapılmış olması; idrarın toplanması, muhafaza edilmesi, taşınması vb. özelliklerin standardize edilmesi; katılımcı verilerinin hazırlanmış standart bir anket formu ile toplanmış olması; analizlerin il bazında prevalans verebilmek üzere analiz edilmiş olması araştırmanın güçlü yanlarındandır.

Araştırmada yapılan iller arasında trityum ortalama değerleri arasında anlamlı farklar saptanmamış olup, Trabzon (Ortahisar)'da kısmen daha düşük bulunmuştur. Bu farklılık araştırmamızda incelenmemiştir.

4.2. Yıllık Etkin Doz Oranları

Ölçüm sonuçları temelinde yıllık etkin doz oranları hesaplanarak Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Trabzon ve Giresun ilinde idrar örneği veren Erkek ve Kadınlar için il bazlı ortalama yıllık etkin doz oranları

İller	Yıllık Etkin Doz Oranı (nSv)	
	Kadın	Erkek
Giresun	11,68	13,07
Trabzon	10,60	14,04

Çalışmanın yapıldığı bölgede yaşayan gönüllü Erkekler için yıllık etkin doz oranları Trabzon-Ortahisar için 14,04 nSv, Giresun için 13,07 nSv olarak bulunmuştur. Giresun ili Kadın gönüllülerin yıllık ortalama etkin doz oranı (11,68nSv) , Trabzon ili ortalamasından (10,60nSv) yüksek olmakla beraber trityumun vücutta müsaade edilen yıllık etkin doz oranından (40000 nSv) oldukça düşüktür (ICRP, 1994). Cinsiyet bazlı bakıldığında yıllık etkin doz oranlarının müsaade edilen limitlere göre çok düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmaya katılmış olan Erkek ve Kadın gönüllüler bakımından trityum açısından risk olmadığı kanaatine varılabilir.

5. ÖNERİLER

Bu araştırma Trabzon ve Giresun illerinde yaşayan 204 kişinin katılımıyla gerçekleştirildi. Çalışma esnasında idrar örnekleri alınan kişilerden önceden hazırlanmış anketteki sorulara da cevap vermesi istenmiştir. Alınan idrar örneklerindeki trityum derişimine bakıldığında iki il arasında çok fark olmadığı bulunmuştur. Bu çalışma için katılımcılardan tek bir kere idrar örneği alınmış olup ortaya konan sonuçlar idrar örneğinin alındığı andaki ortalama derişim değerlerini göstermektedir. Katılımcılardan farklı zaman dilimlerinde özellikle farklı mevsimlerde alınacak idrar örnekleri ile trityum derişimlerinin bulunacağı bir çalışma yapılabilir.

Bununla beraber yapılan anketle elde edilen verilerden katılımcıların meslek gruplarına göre dağılımı (Tablo 6) yapılmıştır. Bu soruya verilen emekli, ev hanımı ve şu an işsizim gibi cevaplar için emekli veya işsizlerin daha önceki süreçlerde yaptıkları işler hakkında bilgi edinebilmesi için anket sorularına yeni sorular eklenebilir.

Yaptığımız çalışmada kişinin bilgileri örnek alındıktan sonra gizlenmiş kişilere bir kod verilmiştir. Örneklemin kime ait olduğu araştırmacı tarafından bilinmemektedir. Çalışma sonucunda alınan idrar örneklerindeki aktivite değerlerinin verilen örnek koduna göre dağılımına (Şekil 12) bakıldığında Ö61043; Ö61075; Ö28072; Ö28077 kodlu örneklerin diğer örneklere göre daha fazla trityum derişimine sahip oldukları görülmektedir. Bu örnek koda sahip insanların bu neden ile ilgili ek çalışmalar yapılabilir. Bunun yapılabilmesi içinde kişilere tekrardan ulaşılması gerekmektedir. Çalışmanın güvenilirliğini de etkilemeden bu gibi kişilerden tekrar idrar örneği alınabilmesi veya yeni bilgiler edinilebilmesi için kişilere tekrar ulaşılabilmesini sağlamanın çalışma için fayda sağlayacağı aşikârdır.

KAYNAKLAR

- Altay, T. and Çifter, C. (1996). Tritiyum Laboratuvarı El Kitabı. T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, yayın no: İZ-903, ISBN: 83 sayfa.
- Belloni, P., Clemente, G. F., Di Pietro, S. and Ingrao, G. (1983). Tritium levels in blood and urine samples of the members of the Italian general population and some exposed subject. *Radiat Prot Dosimetry*, 4(2), 109-113.
- Chebotina, M. Y. and Nikolin, O. A. (2012). The current tritium concentrations in human urine in the area of nuclear fuel cycle facilities. *Dokl Biol Sci*, 447, 390-391.
- Dizman, S. (2015). İdrar Örneklerinde Tritiyum Seviyesinin Belirlenmesi ve Bazı Biyokimyasal Parametrelerle İlişkisi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Doktora Tezi, 122 Sayfa
- Dizman, S. , Yılmaz, A., Keser, R. (2015). Determination of tritium concentrations in humans before the development of a nuclear power plant in Turkey. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 51(3), 478-484. Doi: doi.org/10.1080/10256016.2015.1056182
- Dizman, S. , Keser, R. , Yılmaz, A. & Çakır, B. (2018). Giresun İlinde Yaşayan İnsanlarda Tritiyum Düzeyleri . *Nature Sciences* , 13 (1) , 1-6 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsanature/issue/34598/339787>
- Dizman, S. (2020). Türkiye’de Nükleer Enerji Öncesi Trabzon İlinde Yaşayan Bazı İnsanlarda Tritiyum Konsantrasyonları . *Journal of the Institute of Science and Technology* , 10 (2) , 998-1005 . DOI: 10.21597/jist.651114
- Dobson, R. L. and Cooper, M. F. (1974). Tritium Toxicity: Effect of Low-Level ³H Exposure on Developing Female Germ Cells in the Mouse. *Radiation Research*, 58, 91-100.
- Dobson, R. L. and Kwan, T. C. (1976). The RBE of Tritium Radiation Measured in Mouse Oocytes: Increase at Low Exposure Levels. *Radiation Research*, 66, 615-625.
- Epov, V., Benkhedda, K., Cornett, R. and Evans, R. (2005). Rapid determination of plutonium in urine using flow injection on-line preconcentration and ICP-MS. *J Anal Atomic Spectrom*, 20, 424-430.
- Horrocks, D. (1974). *Applications of Liquid Scintillation Counting*. Academic Press, ISBN: 0-12-356240-6, 357 s.
- Hou, X. (2011). Analysis of urine for pure beta emitters: methods and application. *Health Phys*, 101(2), 159-169.

- ICRP, (1994). Limits for intakes of radionuclides by workers. 2, International Commission on Radiological Protection,
- ICRP, (1997). Individual monitoring for internal exposure of workers. 27, International Commission on Radiological Protection,
- ICRP, (1999). Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure. 29, International Commission on Radiological Protection,
- Kim, H. G. and Kong, T. Y. (2012). An analysis of workers' tritium concentration in urine samples as a function of time after intake at Korean pressurised heavy water reactors. *Radiat Prot Dosimetry*, 152(4), 406-409.
- Lariviere, D., Cumming, T., Kiser, S., Li, C. and Cornett, R. (2008). Automated flow injection system using extraction chromatography for the determination of plutonium in urine by inductively coupled plasma mass spectrometry. *J Anal Atomic Spectrom*, 23, 352-360.
- Makhijani, A. and Makhijani, A. (2009). *Radioactive Rivers and Rain: Routine Releases of Tritiated Water From Nuclear Power Plants*. 16, Institute for Energy and Environmental Research,
- Matsumoto, T., Maruoka, T., Shimoda, G., Obata, H., Kagi, H., Suzuki, K., Yamamoto, K., Mitsuguchi, T., Hagino, K., Tomioka, N., Sambandam, C., Brummer, D., Klaus, P. M. and Aggarwal, P. (2013). Tritium in Japanese precipitation following the March 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Plant accident. *Sci Total Environ.*, 445, 365-370.
- Maxwell, S. (2008). Rapid analysis of emergency urine and water samples. *J Radioanal Nucl Chem*, 275, 497-502.
- Maxwell, S. and Jones, V. (2009). Rapid determination of actinides in urine by ICP-MS and alpha spectrometry: a hybrid approach. *Talanta*, 80, 143-150.
- Mingote, R. M., Barbeira, P. J. S. and Rocha, Z. (2006). Methodology for rapid tritium determination in urine. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 269(2), 475-479.
- Okada, S. and Momoshima, N. (1993). Overview of Tritium - Characteristics, Sources, and Problems. *Health Physics*, 65(6), 595-609.
- Passo, C. and Cook, G. (1994). *Handbook of Environmental Liquid Scintillation Spectrometry*. Packard, Publication Number: PMC0387, ISBN: 156 s.
- Pietrzak-Flis, Z. and Radwan, I. (1984). Dose estimation from chronic tritium exposure using tritium concentrations in urine and hair. *Health Phys.*, 46(2), 460-464.

- Priest, N., Pich, G., Fifield, L. and Cresswell, R. (1999). AMS for the detection of ultra-low level of plutonium in urine, including that excreted after the ingestion of Irish Sea sediment. *Radiat Res* 152, 16-18.
- Puhakainen, M. and Heikkinen, T. (2008). Tritium in the urine in Finnish people. *Radiat Prot Dosimetry*, 128(2), 254-257.
- Shen, B. M., Ji, Y. Q., Tian, Q., Shao, X. Z., Yin, L. L. and Su, X. (2015). Determination of Total Tritium in Urine from Residents Living in the Vicinity of Nuclear Power Plants in Qinshan, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(1), 888-894.
- Tanır, G., Bölükdemir, M. and Koç, K. (2013). *Radyasyon ve Radyasyondan Korunma Fiziği*. Palme Yayıncılık, yayın no: 788, 2. Baskı, ISBN: 978-605-355-163-8, 815 s.
- Trivedi, A., Galeriu, D. and Lamothe, E. S. (2000). Dose contribution from metabolized organically bound tritium after chronic tritiated water intakes in humans. *Health Physics*, 78(1), 2-7.
- TÜİK (2015). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye. www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=945
- UNSCEAR (2000). Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation: Report to the General Assembly with annexes,. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, USA
- Xiaolin, H. and Per, R. (2008). Critical comparison of radiometric and mass spectrometric methods for the determination of radionuclides in environmental, biological and nuclear waste samples. *Analytica Chimica Acta* 608, 105-139.
- Yoon, S., Ha, W. H. and Lee, S. S. (2013). Tritium analysis of urine samples from the general Korean public. *Appl Radiat Isot*, 81, 276-278.

EKLER

Ek-1. Giresun İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen Tritiyum Değerleri

Örnek Kodu	Cinsiyet (Kadın/Erkek)	Yaşı	Tritiyum Derişimi (Bq/L)
ö28001	Kadın	25	6,06±1,88
ö28002	Erkek	44	5,82±2,01
ö28003	Erkek	32	9,24±2,05
ö28004	Kadın	52	8,60±1,93
ö28005	Kadın	65	15,37±2,14
ö28006	Erkek	52	10,00±2,07
ö28007	Erkek	32	2,73±0,85
ö28008	Kadın	42	<MDA
ö28009	Kadın	19	9,24±2,05
ö28010	Kadın	28	<MDA
ö28011	Erkek	23	7,77±2,17
ö28012	Kadın	45	<MDA
ö28013	Erkek	62	7,13±2,11
ö28014	Kadın	21	13,28±1,88
ö28015	Kadın	25	8,07±1,82
ö28016	Erkek	19	2,99±1,13
ö28017	Kadın	45	17,05±2,18
ö28018	Kadın	35	6,53±2,23
ö28019	Kadın	20	4,92±2,05
ö28020	Kadın	31	10,66±2,03
ö28021	Kadın	34	14,89±2,03
ö28022	Kadın	31	9,08±3,50
ö28023	Kadın	39	12,32±2,28
ö28024	Kadın	55	<MDA
ö28025	Kadın	32	9,86±2,19
ö28026	Kadın	30	17,29±2,65
ö28027	Erkek	43	10,11±2,67
ö28028	Kadın	43	8,02±1,99
ö28029	Kadın	52	25,15±4,02
ö28030	Erkek	50	2,62±1,59
ö28031	Kadın	40	27,55±2,34
ö28032	Kadın	44	5,64±2,25
ö28033	Kadın	38	<MDA
ö28034	Kadın	21	36,40±2,27
ö28035	Erkek	19	15,63±2,68

Ek-1 (Devam). Giresun İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen
Tritiyum Değerleri

ö28036	Kadın	22	27,56±2,30
ö28037	Kadın	32	10,76±1,99
ö28038	Erkek	22	6,07±1,98
ö28039	Kadın	38	2,97±0,88
ö28040	Kadın	40	<MDA
ö28041	Kadın	37	3,24±1,06
ö28042	Kadın	38	12,50±1,99
ö28043	Kadın	49	33,77±2,79
ö28044	Erkek	42	6,95±2,45
ö28045	Erkek	32	25,47±2,68
ö28046	Kadın	38	16,54±2,48
ö28047	Erkek	42	13,16±2,07
ö28048	Erkek	22	12,15±2,35
ö28049	Kadın	20	17,25±1,90
ö28050	Kadın	28	<MDA
ö28051	Erkek	22	<MDA
ö28052	Erkek	48	18,17±2,97
ö28053	Kadın	20	12,57±2,38
ö28054	Kadın	36	<MDA
ö28055	Kadın	36	13,21±2,24
ö28056	Kadın	25	<MDA
ö28057	Kadın	42	13,15±1,89
ö28058	Kadın	36	<MDA
ö28059	Erkek	34	8,44±2,24
ö28060	Erkek	19	5,26±2,22
ö28061	Kadın	35	6,89±2,23
ö28062	Kadın	53	6,01±1,88
ö28063	Kadın	18	9,42±2,33
ö28064	Erkek	24	14,53±2,53
ö28065	Erkek	35	<MDA
ö28066	Erkek	46	<MDA
ö28067	Erkek	41	5,58±1,87
ö28068	Erkek	42	12,21±2,49
ö28069	Kadın	44	36,44±1,78
ö28070	Erkek	28	18,09±1,86
ö28071	Erkek	35	20,28±1,93
ö28072	Kadın	31	45,96±2,97
ö28073	Erkek	41	7,38±2,00
ö28074	Erkek	32	<MDA

Ek-1 (Devam). Giresun İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen
Tritiyum Değerleri

ö28075	Erkek	46	7,52±2,02
ö28076	Erkek	27	29,26±2,49
ö28077	Erkek	38	44,43±2,07
ö28078	Erkek	25	<MDA
ö28079	Kadın	53	4,08±1,96
ö28080	Kadın	25	<MDA
ö28081	Erkek	38	<MDA
ö28082	Erkek	27	19,11±2,60
ö28083	Erkek	20	19,83±2,04
ö28084	Kadın	38	10,66±1,96
ö28085	Kadın	46	18,65±2,20
ö28086	Kadın	25	<MDA
ö28087	Erkek	42	17,29±2,65
ö28088	Erkek	33	39,12±2,18
ö28089	Kadın	58	17,61±1,96
ö28090	Kadın	46	11,30±1,84
ö28091	Kadın	32	13,36±2,23
ö28092	Erkek	36	<MDA
ö28093	Kadın	28	23,61±2,42
ö28094	Erkek	35	11,97±2,49
ö28095	Kadın	24	11,92±2,03
ö28096	Kadın	23	<MDA
ö28097	Kadın	38	20,40±2,25
ö28098	Kadın	23	11,58±2,03
ö28099	Kadın	37	<MDA
ö28100	Kadın	40	13,90±2,82
ö28101	Kadın	44	12,31±2,06
ö28102	Kadın	34	22,50±1,98

Ek-2. Trabzon İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen Tritiyum Değerleri

Örnek Kodu	Cinsiyet (Kadın/Erkek)	Yaşı	Tritiyum Derişimi (Bq/L)
ö61001	Erkek	40	14,36±4,53
ö61002	Erkek	27	12,48±3,68
ö61003	Kadın	39	2,62±1,37
ö61004	Erkek	23	30,03±2,56
ö61005	Kadın	30	20,02±2,56
ö61006	Erkek	22	14,18±2,27
ö61007	Kadın	21	33,23±2,41
ö61008	Kadın	58	14,40±2,97
ö61009	Erkek	35	3,26±1,17
ö61010	Erkek	59	15,16±2,81
ö61011	Erkek	18	<MDA
ö61012	Kadın	35	13,40±2,44
ö61013	Erkek	18	5,95±2,77
ö61014	Erkek	33	<MDA
ö61015	Erkek	31	23,01±2,61
ö61016	Erkek	37	17,50±2,33
ö61017	Erkek	38	<MDA
ö61018	Erkek	46	17,47±2,06
ö61019	Erkek	32	11,03±2,35
ö61020	Erkek	53	3,46±2,00
ö61021	Kadın	34	13,78±2,67
ö61022	Erkek	32	2,86±1,10
ö61023	Erkek	23	10,41±2,64
ö61024	Erkek	45	<MDA
ö61025	Erkek	37	<MDA
ö61026	Kadın	44	22,71±5,70
ö61027	Erkek	25	3,10±1,19
ö61028	Erkek	26	16,70±2,88

Ek-2 (Devam). Trabzon İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen
Tritiyum Değerleri

ö61029	Erkek	32	26,66±3,21
ö61030	Erkek	27	11,89±2,07
ö61031	Erkek	40	15,14±3,02
ö61032	Erkek	53	<MDA
ö61033	Kadın	27	17,05±2,18
ö61034	Kadın	18	<MDA
ö61035	Kadın	23	16,42±3,72
ö61036	Erkek	24	12,70±2,71
ö61037	Erkek	36	17,57±1,97
ö61038	Erkek	38	2,79±1,30
ö61039	Erkek	33	14,22±2,21
ö61040	Erkek	35	12,05±2,33
ö61041	Erkek	44	27,23±2,87
ö61042	Erkek	42	2,80±1,08
ö61043	Erkek	31	49,65±4,64
ö61044	Kadın	23	12,99±2,83
ö61045	Kadın	52	7,34±2,27
ö61046	Erkek	59	2,60±1,01
ö61047	Kadın	35	4,89±2,19
ö61048	Kadın	23	13,34±2,13
ö61049	Erkek	31	4,95±2,33
ö61050	Erkek	37	16,16±2,30
ö61051	Erkek	35	9,31±2,05
ö61052	Kadın	31	15,09±2,43
ö61053	Erkek	55	18,79±2,60
ö61054	Erkek	42	24,25±2,10
ö61055	Erkek	35	11,99±2,36
ö61056	Erkek	46	11,33±2,31
ö61057	Kadın	19	<MDA
ö61058	Erkek	37	10,08±1,80

Ek-2 (Devam). Trabzon İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen
Tritiyum Değerleri

ö61059	Erkek	27	30,08±2,96
ö61060	Kadın	34	11,78±2,44
ö61061	Erkek	23	15,44±2,38
ö61062	Erkek	38	2,63±0,87
ö61063	Erkek	24	4,54±2,20
ö61064	Erkek	36	17,37±2,89
ö61065	Erkek	38	13,67±2,14
ö61066	Erkek	33	22,60±3,40
ö61067	Erkek	44	12,99±2,24
ö61068	Kadın	52	<MDA
ö61069	Erkek	35	31,48±2,25
ö61070	Kadın	58	9,00±2,07
ö61071	Kadın	21	<MDA
ö61072	Erkek	23	10,57±1,95
ö61073	Kadın	30	11,35±3,24
ö61074	Kadın	30	15,33±2,14
ö61075	Erkek	23	41,55±2,62
ö61076	Kadın	50	13,79±1,96
ö61077	Kadın	34	10,00±2,19
ö61078	Kadın	24	<MDA
ö61079	Erkek	25	<MDA
ö61080	Kadın	26	<MDA
ö61081	Erkek	32	<MDA
ö61082	Kadın	24	16,89±2,30
ö61083	Kadın	39	19,30±2,42
ö61084	Kadın	65	6,49±2,01
ö61085	Kadın	39	4,01±1,77
ö61086	Erkek	43	<MDA
ö61087	Kadın	43	<MDA
ö61088	Kadın	52	<MDA

Ek-2 (Devam). Trabzon İlinde Yaşayanlardan Alınan İdrar Örneklerinde Ölçülen
Tritiyum Değerleri

ö61089	Kadın	21	<MDA
ö61090	Erkek	22	<MDA
ö61091	Kadın	39	17,55±2,24
ö61092	Kadın	38	<MDA
ö61093	Erkek	46	<MDA
ö61094	Kadın	21	2,70±1,00
ö61095	Erkek	51	8,74±2,01
ö61096	Kadın	23	3,02±1,00
ö61097	Kadın	37	14,98±2,11
ö61098	Kadın	27	<MDA
ö61099	Kadın	35	14,10±2,30
ö61100	Erkek	53	2,69±2,03
ö61101	Kadın	20	<MDA
ö61102	Kadın	31	25,89±2,65

Ek-3:

**İDRAR ÖRNEKLERİNDE TRİTYUM ANALİZİ
SAĞLAM BİREYLERDE DURUM BELİRLEME ÇALIŞMASI
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK PROJESİ**

Merhaba,

Benim adım (**Anketörün ismi**). Recep Tayip Erdoğan Üniversitesi'nin TÜBİTAK desteği ile yaptığı bir çalışma için veri topluyorum. Bu çalışmanın amacı, Karadeniz bölgesinde seçilmiş illerde çalışmaya katılmayı kabul eden kişilerden idrar örnekleri alınması ve idrarda bulunan trityum isimli maddenin düzeyinin belirlenmesidir. Trityum hava, su ve besinler ile alınabildiği için hepimizin idrarında belli bir miktar bulunabilir. Ancak, radyasyon ile karşılaşıldığında idrardaki düzey kabul edilebilen sınırlar üzerine çıkar. Bu nedenle radyasyon ile karşılaşma riski söz konusu olduğunda idrar analizleri ile kişilerin riski hesaplanabilir. Türkiye'de normal durumlarda, sağlıklı kişilerde idrar trityum düzeyi ortalama değeri bilinmediği için bu tür olası kazalarda risk tayini yapılmamaktadır. Şu an yaşadığımız bölgede radyasyon tehlikesi bulunmamaktadır. Bu nedenle sizlerden alacağımızı idrarlardan elde edilen ölçüm değerleri kaydedilecek, veri bankası oluşturulacak, ileride bölgemizde herhangi bir radyasyon riski olması durumunda sizlerden elde edilen değerler normal düzeyi belirlemek için kullanılacak, çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ayrıca ileride yapılacak benzer çalışmalar için referans değeri sağlayacaktır.

Sizden yaklaşık beş dakika sürecek bir ankete cevap vermenizi isteyeceğiz. İsim ve kimlik bilgileriniz sorulmayacak ve vereceğiniz cevaplar tarafımıza saklı tutulacak, sadece bilimsel amaçla kullanılacaktır. Ankete başladıktan sonra şayet devam etmek istemezseniz, istediğiniz aşamada vazgeçebilirsiniz. Bize vereceğiniz cevapların doğru ve samimi olması çok önemlidir. Çalışmaya katıldığınız için bir karşılık almayacak, ancak ileride bölgede yapılacak bilimsel araştırmalara yardım etmiş olacaksınız.

Şimdi, çalışmaya katılmayı kabul ediyorsanız, size sorularımı sormak istiyorum.

Kişinin ankete katılma konusunda sözlü onayı olduğuna dair burayı X ile işaretleyiniz. □

BÖLÜM I

İlk olarak sizin bazı özelliklerinizi öğrenmek istiyorum.

1. **Cinsiyet (anketör dolduracaktır)**
1. Erkek 2. Kadın
2. **Hangi ilde yaşıyor? (anketör dolduracaktır)**
1. Sinop
2. Samsun
3. Ordu
4. Giresun
5. Trabzon
6. Rize
3. **Ne kadar süredir bu şehirde yaşıyorsunuz?.....ay/yıl**
4. **Kaç yaşındasınız? (bitirilen yaş yazılacak)..... yıl**
5. **Eğitim durumunuz nedir? (bitirilen okul yazılacak, terk durumunda öncesinde tamamlanan okul yazılacak)**
1. Okuryazar değil
2. Okuryazar
3. İlkokul mezunu
4. Ortaokul veya ilköğretim mezunu
5. Lise ve dengi okul mezunu
6. Yüksek okul veya üniversite mezunu
7. Yüksek lisans veya doktora düzeyinde eğitim sahibi
6. **Mesleğiniz nedir? (açık olarak yazılacak).....**
7. **Halen ne iş yapıyorsunuz (açık ve detaylı olarak yazılacak)**
8. **Kaç yıldır bu işi yapıyorsunuz? (ay veya yıl olarak yazılacaktır).....**
9. **Daha önce başka işlerde çalıştınız mı?**
1. Hayır, başka işte çalışmadım
2. Evet, başka işte/işlerde çalıştım **İSE**
En yakın zamandan uzak döneme ait aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

SÜRE (ay veya yıl olarak belirtiniz)	İŞİN NİTELİĞİ (açık olarak yazınız)

BÖLÜM II

Şimdi sağlığını ile ilgili bazı sorular sormak istiyorum.

10. Sürekli ilaç kullanmanızı gerektiren, doktor tarafından tanı konmuş, sürekli bir hastalığınız var mı?

1. Hayır, yok
2. Evet ise ne(ler)dir? (*açık olarak yazınız*).....

11. Halen düzenli olarak kullandığınız bir ilaç var mı?

1. Hayır, yok
2. Evet ise ne(ler)dir? (*açık olarak yazınız*).....

12. Halen düzenli olarak kullandığınız bir vitamin veya bitkisel ürün var mı?

1. Hayır, yok
2. Evet ise ne(ler)dir? (*açık olarak yazınız*).....

Şimdi size günlük yaşantınızda trityum ile doğal olarak karşılaşmanız olası yer veya durumlar ile ilgili bazı sorular soracağım.

13. Günde genelde ne kadar su tüketiyorsunuz?

(*açık olarak yazınız, kendi tam değer veremezse, tekrar sorarak en yakın tahmin değerini yazınız*).....su bardağı/litre

14. İçtiğiniz suyu nereden temin ediyorsunuz? (Birden çok seçenek işaretlenebilir)

1. Kuyu suyu
2. Damacana suyu
3. Şişe suyu
4. Musluk suyu
5. Diğer
(belirtiniz).....

15. Günde genel olarak ne kadar süreyi ev/iş dışı açık havada geçiriyorsunuz?

(*açık olarak yazınız, kendi tam değer veremezse, tekrar sorarak en yakın tahmin değerini yazınız. İşe gitme vb süreler de dahil edilecektir*).....saat

16. Günde genel olarak ne kadar süreyi ev veya işte havalandırma yapılmayan kapalı ortamda geçiriyorsunuz? (açık olarak yazınız, kendi tam değer veremezse, tekrar sorarak en yakın tahmin değerini yazınız. İşe gitme vb süreler de dahil edilecektir).....saat

17. Genel olarak, yıl boyunca ne kadar süre ile yüksek rakımlı yerlerde bulunuyor sunuz?

1. Hemen hiç yüksek rakımlı yerde bulunmuyorum.
2. Yılda.....gün/hafta/ay süre ile yüksek rakımlı yerde bulunuyorum.

18. Genel olarak, yıl boyunca kaç saat boyunca uçak ile yolculuk ediyorsunuz?

1. Uçak ile yolculuk etmiyorum
2. Yılda.....saat uçak ile yolculuk ediyorum.

19. Tahminen yaşam boyu toplam kaç kez aşağıdaki tür tıbbi görüntülemelerden yaptırmışsınızdır? (her birini tek tek sorun, yeterince düşünmesi için süre bırakın, “hiç” dedikleri için yanına 0 yazın. Cevap veremiyor ise ilgili hücreye, uygun şekilde, “bilmiyor” veya “hatırlamıyor” yazın).

Radyolojik Görüntüleme Yöntemi	Yaşam boyu yapılan çekim sayısı	En son ne kadar süre önce yapıldı? (gün/hafta/ay/yıl olarak belirtiniz)
Akciğer filmi		
Diş filmi		
Herhangi bir kemik filmi		
Karın grafisi		
Anjiyografi		
Tomografi		
Mamografi		
Diğer (belirtiniz)		

20. Aşağıdaki durumlardan hangisi/hangileri sizin için doğrudur. Lütfen belirtiniz (Birden çok seçenek işaretlenebilir)

1. Çiftçilik yapmak, bahçede uzun saatlerce çalışmak
2. Silah taşımak, avcılık yapmak
3. Silah sanayinde çalışmak
4. Yüzme
5. Aydınlatılmış trafik işaret levhalarına dokunma, takma/sökme, tamir
6. Şarap içme
7. Bol sebze ve meyve tüketme

BÖLÜM III

Son olarak size radyasyon ile ilgili bazı sorular sormak istiyorum.

21. Radyasyon kelimesini daha önce hiç duydunuz mu? (soru 23'e atlayınız)

1. Hayır, duymadım.
2. Evet, duydum.
3. Fikrim yok

22. Radyasyon dediğinde ne anlıyorsunuz? Nasıl tanımlarsınız? (açık olarak yazınız)

.....

23. Tritiyum kelimesini daha önce hiç duydunuz mu? (soru 25'e atlayınız)

1. Hayır, duymadım.
2. Evet, duydum.
3. Fikrim yok

24. Tritiyum nedir? (açık olarak yazınız)

.....

25. Nükleer santral kelimesini daha önce hiç duydunuz mu? (ANKET BİTMİŞTİR)

1. Hayır, duymadım.
2. Evet, duydum.
3. Fikrim yok

26. Nükleer santrallerin ne işe yaradığını biliyor musunuz?

1. Hayır, bilmiyorum.
2. Evet, biliyorum.
3. Fikrim yok

27. Nükleer santraller ne işe yarar? (açık olarak yazınız)

.....

.....

ETİK KURUL KARARI

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU BAŞKANLIĞI
KARAR FORMU

(Approval Form of The University of Rize Ethics Committee for Clinical Research)

ÇALIŞMANIN ADI (Project Title)	İdrar Örneklerinde Trityum Analizi			
SORUMLU ARAŞTIRMACI (Principal Investigator)	Yrd. Doç. Dr. Recep KESER			
SOR. ARAŞT. UZMANLIĞI (Expertise/Specialisation of PI)	Fizik Bölümü			
DİĞER ARAŞTIRMACILAR (Other Researchers)	1. Serdar DİZMAN	2. Yeşim AKTÜRK DİZMAN		
	3. Adnan YILMAZ			
SOR. ARAŞT. BULUNDUĞU MERKEZ/BÖLÜM/AB.D (Division/Unit of PI)	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER (Participating Centers)	TEK MERKEZ One (Establishment) ☒	ÇOK MERKEZLİ (Multicentre) ☐	ULUSAL (National) ☐	ULUSLARARASI (International) ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER (Documents Assessed)	BELGE ADI (Documentations)	TARİHİ (Date)	NO (Number)	DİLİ (Language)
		Araştırma Protokolü (Study Protocol)	03.09.2012	145
	Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Volunteer Approval Form)	Var (Available) ☒	Yok (None) ☐	Türkçe ☒ English ☐
	Olgu Rapor Formu (Clinical Evaluation Form)	☒	☐	Türkçe ☒ English ☐
	Araştırma Broşürü (Research Pamphlet)	☐	☒	Türkçe ☐ English ☐
VARSA DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER (Other Assessed Documents, if available)	BELGE ADI (Nature of Documents)			
	Türkçe Etiket Örneği (Label Example in Turkish)	☐	☒	
	Sigorta (Insurance)	☐	☒	
	Araştırma Bütçesi (Project Cost)	☐	☒	
	Biyolojik Materyel Transfer Formu (Biologic Material Transfer)	☐	☒	
	Hasta Kartı/Günlükleri (Patient Record/Logs)	☐	☒	
	İlan (Declaration/Announcement)	☐	☒	
	Yıllık Bildirim (Annual Feedback)	☐	☒	
	Sonuç Raporu (Reporting of Results)	☐	☒	Çalışmanın bitiminden en geç üç ay içerisinde bildirilmelidir (Must be reported within three months of the end of the study)
	Güvenlilik Bildirimleri (Safety Documents)	☐	☒	
	Diğer: Other	☐	☒	

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU BAŞKANLIĞI
KARAR FORMU
(Approval Form of The University of Rize Ethics Committee for Clinical Research)

ÇALIŞMA ESASI (Essence of Study)	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu (Guidance for Clinical Trials and Good Clinical Laboratory Practice Guidelines)				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI: (President)	Prof.Dr.Mustafa DURMUŞ				
KARAR BİLGİLERİ (Decision Explanations)	Karar No(Decision No): 2012/139	Tarih (Date):05.10.2012			
	Yukarıda bilgileri verilen Yrd. Doç. Dr. Recep KESER sorumluluğunda yürütülen (145) nolu "İdrar Örneklerinde Trityum Analizi" başlıklı klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Etik Kurul üye tam sayısının oy birliği/salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.				
VARSA ŞERH GEREKÇESİ (Declaratory Clause)					
DECISION INFORMATION	The above study has been approved by The University of Rize Medical School Ethics Committee for Clinical Research				
	Kabul ☒ Accepted		Kabul edilmedi ☐ Rejected		
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Araştırma ile ilişki		Katılım *
Prof.Dr. Mustafa DURMUŞ	Göz Hastalıkları	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Prof.Dr. Leyla KARAOĞLU	Halk Sağlığı	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒
Doç.Dr. Zihni ACAR YAZICI	Tıbbi Mikrobiyoloji	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒
Yrd. Doç. Dr.Durdu ALTUNER	Tıbbi Farmakoloji	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Yrd. Doç. Dr.Ali ASLAN	Fizyoloji	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Yrd. Doç. Dr. Aziz GÜMÜŞ	Göğüs Hastalıkları	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒
Yrd. Doç. Dr. Selim DERECLİ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Yrd. Doç. Dr. Aynur KIRBAŞ	Tıbbi Biyokimya	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒
Yrd. Doç. Dr. Kemal TÜRKYILMAZ	Göz Hastalıkları	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Yrd. Doç. Dr. Orhan Ünal ZORBA	Üroloji	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Yrd. Doç. Dr. Yıldırım KALKAN	Histoloji ve Embriyoloji	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Av. Tolgahan ŞAFAK	Hukuk	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Müdür Temel LATİFOĞLU	İktisat	Rize Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Hemşire Melek KAMACI	Hemşirelik	Rize Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐
Hemşire Aynur YILMAZ	Hemşirelik	Rize Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒

* :Toplantıda Bulunma: Yalnızca toplantıya katılan üyelerin imzası alınacaktır.