

KARADENİZ BÖLGESİ, KANSER ve KANSER RİSK FAKTÖRLERİ ARAŞTIRMASI

Dr. Alper A. Hatipođlu

Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi



(1)

ÇERNOBİL NÜKLEER REAKTÖR KAZASI ve TÜRKİYE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ ;

Ukrayna'nın Kiev kenti yakınlarındaki Çernobil Nükleer Güç Reaktörünün 4. ünitesinde, 26 Nisan 1986 günü erken saatlerde meydana gelen nükleer kaza sonrasında, atmosfere büyük miktarda füzyon ürünleri salındığını tüm dünya kazadan ancak 4 gün sonra, 30 Nisan 1986 günü öğrenmişti. Kazadan kaynaklanan radyoaktif salınım, 28 Nisan tarihinde kuzey-batı yönünde esen rüzgarlarla İskandinavya'nın güney ve orta bölgelerine yönelmiş, 3 Mayıs Cumartesi günü füzyon ürünleri yüklü hava kütlesi Avrupa'nın büyük bir kısmı ile birlikte Bulgaristan ve Yunanistan üzerinden Trakya'yı etkisi altına almıştı. İkinci bir salınımla Çernobil'den doğuya sürüklenen hava kütlesi 7-9 Mayıs tarihlerinde Kırım Yarımadası'nın kuzeyinden ve Karadeniz üzerinden geçerek Türkiye'nin kuzey-doğu kıyılarına ulaşmıştı. Bir ülkenin radyoaktif bulaşmaya maruz kalmasındaki en önemli neden bulutun geçtiği sırada etkisi altındaki o ülkede yağış bırakması durumudur. Merhum sanatçı Kazım Koyuncu'nun da " Hep yedik o yağmurları kafamıza" diye ifade ettiği yağışlarla, Trakya ve Doğu Karadeniz bölgelerinin o tarihlerde yağış alan yerlerinde, radyoaktif etkilenim ağırlıklı olarak hissedilmiştir. Neyse ki, mevcut atmosferik koşullar ve hakim rüzgar yönleri nedeniyle, bu etkilenim homojen bir dağılım göstermemiştir. Türkiye'nin diğer Avrupa ülkelerine göre faciadan daha az etkilenmesi, Çernobil kazasından kaynaklanan radyoaktif bulutun, atmosferde taşınmasının 10 günlük bir süreyi kapsaması ve bu süre zarfında bulut konsantrasyonunun oldukça seyrelmesi ayrıca hareketinin atmosferin üst tabakalarından taşınması göz önüne alındığında, daha iyi anlaşılmaktadır. Türkiye'nin büyük bir kısmının, şimdiye kadar meydana gelmiş en büyük nükleer reaktör kazasından çok fazla etkilenmeden çıkması büyük bir şanstır. Türk toplumunun Çernobil kazası sebebiyle maruz kaldığı etkinin, yaşadığı bölge dolayısıyla maruz kaldığı doğal radyasyon etkisine kıyasla önemsiz olduğu yapılan ölçümlerle de ortaya konmuştur. Nitekim bu ölçümlerde Trakya ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde o tarihlerde yaşayan insanlarımızın aldığı radyasyon dozunun yaklaşık bir akciğer grafisinde alınan doza yakın olan 59 milirem, diğer yörelerde yaşayan insanlarımızda ölçülen radyasyon dozunun ise 50 milirem olduğu tespit edilmiştir. Kazanın etkisinin nispeten daha az düzeyde hissedildiği Türkiye'de, kazadan sonra çay dahil akla gelebilecek tüm tarım ürünleri ile ithal edilen gıda maddeleri ve hayvan yemleri ile solunum yada sindirim yolu ile Türk insanına ek risk getirecek tüm maddeler radyoaktif bulaşma yönünden titizlikle denetlenmiştir. Ancak, hafızalarda kalan yönüyle hoş bir seda bırakmayan, ancak paniği önlemeye yönelik, amacını aşmış bir takım resmi beyanatlar o günden bugüne konunun

üstünün örtülmeye çalışıldığı şeklinde yorumlana gelmiştir. Halbuki, Türk insanının büyük bir kısmının vazgeçilmez alışkanlığı olan çay konusunda yapılan bir denetim programı, bu arada gözden kaçmıştır. Bu denetim programı gereği, bilimsel olarak sağlığa zararlı olmadığı konusunda hem fikir olunduğu halde, sırf spekülasyon yorumlara yol açmasın diye, büyük bir ekonomik kayıp da göze alınarak, 58.000 ton çay imha edilmiştir. Güne Doğu Karadeniz Bölgesinin diğer iki önemli ürünü olan fındık ve tütün ise hiçbir sorunla karşılaşmadan, her türlü denetimden geçirilerek, başta AB ve ABD olmak üzere, ithalatta değişik limitler uygulayan ülkelere, aktivitelerine göre tasnif edilerek ihraç edilmiştir, halen de ihraç edilmektedir. Çernobil Nükleer Kazası birçok açıdan dünya için bir milat olmuştur. Kazanın ardından geçen yıllar, dünyanın birçok ülkesine olduğu gibi Türkiye'ye de, benzeri tehlike durumlarına yönelik tavır almada ve tedbir oluşturmada çok şey öğretmiştir. (2)

Ancak, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ekonomik, sosyal ve siyasal sorunlar yaratan etkileri, kazanın üzerinden geçen yıllara rağmen halen süregelmektedir. Nitekim bu olayı takiben geçen 20 yıllık süreçte bölgede yaşayan vatandaşlarımızda büyük bir tedirginlik hakim olmuştur. Bu tedirginliğin sebebi Çernobil faciasından sonra bölgedeki kanser vakalarının arttığına yönelik olan yaygın inanıştır.

Uygarlık düzeyindeki artışa paralel olarak, gelişmiş toplumlarda insan hayatını tehdit eden hastalıkların başında, kalp ve damar hastalıkları ile kanser hastalığı gelmeye başlamıştır. 1970'li yıllarda sebebi bilinen ölümler arasında 4. sırada yer alan kanser, son yıllarda kalp-damar hastalıklarından sonra 2. sıraya yükselmiştir. Yapılan projeksiyonlarda kanserin 2030 yılında tüm dünyada yılda 20 milyon yeni vaka ve 12 milyon ölümlerle 1. sıraya yerleşeceği yönündedir. Evet, Karadeniz'de kanser artmaktadır, ama, dünyada ve Türkiye'nin diğer bölgelerinde olduğu kadar. Bu artışın da ağırlıklı olarak sebebi;

- Beklenen yaşam süresinin uzaması ve toplumda ileri yaş nüfus yüzdesinin artması,
- Tütün ve tütün ürünlerinde tüketimin artması,
- Bulaşıcı hastalıkların ve bunlara bağlı ölümlerin azalması,
- Yanlış beslenme ve yaşam alışkanlıklarının artması,
- Çevresel kanserojenlerin giderek önem kazanması,
- Kayıt sistemimizdeki düzelme ile gerçekçi sayılara ulaşıyor olmasındır.

İşte bu tedirginliği yaratan bir etkinin gerçekten var olup olmadığını ve olası radyasyon etkilerinin görülebilmesi için Ulusal Kanser Danışma Kurulu önerisi ve 16.09.2005 tarih ,1369 sayılı Bakanlık kararı ile Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı koordinasyonunda "Karadeniz Bölgesi Kanser ve Kanser Risk Faktörleri Araştırması" gerçekleştirilmiştir.

Karadeniz Bölgesi Kanser ve Kanser Risk Faktörleri Araştırması Komponentleri

- Kanser sıklığı kayıt çalışması
- Hane halkı kanser riski, hastalık yükü ve kanser farkındalığı araştırması
- Tiroid kanserlerinde moleküler genetik düzeyde çalışma
- Radyasyon Yükü Ölçümü (Biyolojik doz tayini)

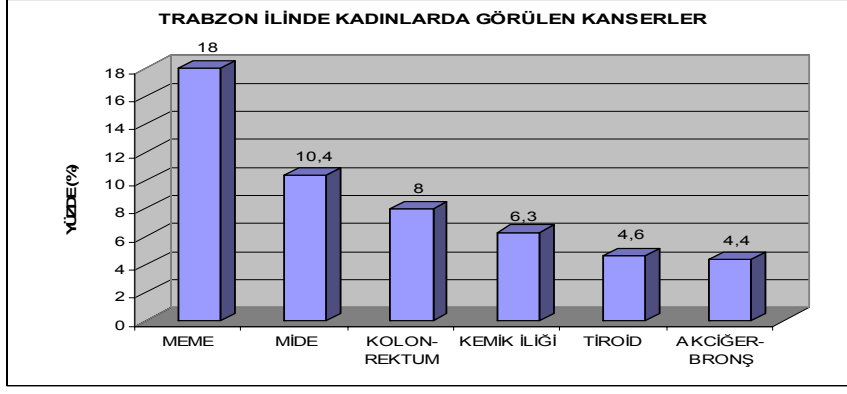
Kanser Sıklığı Kayıt Çalışması Sonuçları

Bu çalışmada yer alanlar ; Dr. Mustafa HAKYEMEZ (Trabzon İl Kanser Kontrol Koordinatörü), Dr.Sultan ESER YALÇIN (İzmir İl Sağlık Müdürlüğü), Dr.Okan KARAOĞLANOĞLU (Samsun İl Sağlık Müdürlüğü), Dr.Ayşegül DOĞAN (Edirne Sağlık Müdürlüğü), Hemş. Neşe ERDURAN (Trabzon İl Sağlık Müdürlüğü), Hemş. Fatma YANIK ŞAHİN (Trabzon Devlet Hastanesi), Hemş. Özgül ALBAYRAK (Trabzon Numune Hastanesi), Hemş. Özlem AKDOĞAN (Trabzon Göğüs Hastalıkları Hastanesi), Hemş. Ayşe ÇOLAK (Trabzon Araklı Merkez SO), Ahmet KARAGÜZEL (Trabzon Vakıfkebir Yalıköy SO), Ebe Çağlayan CANDAN (Samsun 2 nolu SO), Hemş. İlknur YAPRAK (Samsun 3 nolu SO), Ebe Kebire SARAÇ (Samsun 4 nolu SO), Ebe Türkan BİLGİN (Samsun 5 nolu SO), Ebe Şükriye KARABULUT (Samsun 6 nolu SO), Hemş. Emel SEZER (Edirne Devlet Hastanesi), Ebe Gülay DURAN (Edirne Devlet Hastanesi), Sağlık Memuru Vedat USTA (Keşan Devlet Hastanesi), T.C. Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı çalışanları

Bu çalışma çerçevesinde kanser kayıtları konusunda eğitilmiş elemanlar aracılığı ile bölge hastanelerinin arşivleri taranarak son on yıla ait kanser verileri toplanmıştır. Toplanan veriler ile ülkemizin MECC (Ortadoğu kanser Konsorsiyumu) üyesi kanser kayıt merkezinin verileri karşılaştırılmıştır.

Trabzon ilinde hastane arşivlerinden elde edilen verilere göre:

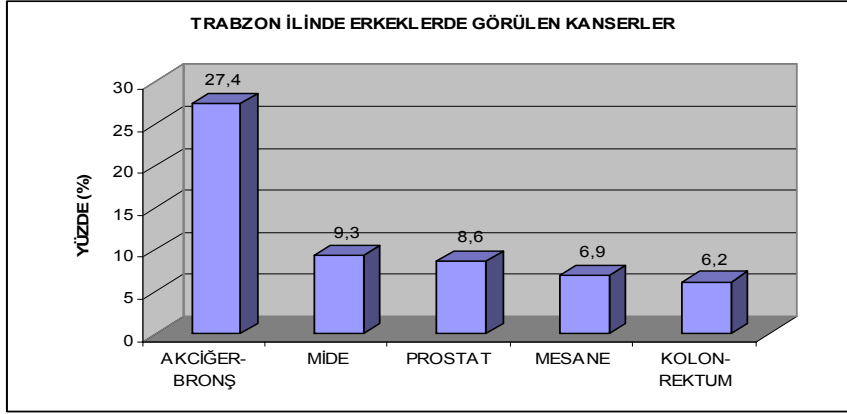
Kadınlarda; Meme kanseri %18, Mide kanseri %10.4, Kolon-rektum kanserleri %8.0, Kemik iliği % 6.3, Troid bezi kanseri %4.6, Akciğer - bronş kanserleri %4.4 oranında tespit edilmiştir.(Grafik 1)



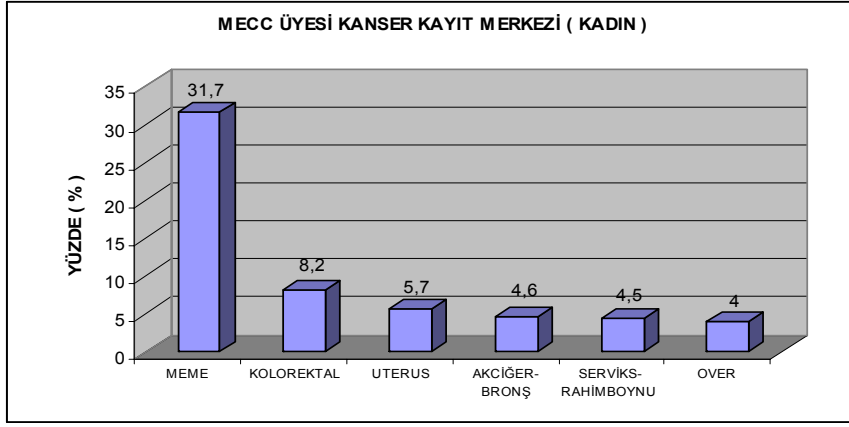
Grafik 1

Erkeklerde; Akciğer - Bronş kanserleri %27.4, Mide kanseri %9.3, Prostat bezi kanseri %8.6, Mesane kanseri %6.9, Kolon- rektum kanserleri %6.2 oranında tespit edilmiştir.(Grafik 2)

Grafik 2



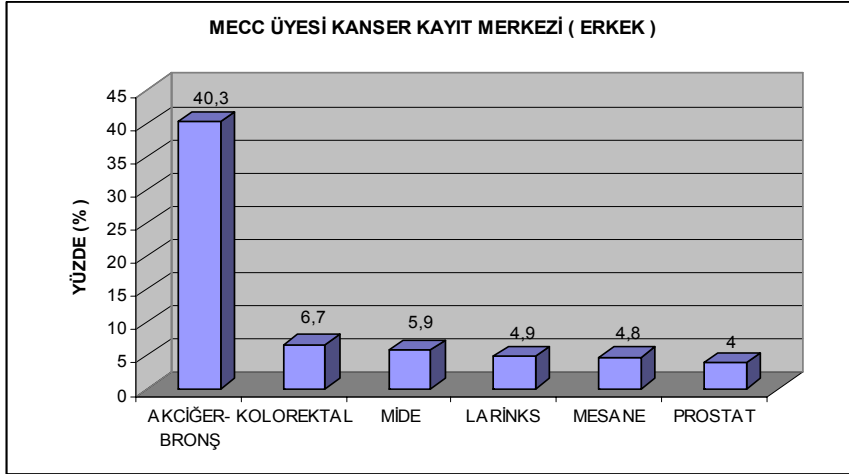
MECC (Ortadoğu Kanser Konsorsiyumu) üyesi İzmir Kanser Kayıt Merkezinin verilerine göre kadınlarda; Meme kanseri % 31,7, Kolorektal kanserler %8,2, Uterus kanseri %5,7, Bronş,akciğer kanserleri % 4,6, Serviks kanserleri %4,5, Over kanseri %4 oranında tespit edilmiştir. (Grafik 3)



Grafik 3

Erkeklerde; Akciğer - Bronş kanserleri %40,3, Kolorektal kanserleri %6,7, Mide kanseri %5,9, Larinks kanseri %4,9, Mesane kanseri %4,8, Prostat bezi kanseri %4 oranında tespit edilmiştir. (Grafik 4)

Grafik 4



Başkanlığımız tarafından kanser kayıtlarının doğru ve tam olarak toplanabilmesi için Ankara, Antalya, Samsun, Erzurum, Trabzon, İzmir, Edirne, Eskişehir illerinde Aktif Kanser Kayıtçılığı çalışmaları yürütülmektedir.

Sonuç olarak; Elde edilen veriler karşılaştırıldığında Karadeniz bölgesinde kanser diğer bölgelerimizden farklı bir artış ve dağılım göstermemektedir.

Hane Halkı Kanser Riski, Hastalık Yükü ve Kanser Farkındalığı Araştırması Sonuçları

Bu çalışmada yer alanlar; Prof.Dr. Nazmi BİLİR (Hacettepe Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı ABD), Prof.Dr. Gül ERGÖR (9 Eylül Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı ABD), Prof.Dr. Gamze ÇAN (Karadeniz Teknik Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı ABD), Doç. Dr. Banu ÇAKIR (Hacettepe Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı ABD) , Dr. Eser KAYA, Dr. İ. Altay ÇELİK, İnci Özçelik, Dr. Sultan ESER YALÇIN (İzmir İl Sağlık Müdürlüğü), Dr. Okan KARAOĞLANOĞLU (Samsun İl Sağlık Müdürlüğü), Hemş. Neşe ERDURAN (Trabzon İl Sağlık Müdürlüğü), Dr.İ. Mete OĞUZLAR (Isparta Sağlık Müdürlüğü), Prof.Dr.Gönül BUYAN (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu), Dr. Hakan DİREN (Rize İl Kanser Kontrol Koordinatörü), T.C. Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı çalışanları

Çalışma, bölgede Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından gerçekleştirilen radyoaktivite ölçümlerinde Sezyum (Cs) düzeyinin Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu Rize ili Fındıklı, Pazar, Ardeşen ilçeleri, Edirne Eskikadın, İsmailce ile radyoaktivite ölçümlerinde Sezyum (Cs) düzeyinin Türkiye ortalamasında olduğu Isparta ili Eğirdir ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında bu yerleşim yerlerinin bütün nüfusu alınmıştır. Tüm haneler için bir kişi ile görüşülerek anket formları doldurulmuştur.

Rize ilinde toplam 10230 hane, Edirne ilinde 255 hane, Isparta ilinde toplam 8726 hane olmak üzere toplam 19211 hane çalışmaya dâhil edilmiştir.

Tablo 1 : Hanelerin il ve ilçelere göre dağılımı							
İLÇELER	İLLER						TOPLAM
	EDİRNE		ISPARTA		RİZE		
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı
ARDEŞEN					2880	28,15	2880
FINDIKLI					2898	28,33	2898
PAZAR					4452	43,52	4452
ATABEY			1114	12,77			1114
EĞİRDİR			6436	73,76			6436
AKSU			1176	13,48			1176
MERKEZ	255	100,00					255
TOPLAM	255	100,00	8726	100,00	10230	100,00	19211

Bilgi toplanma çalışması iki adet form kullanılarak gerçekleştirilmiştir. FORM – A Bütün hanelerde uygulanmış, sosyodemografik bilgiler ve hanede kanser varlığı, kanser nedenleri bilgisi, kanserden korunma yöntemleri bilgisi gibi kanser bilgilerinin toplanmasında yardımcı olmuştur. FORM – B Kanserli hanelerde kanser olan ya da kanserden ölen bireyler için doldurulmuştur. Her hasta veya kanserden ölen bireyler ile ilgili demografik özellikler, kanserin türü, tanı ve tedavi bilgilerinin toplanmasında yardımcı olmuştur.

Tablo 2 : Yapılan anketlerin risk bölgelerine göre dağılımı		
	Anket Sayısı	Yüzde
Kontrol Bölgesi	8800	45,8
Risk Bölgesi	10411	54,2
Toplam	19211	100,0

Kanser görülme sıklığı açısından çıkan sonuçlar incelendiğinde: Edirne – Rize illerinde 43164 nüfus çalışmaya katılmış, 217 hayatta ve 582 ölmüş Kanserli sayısı tespit edilmiştir. Kanserli oranı $((217+582)/43164)*100 = \% 1,8511$ olarak bulunmuştur. Kontrol grubu olan Isparta ilinde 30306 nüfus çalışmaya katılmış, 117 hayatta ve 445 ölmüş Kanserli sayısı tespit edilmiştir. Kanserli oranı $((117+445)/30306)*100 = \% 1,8544$ olarak bulunmuştur. Edirne-Rize illeri ile kontrol grubu olarak alınan Isparta illerinde kanser görülme oranı eşit çıkmıştır.

Tablo 3 : Risk bölgelerine göre kaba kanser görülme sıklığı			
		Toplam Sayı	Kanser Oranı
KONTROL	Toplam Hane Halkı Sayısı	30306	1,8544
	Yaşayan Kanserli Sayısı	117	
	Ölen Kanserli Sayısı	445	
RİSK BÖLGESİ	Toplam Hane Halkı Sayısı	43164	1,8511
	Yaşayan Kanserli Sayısı	217	
	Ölen Kanserli Sayısı	582	

Bu çalışmada sonuç olarak; 19211 haneden bilgi alınmıştır. Bu hanelerde toplam 73470 kişi yaşamaktadır. Edirne – Rize illeri ile kontrol grubu olan Isparta illeri arasında kanser görülme sıklığı bakımından farklılık yoktur. Edirne-Rize illerinde kanser sıklığında “fazlalık” bulunmamıştır.

Kanser konusundaki bilgi düzeyi Edirne-Rize bölgesinde daha yüksektir. Kanser belirtileri, kanser nedenleri ve tanı yöntemleri konusundaki bilgi düzeyi bütün bölgelerde düşüktür. Kanser konusundaki bilgi en çok televizyondan edinilmiştir, en fazla doktordan öğrenilmek istenmektedir. Akciğer ve baş-boyun kanseri olan hastaların çoğunluğu sigara içen kişilerdir.

Sonuç olarak; Radyasyona maruz kalmış bölgeler ve kontrol bölgelerinde kaba kanser görülme oranı ve kanser görülme hızlarında anlamlı bir fark görülmemiştir.

Tiroid Kanserlerinde Moleküler Genetik Araştırma Sonuçları

Bu çalışmada yer alanlar ; Doç. Dr. Cengiz YAKICIER, Işık G.YULUĞ, Özlem KONU, Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, BilGen Genetik ve Biyoteknoloji Merkezi, Dr.Y.Yavuz İSKENDER (Trabzon KETEM), T.C. Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı çalışanları

Ön Bilgi;

- Aşırı radyasyona maruz kalanlarda tiroid kanseri riskinin arttığı bilinmektedir.

- Radyasyonun kromozomal (DNA) mutasyon yaptığı, kanserin de bazı genlerdeki mutasyonlara bağlı olarak geliştiği bilinmektedir.
- Dolayısı ile tiroid kanserlerindeki mutasyon türü ve sıklığı ile radyasyon etiyojisi arasında bir ilişki olabilir.
- Kanserde radyasyon etiyojisini doğrudan işaret eden bir mutasyon türü de bilinmemektedir. Ancak, tiroid kanserlerinde radyasyonla B-raf ve mitokondrial DNA mutasyon sıklığı arasında ilişki bulunduğunu gösteren bilimsel yayınlar vardır.

Bu gerçeklerden yola çıkılarak Karadeniz Bölgesinde görülen Tiroid kanserlerinde radyasyona bağlı genetik değişikliklerin var olup olmadığının araştırılması düşünülmüştür.

Yöntem olarak da radyasyona maruz kalan Karadeniz Bölgesinde ortaya çıkan tiroid kanser örnekleri ile, radyasyondan etkilenmediği varsayılan bölgelerde ortaya çıkan tiroid kanser örneklerinde DNA mutasyonlarının karşılaştırılması planlanmıştır.

Trabzon, Samsun, Edirne gibi radyasyona maruz kalan Karadeniz Bölgesi hastanelerinden (213 numune) ve İzmir, Ankara, Antalya gibi radyasyondan etkilenmeyen bölge hastanelerinden (115 numune) toplanan 328 patoloji numunesinde (1990 yılından bu yana Tiroid Kanseri (öz. Papiller Tiroid Kanseri) teşhisi almış hastalara ait) parafin bloktan genetik materyal eldesi yöntemi ve moleküler-genetik analizlerle mutasyon taraması yapılmıştır.

Tarama Sonucunda;

Tablo 1: B-raf Mutasyon Analizi (Toplam 59 Tümör)		
	Karadeniz Bölgesi	Kontrol Gurubu
B-raf Mutasyonu	14 (% 38)	8 (% 36)
Normal B- raf	23 (% 62)	14 (% 64)

- Daha önceki çalışmalar radyasyona bağlı olmayan tiroid kanserlerinde B-raf mutasyonlarının daha sık olduğunu göstermiştir.
- Bu çalışmada iki grup arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 2 : Büyük Mitokondrial DNA Delesyonları (Toplam 183 tümör)		
	Karadeniz Bölgesi	Kontrol Gurubu
Mitokondrial Delesyonlar	42 (% 36)	26 (% 41)
Delesyon İçermeyenler	75 (% 64)	40 (% 59)

- Daha önceki çalışmalar radyasyona bağlı olan tiroid kanserlerinde mitokondri DNA delesyonlarının daha sık olduğunu göstermiştir.

- Bu çalışmada iki grup arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Sonuç olarak; Radyasyona maruz kalan bölgelerdeki tiroid kanserlerinde, radyasyon etiyojisini işaret eden DNA mutasyon bulgularına rastlanmamıştır.

Radyasyon Yükü Ölçümü (Biyolojik doz tayini) Araştırma Sonuçları

Bu çalışmada yer alanlar ; Dr. Deniz DALCI ve TAEK, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi çalışanları, Dr.Y.Yavuz İSKENDER (Trabzon KETEM), Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Trabzon Numune Hastanesi çalışanları, T.C. Sağlık Bakanlığı Kanserele Savaş Dairesi Başkanlığı çalışanları

Bu çalışmada aşağıdaki soruların cevaplanmasına katkıda bulunma amaçlanmıştır:

- Bölge insanında son 2-3 yıldan bu yana radyasyona maruz kalma sonucu oluşan kromozom hasarları var mıdır?

- Geçmişte radyasyona maruz kalma sonucu oluşmuş hasarlar var mıdır?

- Bölge insanının kromozom hasarlarında Çernobil'den etkilenmemiş kontrol bölgelerindekinden farklılık söz konusu mudur?

- Kanser hastalarında aileye ve/veya bölgeye özel kromozom hasarları saptanabilir mi?

- Radyasyon dışında kromozom kırıklarına neden olabilen, bölgeye has fiziksel veya kimyasal etkenlerin (zehirli kimyasal maddeler vs.) varlığı ortaya konabilir mi?

Bu çalışmada Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Trabzon Numune Hastanesine başvuran 20 yaş ve üstü henüz tedavi almamış kanser hastaları ve onların üçer yakını üzerinde 3 ayrı sitogenetik yöntemle (disentrik kromozom aberasyon, Mikronukleus ve FISH) biyolojik doz çalışması planlanmıştır.

Değerlendirme

- Çalışma 29.09.2005 tarihinde Trabzon Numune Hastanesinden alınan ilk kan örnekleri ile başlamıştır.

- Bugüne kadar Karadeniz Bölgesinden 58 kişinin kan örneğinde Kromozom Aberasyon (CA) analizi ve Mikronukleus (MN) analizi için kültür yapılmıştır.

- Kromozom analizi mümkün olabilen 23 kişinin 9'unda (5 kişinin dozu 100 mGy altında) disentrik aberasyona rastlanmıştır.
 - Bu hastaların hemen hepsi beyanlarında teşhis amacı ile iyonizan radyasyona maruz kaldıklarını belirtmiştir.
 - Mikronukleus analizi yapılan 8 kişinin kan örneklerinde MN sıklığı yüksek gözlenmiştir.
 - Bu sonuçlar iyonizan radyasyonlardan çok daha fazla çevresel faktörlerden yani kimyasal kökenli ajanlardan etkilendiğini göstermektedir.
 - Son yıllarda toplum genelinde MN sıklığında bir artış olduğu gözlenmektedir.
- Bunun nedeninin toplumda giderek artan hazır gıdalar, sigara kullanımı, medikal uygulamalar, ilaç kullanımı, Çevre kirliliği, petrol ve türevlerinin kullanımı gibi faktörlere bağlı olduğu düşünülmektedir.
- Çalışmanın Kontrolü olarak Isparta İli seçilmiş ve 15/06/2006 tarihinden itibaren gönderilen 31 kan örneğinde CA ve MN kültürleri yapılmış, 5 kişinin MN slaytları değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; Elde edilen veriler ışığında son 2-3 yıl içinde tıbbi amaçlı olanlar dışında, kromozom hasarlarında radyasyona maruz kalınma etkisine rastlanmamıştır.

Kaynaklar:

1. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
2. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kaynakları