T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEYŞEHİR GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ DOĞAL RADYASYON DOZ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Engin ALTINKAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI
KONYA, 2010

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BEYŞEHİR GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ DOĞAL RADYASYON DOZ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Engin ALTINKAYA
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nuretdin EREN
2010, 48 sayfa
Jüri: 1: Prof.Dr. Rıza OĞUL
2: Yrd.Doç.Dr. Nuretdin EREN (Danışman)
3: Yrd.Doç.Dr. Mehmet ERDOĞAN

Yaşanılan bir bölgede mevcut olan doğal radyasyon dozunu, radyasyon sayacı ile ölçebiliriz. İnsanların yaşadıkları çevrede maruz kaldıkları radyasyon kaynakları, genellikle kozmik ve karasal radyasyondan meydana gelen doğal radyasyon kaynaklarıdır. Doğal radyasyon yaşadığımız sürece korunamadığımız radyasyondur. Yaşanılan bölgede var olan doğal radyasyon miktarındaki değişimlerin tespit edilebilmesi için mevcut dozun bilinmesi gerekir. Belirlenen bölgede farklı noktalarda periyodik aralıklarla alınan ölçümler sonucunda bölgenin doğal radyasyon miktarını tespit edebiliriz. Teknolojinin getirisiyle ve farklı olumsuz koşullarla bölgede artan radyasyonu, ilk değerlerini bilerek fark edebiliriz.

Bu çalışmada, Konya ili sınırları içerisinde yer alan Beyşehir Gölü kenarında, Isparta ili Yenişarbademli ilçesinde, kapalı ve açık mekanda, Pınargözü Mağarasında. Pınargözü mağarası Yenişarbademli ilçesine 10 km uzaklıktadır. Doğal radyasyon dozu Geiger-Mueller LND712 dedektörü ile yerden belli bir yükseklikten, yıl boyunca ayda bir gün olmak üzere ölçülmüştür. Ayrıca bu bölgeler farklı rakımlara sahiptir. Yükselti farkından dolayı oluşan doğal radyasyon değişimleri de belirlenmiştir. Bunun yanı sıra mevsimsel değişim ve günün farklı saatlerinde doğal radyasyon miktarındaki değişim gözlenmiştir. Ölçümler beşer dakikalık sürelerle üç kez alınmış ve ortalama değeri cpm (cound per minute) cinsinden belirlenmiştir.

Ölçüm yapılan yerlerde maruz kalınan doğal radyasyon miktarının uygun aralıklarda olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal radyasyon, Beyşehir Gölü, Pınargözü Mağarası, Yenişarbademli, Kozmik ışın, LND712

ABSTRACT

Master Thesis

Researching of Natural Radiation Dose Level in Beyşehir Lake and Around It's Environment

Engin ALTINKAYA

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Physics Department

Advisor: Asst. Prof. Nuretdin EREN

2010, 48 page

Jury: 1: Prof.Dr. Rıza OĞUL
2: Asst. Prof. Nuretdin EREN (Supervisor)
3: Asst. Prof. Mehmet ERDOĞAN

We can measure natural radiation level with a radiation meter in a region that is experienced. The radiation sources that people exposure in their environment are generally occure from cosmic and terrestial radiation. Natural radiation is a radiation which we cannot protect ourselves as long as we live. It is necessary to know the current dose in order to detect the quantity of natural radiation in an experienced region. We can determine the amount of natural radiation as a result of measurements taken at periodic intervals in different points of determined region. We determine the radiation in this manner which is increasing in a different and adverse conditions with the income of technology.

In this work, a natural radiation level located around Beyşehir Lake within the borders of Konya, in Yenişarbademli located in Isparta, indoors and outdoors venues, in Pınargözü cave. Pınargözü cave is 10km away from Yenişarbademli, is measured from certain height with a Geiger-Mueller LND712. Also, this region has different altitudes. At the same time the natural radiation changes due to elevation difference has been identified. Besides the seasonal variation, amount of natural radiation changes at different times of day were observed. Measurements are taken three times in five minutes and its average value was determined in terms of cpm (cound per minute).

The amount of natural radiation exposured in the measurement areas was identified in the appropriate range.

Keywords : Natural Radiation, Beyşehir Lake, Pınargözü Cave, Yenişarbademli, Cosmic Rays, LND712.

ÖNSÖZ

Bu çalışma sırasında bana yol gösteren, yardımını hiç esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nuretdin EREN'e, ölçümlerde kullandığım cihazı bana temin eden S.D.Ü Öğretim Üyesi Yrd. Doç.Dr. Abdullah KAPLAN'a, tezimde bulunan ölçümleri alırken beni yalnız bırakmayan ve beni tez çalışmam sırasında sürekli motive eden eşime, bütün eğitim hayatım boyunca bana gösterdikleri özveri ve güvenden dolayı anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Engin ALTINKAYA

OCAK 2010, Konya

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER viii
ÇİZELGELER ix
1.GİRİŞ 1
1.1. Radyasyon Nedir? 3
1.2. Radyasyon Kaynakları 3
1.2.1. Doğal radyasyon kaynakları 4
1.2.2. Yapay radyasyon kaynakları 6
1.3. Radyasyonun Kullanım Alanları ve Özellikleri 8
1.4. Radyasyon Çeşitleri 9
1.4.1. Alfa parçacıkları 10
1.4.2. Beta Parçacıkları 11
1.4.3. X Işınları 12
1.4.4. Gama Işınları 13
1.4.5. Nötronlar 14
1.5. Radyasyon Dozu Birimleri ve Belirlenmesi 15
1.6. Radyasyonun İnsan Sağlığına Etkisi 18
1.6.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri) 21
1.6.2. Gecikmiş etkiler (kronik ışınlama etkileri) 21
1.6.3. Somatik etkileri 22
1.6.4. Genetik etkileri 23
1.7. Beyşehir Gölü ve Yenişarbademli 24
1.7.1. Beyşehir gölü 24
1.7.2. Yenişarbademli ilçesi 24
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 26
3. MATERYAL VE METOD 27

3.1. Doğal Radyasyonun Belirlenmesi 27
3.2. Cihaz Tanıtımı 30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 32
4.1. Beyşehir Gölü Kıyısı Ölçüm Sonuçları 34
4.2. Bina Dışı Ölçüm Sonuçları 35
4.3. Bina İçi Ölçüm Sonuçları 36
4.4. Pınargözü Mağarası Ölçüm Sonuçları 37
4.5. Vali Çeşmesi Ölçüm Sonuçları 38
4.6. Ölçüm Bölgelerinde Ortalama Değerler 39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 41
5.1. Beyşehir Gölü Kıyısı Ölçümü 41
5.2. Bina Dışı Ölçümü 42
5.3. Bina İçi Ölçümü 42
5.4. Pınargözü Mağarası Ölçümü 43
5.5. Vali Çeşmesi Ölçümü 44
5.6. Ortalama Değerler 44
6. KAYNAKLAR 46
ÖZGEÇMİŞ 48

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Kozmik ışınlardan bir saatte alınan rad. dozunun yüksekliğe bağlı değişimi 5
Şekil 1.2 Doğal rad. kaynaklarından maruz kalınan küresel rad. dozlarının oransal değ..6
Şekil 1.3 Doğal ve yapay rad. kaynaklarının küresel radyasyon dozuna oransal katkıları..7
Şekil 1.4 Radyasyon Çeşitleri 9
Şekil 1.5 Radyasyon çeşitlerinin giricilikleri 10
Şekil 1.6 Alfa bozunması 10
Şekil 1.7 Beta Işınımı.....11
Şekil 1.8 X Işını 12
Şekil 1.9 Gamma Işınımı.....13
Şekil 1.10 Nötron yayınımı 14
Şekil3.1 Beyşehir Gölü batı kıyısından bir görünüm 28
Şekil 3.2 Yenişarbademli ilçesinden bir görünüm.....28
Şekil3.3 Pınargözü Mağarası'ndan bir görünüm.....29
Şekil3.4 Vali Çeşmesi'nden bir görünüm.....29
Şekil 3.5 Geiger-Mueller LND712 dedektörü.....30
Şekil 4.1 Beyşehir Gölü kıyısı radyasyon ölçümü 34
Şekil 4.2 Bina dışı radyasyon ölçümü.....35
Şekil 4.3 Bina içi radyasyon ölçümü 36
Şekil 4.4 Pınargözü Mağarası radyasyon ölçümü 37
Şekil 4.5 Vali Çeşmesi radyasyon ölçümü.....38
Şekil 4.6 Sabah, öğle ve akşam ortalama radyasyon değeri.....39
Şekil 4.7 Bölgelerde görülen ortalama radyasyon değerleri 40

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1 Özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki 17
Çizelge 3.1 Geiger-Mueller LND712 dedektörünün teknik özellikleri..... 31
Çizelge 4.1 Beyşehir Gölü kıyısı doğal radyasyon ölçüm sonuçları..... 34
Çizelge 4.2 Bina dışı doğal radyasyon ölçüm sonuçları..... 35
Çizelge 4.3 Bina içi doğal radyasyon ölçüm sonuçları..... 36
Çizelge 4.4 Pınargözü Mağarası doğal radyasyon ölçüm sonuçları..... 37
Çizelge 4.5 Vali Çeşmesi doğal radyasyon ölçüm sonuçları..... 38
Çizelge 4.6 Sabah, öğle ve akşam ortalama doğal radyasyon değerleri 39
Çizelge 4.7 Bölgelere ait ortalama radyasyon değerleri..... 40

1.GİRİŞ

NaCl gibi inorganik kristallerin X ışınlarına tabi tutulmasıyla renk merkezleri olarak adlandırılan bozulmalar elde edilebilir. Kapsamlı olarak incelenen bir renk merkezi, Cl- boşluğunda yakalanmış bir elektron olarak belirlenmiştir. Radyasyonun insan yaşamında olumlu veya olumsuz birçok alanda etkileri mevcuttur. Canlının içinde yaşadığı yerde mevcut olan radyasyon miktarının belirlenmesi, radyoaktivite ile doğrudan ya da dolaylı olarak temasta olan canlının yaşamı için önem taşımaktadır.

Canlılar yaşadıkları ortamda su, toprak ve havadaki radyasyona maruz kalırlar. Canlıların maruz kaldıkları bu radyasyon miktarları normal sınırları bilim çevrelerince güvenilirliği kabul görmüş örgütlerce belirlenmiştir. Bu sınırların üzerinde bir doza maruz kalınması canlının hayatını etkiler. Bu etkilenme yaşamı devam ettirme ya da sağlıklı devam ettirmenin güçleşmesi şeklinde tanımlanabilir. Bir bölgedeki doğal radyasyonun belirlenmesi, olası radyasyon dozlarında meydana gelecek değişikliklerin tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınmasında önemlidir. Ayrıca bölgesel olarak ülkemizde yapılan benzer çalışmalar sonucunda ülkemizin radyasyon haritasının çizilmesine veri olacaktır. Radyasyon gelişen teknoloji ile hayatımıza müthiş bir şekilde yerleşmiştir ve birçok alanda kullanılmaktadır. Radyasyonun kullanım alanlarına bakacak olursak

- Tıpta kullanımı
- Işınlama amaçlı kullanımı
- Endüstriyel uygulama
- Jeolojide kullanımı
- Tarım ve hayvancılık
- Sterilizasyon ve arıtma
- Enerji üretimi
- Yaş tayini
- Nükleer güç santralleri
- Tüketici ürünleri
- Araştırma amaçlı kullanım

Yaşamış olduğumuz bölgede doğal yollarla ya da teknolojinin etkisiyle hayatımız boyunca radyasyona maruz kalmaktayız. Maruz kaldığımız bu radyasyon, dozuna bağlı olarak insanları etkilemektedir. Radyasyon her zaman insanlara zarar vermez. Radyasyonun insanlara kullanım alanlarında da görüldüğü üzere yaşam kolaylığı sağlayan faydaları da mevcuttur. Radyasyon madde tarafından soğurulduğunda kinetik enerjileri ısıya dönüşür. Bu ısı çeşitli reaktörlerle elektrik enerjisine dönüştürülür. Radyasyonla ilgi bilgileri kavranmasında öncelikle radyasyonla ilgili bazı terimlerin bilinmesinde yarar vardır.

Bazı nükleer radyasyon terimleri şunlardır:

Radyasyon(ışınım): Enerjinin uzayda veya maddesel bir ortam içinde dalga şeklinde yayılmasıdır.

Aktivite (bozunma hızı) : Bir radyoaktif maddenin birim zamanda bozunan atom sayısına, bu maddenin aktivitesi veya bozunma hızı denir.

Radyoaktivite: Bir radyoaktif maddenin radyoaktif ışınlar ile enerji yayması olayıdır. Bu şekilde enerji yayabilen maddelere radyoaktif madde, yayılan enerjiye radyoaktif ışın denir.

Alfa ışınları : +2 değerli helyum çekirdeğidir. Hızları 15–20 km/s dir. Karşılarına konacak bir alüminyum levha veya kalın bir kartonla durdurulabilir.

Beta ışınları: Çekirdekte bir nötronun protona dönüşmesi sırasında bir elektron açığa çıkar ve bu elektron beta ışıması olarak yayınlanır. Hızları yaklaşık ışık hızına eşittir. Alfa ışınlarına göre daha fazla giricilikleri olmasına rağmen 1cm kalınlığındaki alüminyum levha ile durdurulabilirler.

Gama ışınları: Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalardır. Elektriksel olarak yüksüzdürler. Hızları ışık hızına eşittir. 30 cm çelik, 40 cm kurşundan dahi geçebilirler.

Absorblanma Dozu: Soğulan radyasyon dozudur. Birimi klasik sistemde RAD (Radiation Absorbed Dose), SI'da Gy (Gray).

Işınlama Dozu: Radyasyon dozudur. Birimi R(Röntgen) dir.

1.1. Radyasyon Nedir?

Elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji emisyonu (yayımı) ya da aktarımına radyasyon denir. Bilindiği gibi maddenin temel yapısı atomlardan meydana gelir. Atom ise, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ile bunun çevresinde dönmekte olan elektronlardan oluşmaktadır. Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı, proton sayısından oldukça fazla ise; bu tür maddeler kararsız bir yapı göstermekte ve çekirdeğindeki nötronlar alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yayarak parçalanmaktadırlar. Çevresine bu şekilde ışın saçarak parçalanan maddelere "*radyoaktif madde*", çevreye yayılan alfa, beta ve gama gibi ışınlara ise "*radyasyon*" adı verilmektedir.

Bir başka deyişle radyasyonu, ortamda yol alan enerji olarak tanımlamak da mümkündür. Bu tanım kapsamında doğal ya da yapay radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçebilmek için dışarı saldıkları hızlı parçacıklar ve elektromanyetik dalga şeklinde taşınan fazla enerjileri de "*radyasyon*" olarak adlandırılır(Yaren-Karayılanoğlu,2005).

1.2. Radyasyon Kaynakları

İnsanoğlu yaşamı boyunca sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yerini alan çok uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır. Geçtiğimiz yüzyılda bu doğal düzey, nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile bir hayli artış göstermiştir. Yaşanılan yer, bu yerin toprak yapısı, barınılan binalarda kullanılan malzemeler, mevsimler, kutuplara olan uzaklık ve hava şartları maruz kalınan radyasyon şiddetinde etkendir. Yağmur, kar, alçak basınç, yüksek basınç ve rüzgar yönü gibi etkenler de doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirler.

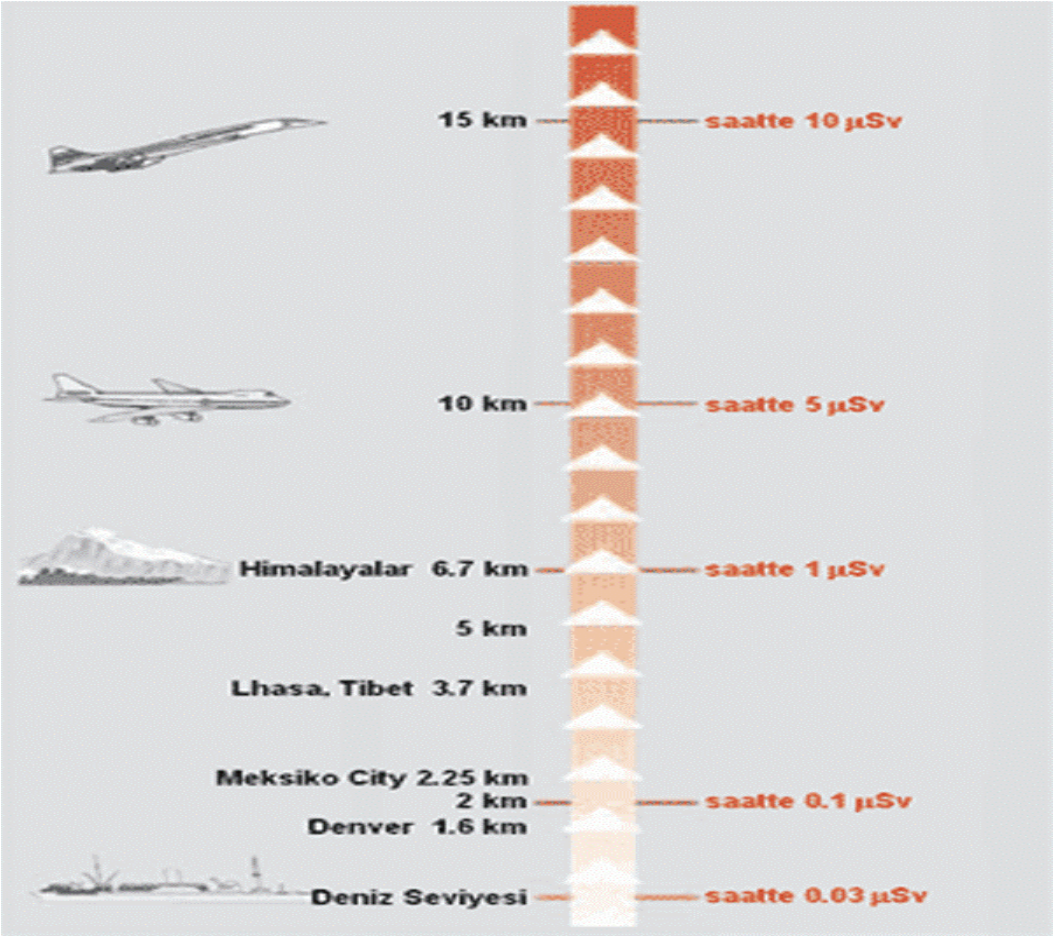
Doğada mevcut bulunan kararsız elementler kararlı yapıya geçmeye çalışırken, hiçbir dış müdahale olmadan, sahip oldukları fazla enerjilerini çekirdeklerinden dışarı salarlar. Böyle elementlere doğal radyoaktif elementler, bunların enerji salma olayına da doğal radyoaktivite denir. Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar da yapay yollarla kararsız (radyoaktif) hale getirilebilirler. Radyoaktif hale gelen çekirdek parçalanmaya uğrar. Bu olay yapay radyoaktivite olarak adlandırılır (Togay, 2002).

Radyasyon kaynakları iki seçenekte incelenebilir.

1.2.1. Doğal radyasyon kaynakları

Doğal radyasyonun bir kısmı uzaydan dünyamıza gelen kozmik ışınlardan oluşmaktadır. Gelen bu ışınların çoğu atmosfer tarafından süzülmektedir. Bu durumda yüksek kesimlerde maruz kalınan radyasyon dozu deniz seviyelerine göre daha fazladır. Günlük yaşantımızda, kozmik ışınlar nedeniyle maruz kaldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0.39 mSv / yıl'dır.

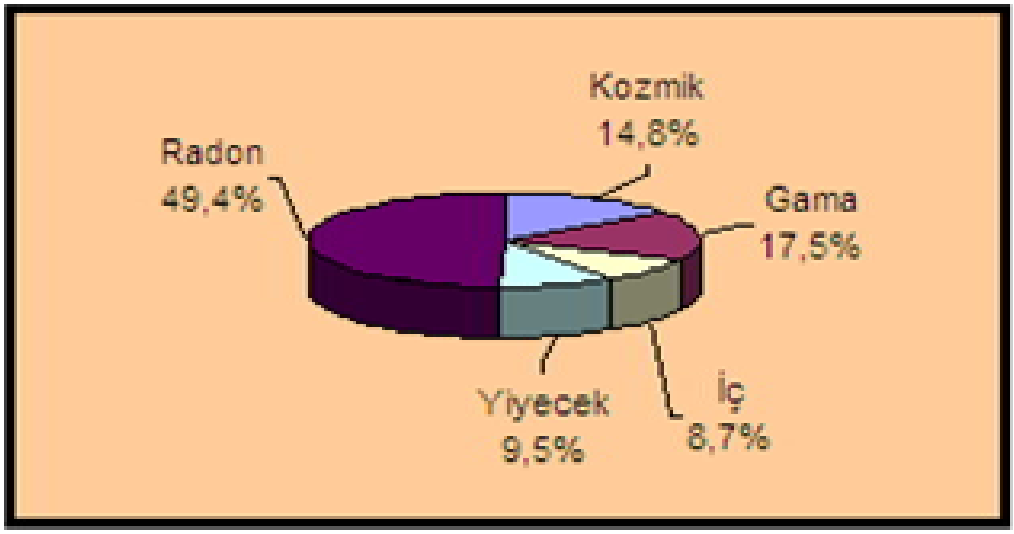
Fosil yakıtlar ise doğal ve uzun ömürlü radyoaktif elementler içerirler. Bu tür elementler yakıt içinde iken bir radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak fosil yakıtlar yakıldıklarında bu elementler atmosfere yayılır ve daha sonra toprağa dönerek doğal radyasyon düzeyinde az da olsa bir artışa neden olur. Doğada mevcut kısa ömürlü radyoaktif elementlerin yaydığı gama ışınlarının da katkısıyla topraktan maruz kaldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0.46 mSv/yıl dır.



Şekil 1.1 Kozmik ışınlardan bir saatte alınan radyasyon dozunun yüksekliğe bağlı değişimi(http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radbiryasam.html).

Doğal radyasyon düzeyini etkileyen en önemli olaylardan birisi de yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra^{226}) bozunması sırasında salınan **"**radon gazı" dır. Bu bozunma sırasında radon haricindeki radyoaktif maddeler toprak içerisinde kalır. Radon ise toprak yüzeyine yükselir. Radon gazı yayılma sırasında seyrelirse herhangi bir sorun oluşmaz. Fakat radon gazının yayıldığı yüzey üzerinde yerleşim var ise, burada bulunan evlerde iyi bir havalandırma sisteminin olması gerekir. Radon gazı ev tabanının yüzeyinin altında toplanır. Bu yüzdendir ki; yüksek radon konsantrasyonu genellikle binaların bodrum katlarında görülmektedir (Kumru ve Hüryasar, 2003).

Binada havalandırma yoksa radon gazı evin içinde dışarıdakinden kat kat daha fazla olacaktır. Bu gaz teneffüs edildiği takdirde akciğerlere geçici olarak yerleşip tüm dokuların radyasyona maruz kalmasına neden olabilir.



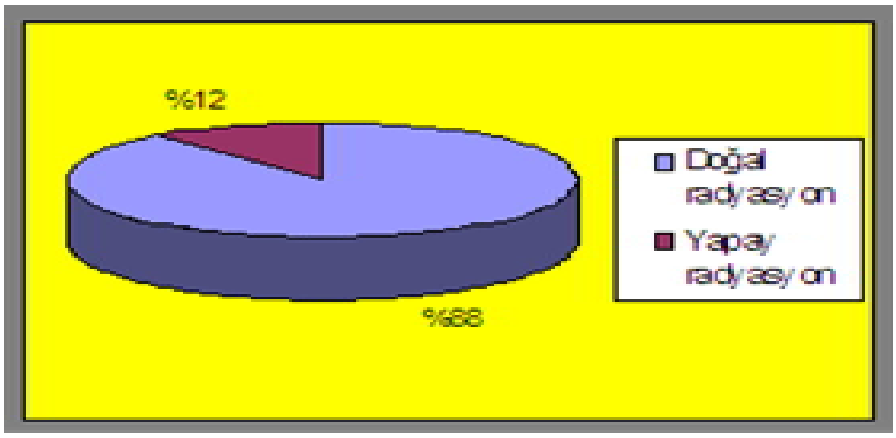
Şekil 1.2 Doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozlarının oransal değerleri

(http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radbiryasam.html).

1.2.2. Yapay radyasyon kaynakları

Gelişmiş endüstriyel ekonomilerin ve yüksek yaşam standartlarının, doğada mevcut olmayan bazı radyasyon kaynakları kullanılmadan süreklilik gösterebileceğini düşünmek şimdilik pek mümkün görünmemektedir. İşte bu yüzden insanoğlu, teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynaklarını yapay yollarla üretme ihtiyacı duymuştur. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlar. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir. Yapay radyasyon kaynakları da tıpkı doğal

radyasyon kaynakları gibi belli miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalınmasına neden olurlar. Ancak bu doz miktarı, talebe bağlı olarak artsa da doğal kaynaklardan alınan doza göre çok daha düşüktür. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları da maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir.



Şekil 1.3 Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarının küresel radyasyon dozuna oransal katkıları (http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radbiryasam.html).

Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar, yapay yollarla kararsız (radyoaktif) hale getirilebilirler. Radyoaktif hale gelen çekirdek parçalanmaya uğrar. Bu olay yapay radyoaktivite olarak adlandırılır (Togay, 2002). Şekil 1.3 de Yapay ve doğal radyasyon kaynaklarının küresel radyasyon dozuna oransal katkıları verilmiştir.

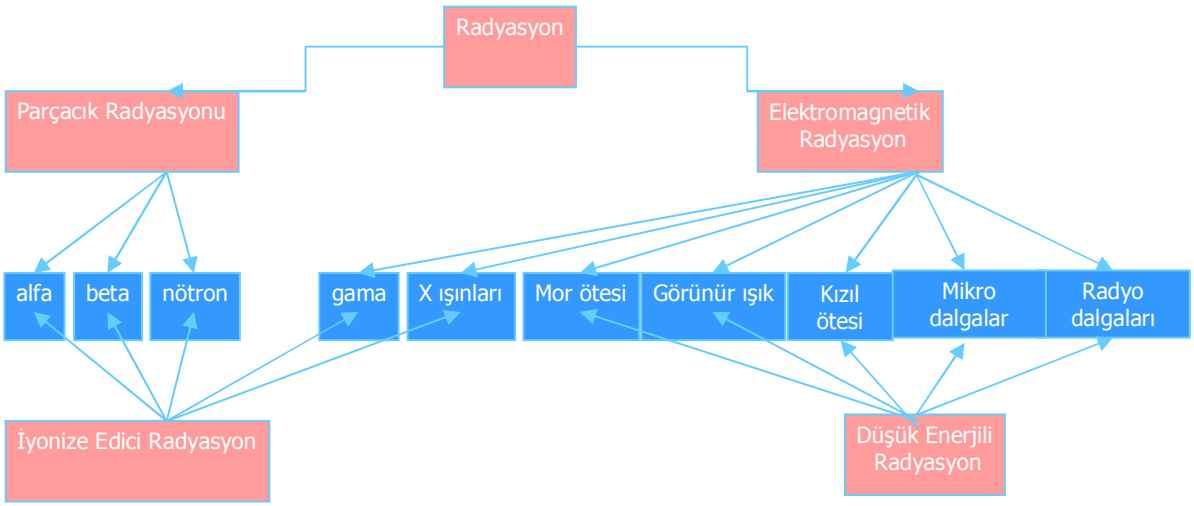
1.3. Radyasyonun Kullanım Alanları ve Özellikleri

Üretim sektöründe, endüstride, tıpta ve biyolojide oldukça fazla kullanılmaktadır. Çeşitli reaksiyonlardaki kimyasal maddelerin tespit edilmesinde de kullanılır. Bu kullanımlar neticesinde kimyasal kirleticilerin ekolojik dengeyi bozmak gibi bir dezavantajı da vardır. İnsan, hayvan ve bitkilere zarar verirler.

Radyasyonu temelde iki guruba ayırabiliriz. Bunlar *"parçacık"* ve ***"dalga"*** tipi radyasyonlardır. Parçacık radyasyonu; belli bir kütle ve enerjiye sahip çok hızlı hareket eden küçük parçacıklardır. Bunlar hızla giden mermilere benzerler, ancak çok küçüktürler ve gözle görülemezler. Dalga tipi radyasyon; belli bir enerjiye sahip ancak kütlesizdir. Bunlar, titreşim yaparak ilerleyen elektrik ve manyetik enerji dalgalarına benzerler. Görünür ışık dalga tipi radyasyonun bir çeşididir. Bütün dalga tipi radyasyonlar ışık hızıyla ($3x10^8$ m/saniye) hareket ederler.

Radyasyonun belli başlı kullanıldığı yerleri şu şekilde sıralamamız mümkündür. Tıpta kullanımı, Işınlama amaçlı kullanımı, Endüstriyel uygulama, Jeolojide kullanımı, Tarım ve Hayvancılık, Sterilizasyon ve Arıtma, Enerji Üretimi, Yaş Tayini, Radyoaktif serpinti, Nükleer güç santralleri, Tüketici ürünleri, Araştırma amaçlı kullanım

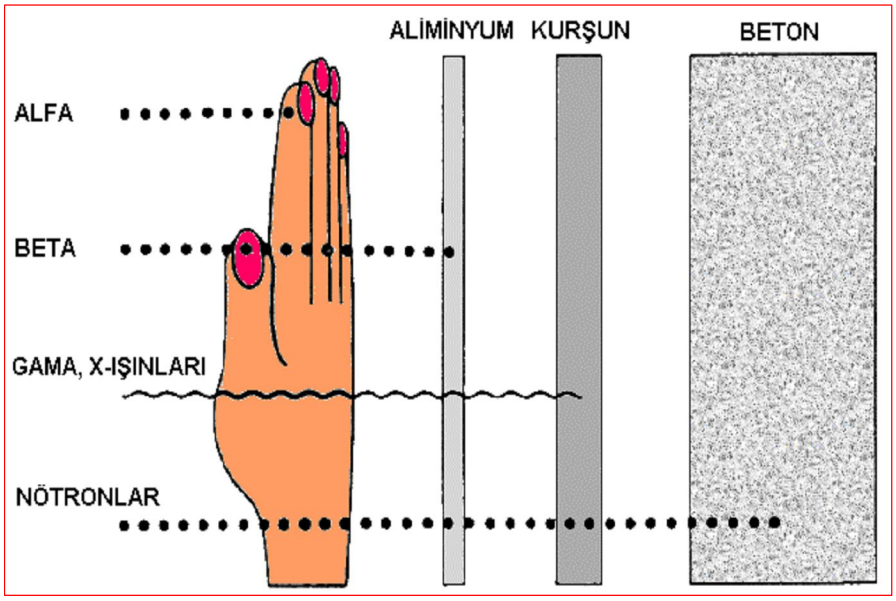
1.4. Radyasyon Çeşitleri



Şekil 1.4 Radyasyon Çeşitleri

Parçacık ve dalga tipli radyasyonları da ikiye ayırmamız mümkündür. "*İyonlaştırıcı Radyasyon*" ve "*İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon*"

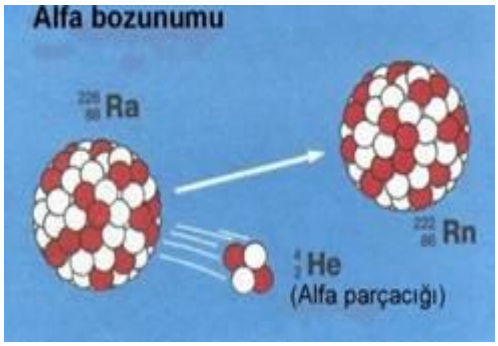
İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilen radyasyon demektir. İyon meydana gelmesi yani iyonizasyon olayı herhangi bir maddede meydana gelebileceği gibi insanlar dahil tüm canlılarda da oluşabilir. O halde iyonlaştırıcı radyasyonlar, önlem alınmadığı takdirde tüm canlılar için zararlı olabilecek radyasyon çeşitleridir. Başlıca beş iyonlaştırıcı radyasyon çeşidi vardır. Bunlar, Alfa parçacıkları, Beta parçacıkları, X ışınları, Gama ışınları ve Nötronlardır.



Şekil 1.5 Radyasyon çeşitlerinin giricilikleri (Büyükuslu,2007)

1.4.1. Alfa parçacıkları

Alfa parçacığı iki proton ve iki nötrondan oluşmuş bir helyum ($_2He^4$) çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. α işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdeğin,alfa çıkararak parçalanması olayı atom numarası büyük izotoplarda görülür ve genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır.

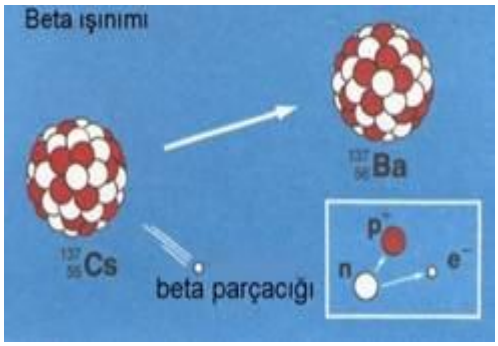


Şekil 1.6 Alfa bozunması

Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kağıt tabaka ile) durdurmak mümkündür. Bunun sebebi, diğer radyasyon çeşitlerine göre sahip oldukları nispeten büyük elektrik yükleridir. Sahip oldukları bu elektrik yükü, alfa parçacıklarının herhangi bir madde içerisinden geçerken yolları üzerinde yoğun bir iyonlaşma meydana getirmelerine ve bu yüzden de enerjilerini çabucak kaybetmelerine yol açar. Enerjilerini bu şekilde çabucak kaybeden alfa parçacıklarının erişme uzaklıkları da dolayısıyla çok kısadır. Bu yüzden de normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak, mide, solunum ve yaralar vasıtasıyla vücuda girdiklerinde tehlikeli olabilirler(Togay,2002).

1.4.2. Beta Parçacıkları

Çekirdekteki enerji fazlalığı çekirdek civarında, $E = mc^2$ eşitliğiyle açıklanabilen bir kütle oluşturur. Bu kütle çekirdekteki fazla yükü alır ve dışarıya bir beta ışını olarak çıkar. Bunlar pozitif veya negatif yüklü elektronlardır. Pozitif yüklü elektronlar "β^+"ile, negatif yüklü iyonlar ise "β^-" işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa β^+, nötron fazlalığından meydana geliyorsa β^- çıkar.

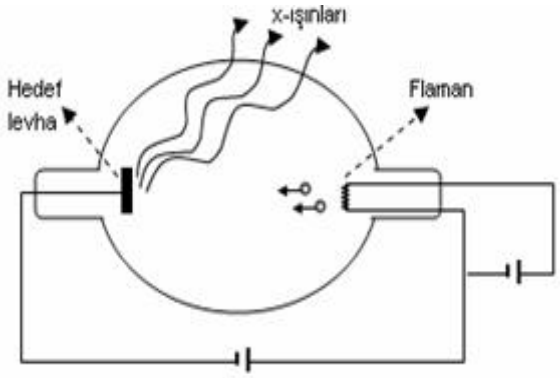


Şekil 1.7 Beta Işınımı

Beta parçacıkları da alfa parçacıkları gibi belli bir yük ve kütleye sahip olduklarından madde içerisinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya sebep olurlar. Ancak bu iyonlaşma, alfa parçacıklarının oluşturduğu iyonlaşmadan daha azdır. Çünkü bu parçacıklar alfa parçacıklarına göre daha hafif ve yüz kere daha giricidirler. Yine de bunlardan korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir (Togay,2002).

1.4.3. X Işınları

Röntgen ışınları da denilen "*X ışınları*", görünür ışık dalgaları ve mor ötesi ışınları gibi dalga şeklindedir. Bir atoma dışarıdan gelen veya gönderilen yüksek enerjili elektronlar o atomun ilk halkalarından elektron koparırlar. Atomdan kopan bu elektronun yerine daha yüksek seviyelerden (üst halkalardan) elektronlar atlayarak kopan elektronun yerindeki boşluğu doldururlar. Bu sırada ortaya çıkan enerji fazlalığı X ışını şeklinde dışarı salınır.

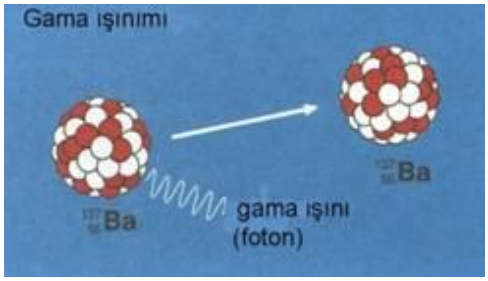


Şekil 1.8 X Işını

Çekirdek içerisinde bulunan protonlardan bir tanesi hareketi esnasında atomun ilk halkalarındaki elektronu yakalar ve nötrleşir. Yakalanan bu elektronun halkasındaki boşalan yere diğer bir halkadan bir elektron atlamasıyla X ışını meydana gelebilir. Bunların dışında da X ışını yapay olarak, röntgen tüplerinde de elde edilir. Şekil 1.8 de görüldüğü gibi, tüp içerisinde ısıtılmış katottan yayılan elektronlar, on binlerce voltluk gerilimle hızlandırılarak karşıdaki hedef anota çarptırılır. Bu çarpışma sonucu elektronlar durdurulurken elektronların kaybettiği enerji X ışınları olarak yayınlanır. Bu olaya Bremmstrahlung (Frenleme ışını) olayı, çıkan X ışınlarının oluşturduğu sürekli spektruma da Bremmstrahlung adı verilir (Togay,2002).

1.4.4. Gama Işınları

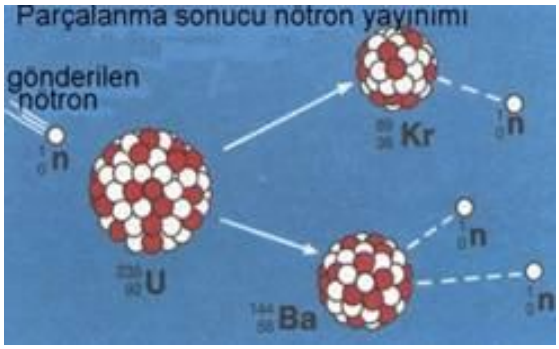
Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelir. Çekirdek bir alfa veya bir beta parçacığı çıkarttıktan sonra genellikle kararlı bir durumda olmaz. Fazla kalan çekirdek enerjisi bir elektromanyetik radyasyon halinde yayınlanır. Maruz kalınan gama radyasyon dozu her yerde aynı değildir. Toprak ve kayalarda yüksek konsantrasyonlarda bulunan ^{238}U, ^{232}Th ve ^{40}K gibi radyonüklidler en önemli dış radyasyon kaynaklarıdır (Canbazoğlu ve Doğru, 2003).



Şekil 1.9 Gamma Işınımı

Gama ışınları, beta ışınlarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha girici (nüfuz edici) ışınlardır. "γ" ile sembolize edilirler. Gama ve X ışınlarının, alfa ve beta parçacıklarına göre madde içine nüfuz etme kabiliyetleri çok daha fazla, iyonlaşmaya sebep olma etkileri ise çok daha azdır. Ancak birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve sadece belli bir kısmı durdurulabilir. Madde içerisinden geçerken üstel bir fonksiyon şeklinde bir şiddet azalmasına uğrarlar. Yüksüz olduklarından elektrik ve manyetik alanda sapma göstermezler (Togay,2002).

1.4.5. Nötronlar



Şekil 1.10 Nötron yayınımı

Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Bu özelliklerinden dolayı herhangi bir madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler. Doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşmeleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya X ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Nötronlar sadece kalın beton, su veya parafin kütleleriyle durdurulabilirler (Togay,2002).

1.5. Radyasyon Dozu Birimleri ve Belirlenmesi

Belli bir zaman içerisinde kullanılan yani tüketilen miktara doz denir. Bu durumda radyasyon dozu ise hedef kütle tarafından belli bir sürede soğurulan radyasyon miktarıdır. Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi (ICRU) radyasyon çalışmalarında kullanılan kavramlar olan aktivite, ışınlama dozu, soğurulma dozu ve doz eşdeğeri için özel birimler tanımlamıştır. Bunlar sırasıyla; *Curie (Ci), Röntgen (R), rad ve rem*'dir. Bu özel birimler, 1986 yılından itibaren terk edilmeye başlanmış ve yerine tüm dünyada kullanılan birimlerin aynı olması düşüncesi ile M.K.S. sistemini esas alan "Uluslararası Birimler Sistemi (SI)" kullanılmaktadır. Aynı kavramlar için SI birimleri sırasıyla *Becquerel (Bq), Coulomb/kg, Gray (Gy), ve Sievert (Sv)* olarak seçilmiştir. Çizelge1.2 de radyasyon terimleri ve doz hesaplamalarında kullanılan özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki topluca verilmiştir.

Radyasyonu ölçmek için çeşitli aygıtlar (detektör) geliştirilmiştir. Bu aletler, tıbbi teşhisler, radyoaktif tarih ölçümleri, taban sayımı ölçümleri gibi çeşitli amaçlar için kullanılır. Ölçüm cihazları Gazlı sayaçlar, Sintilasyon sayaçları ve Yarı İletken sayaçlar olarak sınıflandırılabilir.

Gazlı sayaçlardan Geiger sayacı radyasyonu belirlemek için kullanılan en yaygın cihazdır. Radyasyonu belirlemenin temel işlemi, ortamın iyonlaşmasını sağlamaktır. Geiger sayacı bu işin prototipi (ilk örneği) olarak düşünülebilir.

Röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. Rem=(rad)x(WR)*

Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. Sv= (Gy)x(WR)* 1Sv=100rem, 1rem=0.01Sv

(WR)*; “Radyasyon ağırlık faktörü” olarak adlandırılır. Farklı radyasyonların biyolojik etkilerindeki farklılıkları hesaba katmak ve aynı zamanda radyasyondan korunma hesaplarını basitleştirmek için kullanılan bir faktördür (Yasar, 1999).

Sayaç, düşük basınçtaki bir gaz ile doldurulmuş silindirik bir metal tüp ve tüp ekseni boyunca uzun bir tel içerir. Tel, tüpe göre yüksek pozitif potansiyelde tutulur. Yüksek enerjili bir parçacık veya foton bir uçtaki ince bir pencereden içeri girdiğinde, gaz halindeki atomların bazılarını iyonlaştırır. Atomlardan kopan elektronlar, pozitif tele doğru çekilir ve bu işlemde elektronlar yörüngelerindeki diğer elektronları iyonize ederler. Bu da tüpün çıkışında bir akım pulsu üreten elektronlar kümesinin ortaya çıkmasıyla sonuçlanır. Pulsu yükselttikten sonra ya bir elektronik sayıcı tetiklemek için kullanılır ya da her parçacık yakalanmasında ses veren bir hoparlöre dağıtılabilir.

Nükleer radyasyon dedektörlerinin pek çoğu, dedektöre gelen radyasyonların oluşturduğu iyonları (veya elektronları) ayırmak ve saymak için bir elektrik alan kullanır en basit tipte bir dedektör iyonlaşma odasıdır. Bunlar plakaların arasına gaz (daha çok hava) doldurulmuş paralel düzlem kondansatörlerdir. Plakalar arsındaki elektrik alan, iyonların elektronlarla tekrar birleşmesini engellerler. Elektron bulutu pozitif potansiyelde tutulan plakaya doğru sürüklenirken, pozitif yüklü iyonlarda diğer plakaya doğru sürüklenir. Gazlı sayaçların, nükleer fiziğin ilgilendiği pek çok radyasyon için elverişsiz tarafı, düşük verimli olmalarıdır.

Sintilasyon sayaçları bu ikilemi şöyle çözer. Sintilasyon sayaçları materyal seçimindeki ikilemi iyonlaşma sonucu oluşan elektronik pulslarla oluşan elektronlarla aynı olmadığı seklinde açıklar. İyonlaşma elektronu ile puls elektronları arasında bir aracı vardır, bu ışıktır. Burada gelen radyasyon dedektöre girer ve atomları uyarılmış düzeylere çıkaran çok fazla sayıda etkileşme yapar. Özellikle maddeyle yüklü parçacıklardan daha zayıf etkileşim yapan gama ışınlarına karşı hassastır (Serway, 1996).

	ESKİ	**YENİ**	**DÖNÜŞÜM**
Aktivite	Curie (Ci) ; $3.7x10^{10}$ prç / 1 sn	Becquerel (Bq); 1prç / sn	$1Ci=3.7x10^{10}Bq$ 1 Ci=37 GBq
Işınlama Dozu	Röntgen (R) ; (0^0C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1kg'ında $2.58x10^{-4}$ Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya β radyasyonu miktarıdır.	Coulomb / kilogram (C/kg) ; normal hava şartlarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya β radyasyonu miktarıdır.	$1C/kg=3876R$ $1R = 2.58x10^{-4}$ C/kg
Soğrulmuş Doz	radiation doz (rad); Işınlanan maddenin 1 kg'ında 10^{-2} Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	Gray (Gy) ; ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	1Gy=100rad 1rad=0.01 Gy
Doz Eşdeğeri	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi radyasyon miktarıdır. $rem=(rad)x(W_R)$*	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. $Sv= (Gy)x(W_R)$*	1Sv=100rem 1rem = 0.01Sv

Çizelge 1.1 Özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki

Uyarılmış durumlar hızla, görünür bölgede (veya görünür bölgeye akı) ışık yayınlarlar. Böyle materyallere flüoresans denir. Işık foto duyarlı yüzeye çarparak foton başına en çok bir foto elektron salınmasına neden olur. Bu ikincil elektronlar foto çoğaltıcı tüpte çoğaltılır, hızlandırılır ve çıkış pulsları şekline dönüştürülür.

Yarı iletken dedektörler pratikte ters besleme voltajlarıyla (1000–3000 v) çalıştırılırlar, bu voltaj iki etkiye sahiptir. Tükenme bölgesindeki elektrik alan büyüklüğünü, yük birimini daha verimli yaparak artırır ve bir tip materyalden diğerine daha fazla yük taşıyıcısını sürükleyecek bir kuvvet uygulayarak tükenme bölgesinin boyutlarını (dolayısıyla dedektörün duyarlı hacmi artırılır) artırır.

1.6. Radyasyonun İnsan Sağlığına Etkisi

X ışınları, ultraviyole ışınlar, görülebilen ışınlar, kızıl ötesi ışınlar, mikro dalgalar, radyo dalgaları ve manyetik alanlar, elektromanyetik spektrumun parçalarıdır. Elektromanyetik parçaları, frekans ve dalga boyları ile tanımlanır. Ultraviyole ve X ışınları çok yüksek frekanslarda olduğundan, elektromanyetik parçalar kimyasal bağları kırabilecek enerjiye sahiptir. Bu bağların kırılması iyonlaşma diye tanımlanır. İyonlaşabilen elektromanyetik radyasyonları, hücrenin genetik materyali olan DNA'yı parçalayabilecek kadar enerji taşımaktadır.

Elektromagnetik dalga ışıması etkisinde kalan canlılar, elektromagnetik radyasyonu soğurmaktadır. Soğurulan elektromagnetik radyasyon vücutta ısınmaya yol açmakta ve bazı organlardaki elektrik akımının değişmesine neden olmaktadır. Elektromagnetik ısınım üreme organlarına, sinir sistemine, dolaşım sistemine zarar vermekte ve doku hücrelerinin kimyasal yapısını da bozmaktadır. Elektromagnetik ısınım soğurulmasının, baş ağrısı, hafıza kaybı, sinir ve dolaşım sistemi bozuklukları, bağışıklık sisteminin zayıflaması, uyku bozuklukları gibi hasarlara yol açtığı düşünülmektedir. Ancak elektromagnetik ısınım belli bir değerin altında olduğunda zararlı etkinin azaldığı bilinmektedir (Dizdar, 2004).

Elektromagnetik spektrum incelenecek olursa, bu sınıflandırmanın iyonize ve iyonize olmayan ışınlar olarak yapılabileceği görülür. Her iki tür radyasyonun da süre ve doz ilişkisi değerlendirildiğinde, radyasyonun türüne bağlı olmaksızın aşırı etkileşimin biyolojik veya diğer sistemlerde hasarların oluşmasına neden olacağı açıktır. Olaya etkileşimin veya bir başka deyişle, tahrip gücü açısından bakılması durumunda, iyonize radyasyonların daha tehlikeli olduğu görülür (Kaya, 2002).

Günümüzde iyonlaştırıcı radyasyonlar teknolojinin gelişimi ile bilim ve teknolojini nerdeyse her alanına girmiştir. Bu durum neticesinde çalıştıkları sektör gereği daha fazla kişi bu radyasyona maruz kalmaktadır. . Bu nedenle radyasyonların, canlılar özellikle de insanlar üzerinde meydana getirdiği biyolojik etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Radyasyonun zararları genellikle zamanla ortaya çıkan bir etki olup, ani etki ancak atom bombalarının yol açtığı ölümler ve yüksek radyasyondaki yanmalar şeklinde kendini göstermektedir. Bu işle uğrasan kişiler radyasyonun zararından korunmak için öncelikle nasıl bir yolla radyasyona maruz kalınabileceği tahmin etmesi gerekir.

İç radyasyonla kirlenme (internal kontaminasyon), radyoaktif maddelerin solunum, sindirim, mukozalar ya da cilt bütünlüğünün bozulması yoluyla vücuda girmesi ile oluşmaktadır. Vücuda giren bir radyoaktif madde, vücutta bulunduğu süre boyunca ışınlama yapar. Bu nedenle, iç radyasyon tehlikesinden korunmak için, ortamın, giysilerin ve cildin radyoaktif madde ile bulaşmasını, radyoaktif maddenin yiyecek ve solunum yoluyla vücuda girmesini önleyici önlemler alınması gereklidir. Bu önlemler arasında özel solunum cihazlarının kullanılması, tam yüz maske ve filtrelerinin kullanılması koruyucu elbiseler giyilmesi, imkan olmaması durumunda mendil, havlu vb. ile solunum yollarının kapatılması, kirlenen bölgedeki gıda ve suların tüketilmemesi sayılabilir(Yaren-Karayılanoğlu, 2005).

Dış radyasyona karşı korunmak için ise,

Uzaklık: Herhangi bir ısı kaynağından ne kadar uzaklaşırsak şiddetini o kadar az hissetmemiz gibi radyasyon kaynağından uzaklaşıldıkça şiddeti azalır. Radyasyonun şiddeti uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Görevli kişi, radyoaktif

kaynaktan güvenli olarak olması gereken kadar uzakta olmalıdır. Cihazlara bakım veya onarım yapılırken içlerindeki radyoaktif kaynak uzakta bulundurulmalıdır. Belirtilen dozdan fazla doza maruz kalmış ise işten bir sure ayrılarak izin yapmalı, bunu için maruz kaldığı dozu düzenli olarak ölçtürmelidir. Yani radyasyona maruz kalınan zamana dikkat edilmeli

Zaman: Çalışma koşullarına göre bazı kişiler defalarca radyasyona maruz kalabilir. Böyle durumlarda ışınlama zamanının azaltılması ile alınan radyasyon doz miktarı ve radyasyon nedeni ile hastalık riski minimum düzeyde tutulur. Örneğin, Doktorlar, tetkik edilecek hasta sayısını sınırlayarak ve yeterli görüntü elde edebilmek için en düşük ışınlanma zamanını kullanabilir. Diğer radyasyon görevlileri, radyasyon kaynaklarını mümkün olan en kısa ışınlama zamanında kullanmalıdır. En önemlisi ise kurşun ile muhafaza edilmiş odada bulunup ve zırh özellikli kurşun önlük giyerek kendisini korumalıdır. Burada da önemli olan zırhlamadır.

Zırhlama: X ve gama ışınları gibi giricilik özelliği fazla olan radyasyondan iyi bir şekilde korunmak için kurşun veya kalın betondan yapılmış engeller kullanılmalıdır. Bu nedenle, giricilik özelliği fazla olan radyasyon kaynakları, zırhlanmış kaplar içinde tutulur.

Radyasyonun hücre ile etkileşmesi sonucunda kromozomda meydana gelen hasarlar birtakım biyolojik etkilerin oluşmasına yol açarlar. Bu etkiler, bedensel ve kalıtımsal etkilerdir. Işınlanan kişinin kendi bedeninde meydana gelebilecek hasarlar bedensel etkiler, kendisinden sonraki nesillerde çıkabilecek hasarlar ise kalıtımsal etkiler olarak adlandırılır. Bedensel ve kalıtımsal etkiler de erken ve gecikmiş etkiler olarak iki farklı kategoride incelenebilir. Erken etkiler, kısa bir süre içinde ve bir defada yüksek dozlara maruz kalınması sonucunda kısa bir zaman aralığı içerisinde ortaya çıkabilecek hasarlardır. Gecikmiş etkiler ise uzunca bir süre aralıklı olarak düşük dozlara maruz kalınması sonucu ortaya çıkarlar. Erken etkiler akut ışınlanma etkileri, gecikmiş etkiler ise kronik ışınlanma etkileri olarak da adlandırılırlar (http://www.taek.gov.tr/ogrenci/sf7.html).

1.6.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri)

Vücudun belli bir bölgesi, tamamı veya büyük bir kısmı kısa bir zaman dilimi içerisinde büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kaldığında ortaya çıkabilecek hasarlar kişiden kişiye değişmekle birlikte genel olarak birkaç gün veya birkaç hafta içerisinde şiddetli hasarlar, hastalıklar ve hatta ölüm meydana gelebilir. Akut ışınlanmalar olarak adlandırılan bu tip ışınlanmalar, genellikle, bir kaza sonucu meydana gelen istem dışı ışınlanmalardır. Kazaların ana nedeni, radyasyon kaynaklarının kaybedilmesi, çalınması veya başka bir yolla kontrol dışı kalmaları olarak gözlemlenmektedir. İstatistikler, dünya genelinde 1945 ile 1997 yılları arasında, araştırma, tıp, nükleer ve diğer endüstriyel alanlarda radyasyon çalışanlarının yanı sıra halktan kişileri de kapsayan 140'ı ölümcül (28'i Çernobil kurbanı) olmak üzere yüzlerce kişinin yaralandığı 137 radyasyon kazası meydana geldiğini göstermektedir. Radyasyon güvenliği uygulamalarındaki önemli gelişmelere rağmen insanlara zarar verebilecek bu tür kazalar ne yazık ki halen meydana gelebilmektedir. Akut ışınlanmalar sonucu meydana gelebilecek etkileri, genel olarak, akut radyasyon sendromları ve bölgesel radyasyon hasarları olarak sınıflandırmak mümkündür(http://www.taek.gov.tr/ogrenci/sf7.html).

1.6.2. Gecikmiş etkiler (kronik ışınlama etkileri)

Kronik olarak ışınlanan kişilerde, yıllar sonra, katarak ve kanser vakaları görülebileceği gibi doğal ömür sürelerinde de bir kısalma söz konusu olabilir. Ayrıca, bu kişilerin kendilerinden sonraki nesillerinde kalıtımsal bozukluklara rastlanabilir. Göz merceğinin, uzun yıllar boyunca yıllık olarak 0,1 Sv'in üzerinde bir doza maruz kalması gözde fark edilebilir bir opasite (saydamlık kaybı) oluşumuna neden olabilirken bu doz 0.15 Sv'in üzerine çıktığında katarakt meydana gelebilir. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, radyasyonun yaşlanmayı hızlandırdığını ve buna bağlı olarak da doğal yaşam süresinde belli bir kısalmanın söz konusu olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu deney sonuçlarının insanlara

ekstrapole edilmesiyle yapılan çalışmalar, bu etkinin insanlar için de doğru olduğunu göstermektedir.

Vücudun bazı bölgeleri diğerlerine nazaran daha meyilli olsa da, radyasyon hemen hemen her doku ve organda kansere yol açabilir. Atom bombasından sağ kalanlar üzerinde yapılan Ortalama Ömür Çalışmaları mide, kalın bağırsak, karaciğer, akciğer, göğüs, dişi üreme bezi ve mesane kanserleri kadar tüm katı tümörler için de radyasyonun istatistiki olarak kayda değer etkilerini ortaya koyarak kanser vakaları ile ölüm oranlarının benzer olduğunu göstermektedir. Vaka verileri, aynı zamanda, iyi huylu deri ve troid kanserleri için de aşırı radyasyon riskleriyle ilgili bazı kanıtlar sunmaktadır. Bu çalışmada rektum, safra kesesi, pankreas, gırtlak, rahim, prostat bezi, böbrek veya böbrek pelvisi kanserleriyle ilgili vaka veya ölüm oranları için istatistiki olarak kayda değer riskler görülmemektedir. Çalışmada, birçok lösemi çeşidi için radyasyon ilişkisi dikkat çekmektedir (http://www.taek.gov.tr/ogrenci/sf7.html).

1.6.3. Somatik etkileri

Somatik zarar, kendini yenilemeyen vücut hücrelerinin tamamıyla ilgili radyasyon zararıdır. Bu zarar yüksek dozda kansere yol açabilir veya ciddi bir şekilde organizmaların karakterini değiştirebilir. Somatik etkiler, radyasyona maruz kalan kişinin kendisinde hayatı boyunca ortaya çıkabilecek biyolojik etkilerdir. Radyasyona maruz kalan hücrelerin uğradığı etkiler neticesi biyolojik tesir görülebilmesi arasındaki bağıntı iki ayrı görüşle izah edilmektedir. Bu görüşlerden birincisi, biyolojik cevabın belirli bir radyasyon dozu eşiğinden sonra alındığıdır ki buna eşikli doz-etki bağıntısı (siğmoid eğri) denir. İkincisi ise biyolojik cevabın radyasyon seviyesinin, doğal-fon radyasyonlarına olan en küçük bir ilave dozun alındığıdır ki buna eşiksiz doz-etki bağıntısı (lineer etki) denir.

Radyasyonun somatik etkileri hakkındaki bilgiler; deney hayvanlarından, Hiroshima ve Nagasaki bomba kurbanlarından, tıbbi amaçlarla radyasyon dozu alan hastalardan, radyasyonla yüksek dozlarda ışınlanan işçilerden alınan sonuçlara dayandırılmaktadır.

1.6.4. Genetik etkileri

Genetik zarar, radyasyona maruz kalan insanın, sadece kendini yenileyen hücrelerini etkiler. Kendini yenileyen hücrelerdeki genlere olan zarar, bozuk nesillere yol açabilir. Açıkça, X ışınları ve diğer radyasyon biçimleri gibi, teşhis edici tedavilerin etkileriyle ilgilenmek zorundayız. Bir madde ile etkileşen her hangi bir radyasyonun dozunu belirtmek için çeşitli birimler vardır. Röntgen (R), normal şartlar atında,1cm^3 havada, 1/3x10^{-9}C luk bir elektrik yükü üretecek iyonlaştırıcı radyasyonun miktarı olarak tanımlanır. Yani röntgen 1kg havada 8,76x10^{-3} J. lük enerji depolayan radyasyon miktarı olarak da tanımlanır. Bir rad, radyasyonu soğuran malzemenin bir kilogramında 10^{-2} J lük enerji depolayan radyasyon miktarıdır. Rad çok iyi bir fiziksel birim olmasına rağmen radyasyonun oluşturduğu biyolojik zararı ölçmedeki en iyi birim değildir. Bunun sebebi, biyolojik zararın derecesinin, sadece doza değil, aynı zamanda radyasyon türüne bağlı olmasıdır. Mesela alfa parçacıklarının verilen bir dozu, buna eşit dozdaki x ışınlarından 10 kat daha fazla biyolojik zarara neden olur.

Genetik etkiler, üreme hücrelerinin maruz kalması ile ilgili olup, etkiler radyasyona maruz kalan kişiden sonraki nesillerde görülür. Radyasyon üreme hücrelerinin ya genlerinin yapısında değişikliğe yol açabilir ya da kromozomların zarar görmesine sebep olabilir. Bu zarar kromozomların bir yada daha fazla yerden kırılmasıdır. Kırılan kromozomlar birleşebilir, birleşmeyip hücre ölebilir veya farklı birleşerek yeni kromozomlar düzenlenebilir. Yeni kromozomlar yeni kuşaklarda değişikliğe uğramış hücrenin devam etmesine neden olacaktır. DNA da meydana gelecek olan bu değişime "*mutasyon*" denir. Radyasyonun genetik etkisi ile tavşan dudaklı, 6 parmaklı bebekler meydana geldiği saptanmıştır.

1.7. Beyşehir Gölü ve Yenişarbademli

1.7.1. Beyşehir gölü

Konya ilinin Beyşehir ilçesi sınırları içerisinde bulanan Beyşehir Gölü jeomorfolojik yapısı, Toros Dağ sırası arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda teknonik Polye Çanağı içerisinde oluşmuş karstik kökenli bir göldür. Türkiye'nin tatlı su olarak en büyük gölüdür. Van ve Tuz Gölünden sonra üçüncü büyük göldür diye bilinmekte idi ancak son zamanlarda tuz gölünde meydana gelen küçülme sonunda Türkiye'nin en büyük ikinci gölü unvanını almıştır. Deniz seviyesinde yüksekliği 1115m, uzunluğu 45 km, genişliği en dar yerinde (kuzeyde) 15km, en geniş yerinde (güneyde) 25km'dir. Derinliği konusunda eski kaynaklar ve yeni kaynaklar çelişmektedir. Eski kaynaklarda en derin yerin 70m olduğu bilinirken yakın tarihteki kaynaklarda en derin yerin 14m olduğu belirtilmiştir. Yüz ölçümü 651km^{2}dir.

Gölü yeraltı ve yerüstü kaynakları beslemektedir. Bunlardan Adaköy'ün güneyinden çıkan Pınarbaşı ve Yenişarbademli'nin güneybatısında bulunan Dedegöl Dağının kuzey eteklerindeki Pınargözü mağarasından çıkan kaynak suyu gölü besleyen en önemli kaynaklardandır.

1.7.2. Yenişarbademli ilçesi

Göller yöresinde, Isparta, Konya ve Antalya üçgeninde, Beyşehir gölünün batısında bulunan bir ilçedir. Denizden yüksekliği 1150m dir. İlçe dağlık ve engebeli bir araziye sahiptir. Engebeli arazinin ortasında Melikler yaylası bulunmaktadır. Vali çeşmesi bu bölgededir Vali Çeşmesinin denizden yüksekliği 1810m dir. İlçede 2898m yükseltili Dedegöl Dağında 2335m yüksekliğinde bir

buzul krater gölü bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü 184km^{2}dir. İlçenin yaşayan nüfusu 2500 kişidir.

Yenişarbademli tarih boyu, Roma ve Bizans dönemlerindeki adıyla Gorgorum olarak bilinmekte ve pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmıştır.

M.Ö. 4000 yıllarında Etiler (Hititler),

M.Ö. 1500 yıllarında Frigyalılar,

M.Ö. 800 yıllarında İyonlar,

M.Ö. 600 yıllarında Lidyalılar,

M.Ö. 446 yıllarında Persler,

M.Ö. 190 yıllarında Romalılar,

M.S. 395 yıllarında Bizanslar yörede egemen olmuşlardır.

1071 Malazgirt zaferinden sonra 1142 yıllarında Selçuklu topraklarına katılmıştır. Selçuklu Sultanı Alaaddin Keykubat döneminde devletin yazlık başkenti olarak kullanılmış ve bu dönemlere ait Kubad-ı Abad Sarayı ilçeye 8km uzaklıkta Beyşehir ilçesine bağlı Gölyaka kasabası sınırlarında bulunmaktadır. İlçeden 10 km uzakta bulunan Pınargözü Mağarası yaşlı kireç taşlarından oluşmuş bir fay üzerindedir. Bu mağaradan çıkan suyun debisi 7 litre/saniye dir. Suyun sıcaklığı Ağustos ayında 5.8^{0}C dir. Ayrıca mağaranın içerisinde pek çok sifon ve büyük çağlayan vardır. Mağaranın ilk 16km lik kısmı tespit edilebilmiş ve belirlenen son nokta girişten 660m daha yüksektedir. Mağara içinde değişik büyüklükte gölcükler, şelaleler, damlataş havuzları bulunmaktadır. Mağara girişinde serin ve şiddetli bir rüzgar vardır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yüksek lisans tez çalışmam olarak Beyşehir Gölü çevresindeki doğal radyasyon doz düzeyinin araştırılması konusunu belirledikten sonra radyasyon ve doğal radyasyon ölçümleri ile ilgili çalışmaları inceledim. Türk Atom ve Enerji Kurumundan birçok teorik bilgiye ulaşabildim.

Bunların yanı sıra, SDÜ Fen Bil. Enstitüsü Dergisi 8-2,özel sayısında Isparta ve çevresinin doğal gamma radyasyonunun ölçümü konulu bir çalışmaya rastladım. SDÜ 'den Z. Sevin ve A.Kaplan'nın Isparta ili Davraz kayak merkezi doğal gamma radyasyon ölçümü çalışmalarını inceledim. (Sevin, Z. ve Kaplan, A., 2006, Isparta İli Davraz Kayak Merkezinde Doğal Gamma Radyasyonu Ölçümü, Radyasyon ve Çevre Sempozyumu-2006, 29-30 Haziran 2006, Ayvacık/ÇANAKKALE).

SDÜ Fen. Bil. Enstitüsü'nde H. Büyükuslu tarafından 2007 yılında tamamlanmış olan "Isparta'nın Yalvaç ilçesi ve çevresinin doğal fon (background) radyasyon düzeyinin araştırılması" konulu yüksek lisans tezini inceledim.

Bunların haricinde Fırat Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü'nde F. Külahcı tarafından, 2000 yılında tamamlanmış "Hazar Gölü (Elazığ) suyunun radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesi" konulu yüksek lisans ve 2005 yılında tamamlanmış "Keban Baraj Gölü Uluova kesiminin doğal radyoaktivitesinin belirlenmesi" konulu doktora tezlerini inceledim. Bu çalışmaların incelenmesi bana ışık tuttu ve yol gösterdi.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Doğal Radyasyonun Belirlenmesi

Doğal radyasyon doz ölçümlerimiz, Beyşehir Gölü'nün batı kıyısında, gölün hemen kenarında su seviyesinden 0,5m yüksekte, Ayrıca Isparta ilinin Yenişarbademli ilçesinde betonarme bir evin birinci katında, evin hemen dışında bahçede, ilçeye 8km uzaklıktaki Pınargözü Mağarası önünde ve Vali Çeşmesi mevkiinde bir yıl boyunca ayda bir kez olmak üzere yapılmıştır. Ölçümün yapıldığı günlerde sabah (8:00), öğleyin (14:00), akşam (20:00) olmak üzere her noktada 5 dakikalık sürelerle üç ayrı ölçüm alınarak ortalama değeri kullanılmıştır.

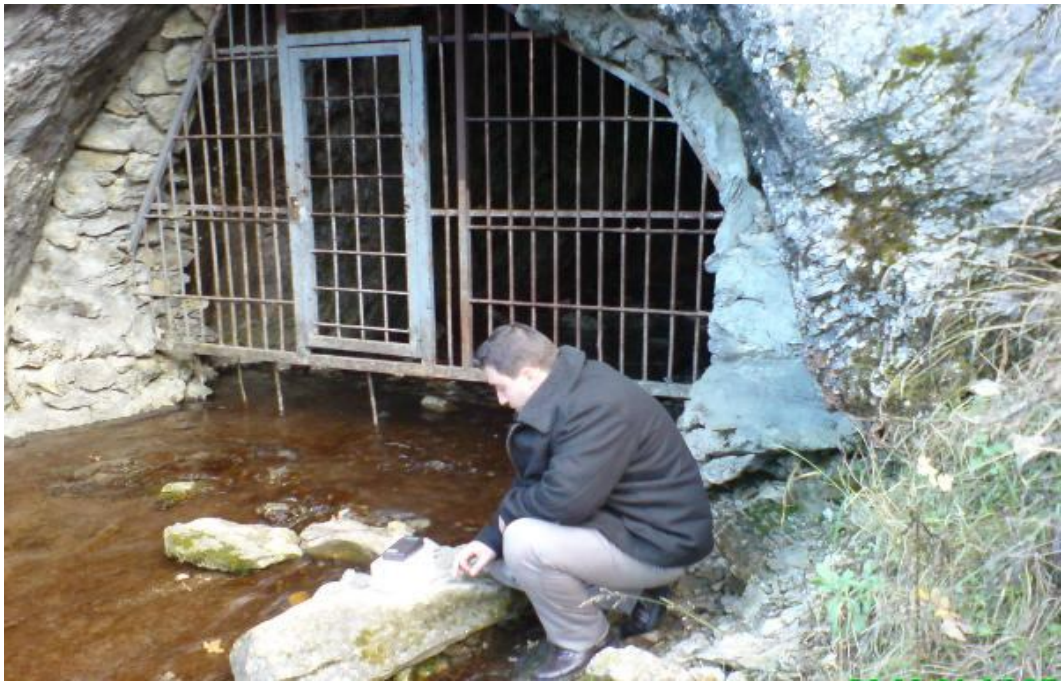
Ölçüm alınan yerlerden Beyşehir Gölü kıyısında yerleşim yeri bulunmamakta ve deniz seviyesinde yüksekliği 1115m'dir. Şekil3.1 de Beyşehir Gölü kıyısından bir görünüm verilmiştir. İlçe içinde bulunan betonarme evde ölçüm alınan odada herhangi bir elektronik eşya bulunmamaktadır. Ancak bir duvar saati mevcuttur. Bahçede ise bahçe duvarından ve ev duvarından 5m uzaklaşmaya özen gösterilmiştir. Bunların haricinde herhangi bir yapı malzemesi yoktur. Ev ve bahçesinin bulunduğu yerin deniz seviyesinde yüksekliği 1150m'dir. Şekil3.2 de Yenişarbademli ilçesinden bir görünüm verilmiştir. Pınargözü Mağarası'nın deniz seviyesinde yüksekliği 1550m'dir ve sürekli sert bir rüzgar vardır. Şekil3.3 de Pınargözü Mağarası'ndan bir görünüm verilmiştir. Vali Çeşmesi'nin deniz seviyesinden yüksekliği ise 1810m'dir ve bölgede kilit taş döşeli olup çeşme yapılmış yapı malzemeleri bulunmaktadır. Şekil3.4 de Vali Çeşmesi'nden bir görünüm verilmiştir.



Şekil3.1 Beyşehir Gölü batı kıyısından bir görünüm



Şekil 3.2 Yenişarbademli ilçesinden bir görünüm



Şekil3.3 Pınargözü Mağarası'ndan bir görünüm



Şekil3.4 Vali Çeşmesi'nden bir görünüm

3.2. Cihaz Tanıtımı

Çalışmamız sırasında Beyşehir Gölü kıyısı, Yenişarbademli ilçesi, Pınargözü Mağarası ve Vali Çeşmesi bölgelerinde alınan tüm ölçümler Geiger-Mueller LND712 dedektörü ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde kullanılan Geiger-Mueller LND712 dedektörü şekil 3.5 de verilmiştir. Kullanılan bu dedektör ortamdaki Alfa, Beta, Gama ve X-Işını radyasyonlarına duyarlıdır. Cihaz özellik olarak bu ışınların hepsini içeren doğal ortam radyasyonunu cpm (counts per minute) olarak vermektedir. Geiger-Mueller LND712 dedektörünün normal doğal radyasyon sınırları 5-20 cpm arasındadır. Geiger-Mueller LND712 dedektörüne ait teknik özellikler Çizelge 3.1 de verilmiştir. Cihaz 9V alkalin pil kullanmaktadır ve her ölçümden önce pil miktarı batarya ölçer kısmından kontrol edilmek zorundadır.



Şekil 3.5 Geiger-Mueller LND712 dedektörü

Özellik	Açıklama
Sensör	* Alfa, Beta, Gamma ve X-ısını radyasyonu ölçer. * Pencere yoğunluğu 1.5-2.0 mg/cm².
Ölçüm Sınırı	0–50 mR/h ve 0–50,000 CPM ya da analog gösterge ile 0–500 µSv/h ve 0–50 mR/h 7/8" x1 ¾"
Güç	1 adet 9V alkalin pil ile çalışır.
Anahtar	X1, X10, X100 ve pil kontrolü
Ebat ve Ağırlık	145x72x38 mm 178 gram
Normal cpm Aralığı	5-20 CPM
Ses sinyali	Her sayma ışığı yanışında bipler
Sayma Işığı	Her sayımda bir ışık yakar
Isı Alanı	-20^0C ile 55^0C arası

Çizelge 3.1 Geiger-Mueller LND712 dedektörünün teknik özellikleri

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmamız Beyşehir Gölü kıyısında, Yenişarbademli ilçe merkezinde bir evin içinde ve bahçesinde, Pınargözü Mağarası'nda ve Vali Çeşmesi mevkiinde olmak üzere beş farklı alanda yapılmıştır. Her ay bu bölgelerde yapılan ölçüm sonuçları cpm cinsinden belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Elde edilen bu değerler çizelge haline getirilmiş ve grafiklerle görselleştirilmiştir.

Ölçümler sabah (8:00), öğleyin (14:00), akşam (20:00) olmak üzere günde üç kez yapılmıştır. Belirlenen bölgelerde alınan ölçüm sonuçları ayrı ayrı grafik haline getirilmiştir. Ayrıca her ölçüm bölgesi için sabah, öğle ve akşam sonuçları ortalaması alınarak grafik oluşturulmuştur. Bunun haricinde bu bölgelerin günlük ortalamaları belirlenmiş ve bu değerlere ait grafik oluşturulmuştur.

Bu tür bir çalışma bölgenin doğal radyasyon oranını belirleyerek o bölgede yaşamanın insan üzerinde olumsuz bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi için önem taşır. Ayrıca bölgede doğal radyasyon dozunda artış olursa bunun tespit edilmesi için ilk değerin bilinmesi gerekir, bu açıdan da oldukça önemlidir. Yapılan ölçümlerde ölçüm bölgesinin deniz seviyesinden yüksekliği arttıkça doğal radyasyon dozunun artış göstermesi beklenmekteydi ve sonuçlarda bu şekilde görüldü. Sadece aynı yükseklikte yapılan bina içi ölçüm ve bina dışı ölçüm farklılık gösterdi. Bunun sebebi binada kullanılan yapı malzemelerinden kaynaklanmış olabilir.

Yapmış olduğum ölçümlerde Pınargözü Mağarası ve Vali Çesmesi bölgelerine kışın hava şartlarından dolayı, yolların kapanmış olması nedeni ile ulaşamadım. Bu nedenle 2009 yılı ocak ayında sabah ve akşam, 2009 yılı şubat ayında ise sabah, öğle ve akşam ölçümleri alınamamıştır. Bunun dışında tüm ölçümler her ayın 15'i ile 20'si arasında yapıldı. Ölçümler her bölgede her defasında beşer dakikalık olmak üzere üçer defa ölçüldü ve ortalaması alınarak dakikadaki bip değeri kayda alındı. Hatanın daha az olması için süreyi uzun

tutmanın doğru olacağını düşündüm. Grafiklerde öğle değerlerinin her defasında sabah ve akşam değerlerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca yaz aylarında akşam değeri sabah değerlerinden daha fazladır. Yaz aylarında güneş ışınlarının dünyaya daha uzun süre gelmesi bu sonuçları doğurmuş olabilir. Kış aylarında ise sabah ölçüm değerleri akşam ölçüm değerlerinden daha fazladır.

Ölçümleri sabah 8:00, öğle 14:00, akşam ise 20:00 saatlerinde alınmıştır. Ölçüm gününde havanın açık olmasına dikkat edilmiştir. Rüzgarın bile doğal radyasyon miktarının etkilediğini teorik olarak bilmekteyiz. Ölçüm değerlerinin olabildiğince aynı koşularda olmasına dikkat edildi. Buna rağmen bu çalışmada doğal şartlardan etkilendiğimiz gerçektir.

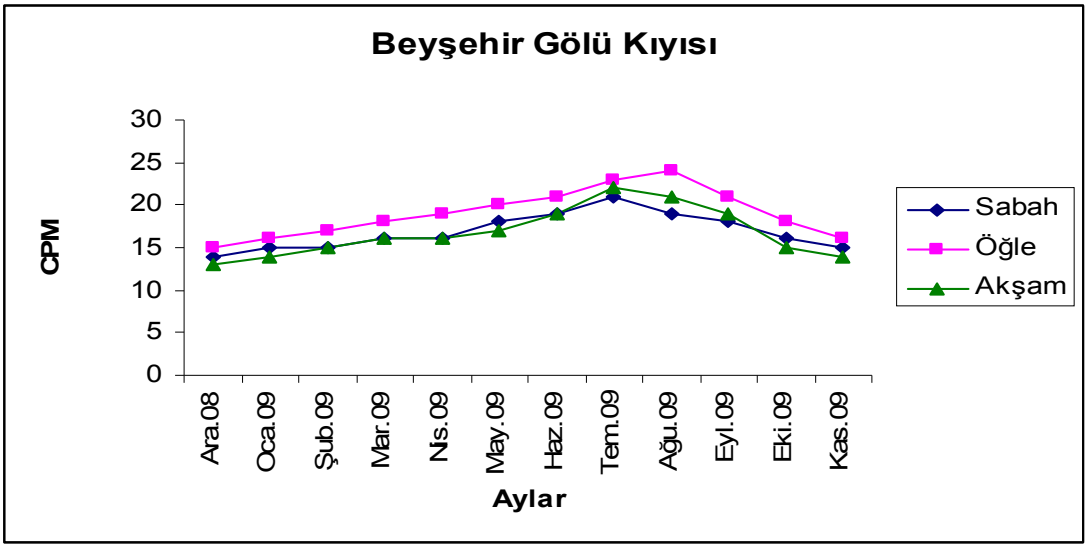
Her defasında ölçüm sonuçları yaz aylarında ve öğle vakitlerinde daha yüksek çıkmıştır. Sabah ve öğle ölçümleri arasında ise dikkat edilirse özellikle yaz aylarında akşam ölçümleri sabah ölçümlerini geçmektedir. Kış aylarında güneşin daha erken saatte batmış olması yaz aylarında ise güneş ışınlarının dünyaya daha uzun süre gelmesi bu duruma etken olabilir. Doğal radyasyon miktarının yoğun bir kısmının kozmik ışınların oluşturması bu durumda en önemli faktördür.

4.1. Beyşehir Gölü Kıyısı Ölçüm Sonuçları

Beyşehir gölü kıyısında yapılan ölçümler çizelge 4.1 de verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafikte şekil 4.1 de gösterilmiştir.

	Sabah	Öğle	Akşam
ARALIK 2008	14	15	13
OCAK 2009	15	16	14
ŞUBAT 2009	15	17	15
MART 2009	16	18	16
NİSAN 2009	16	19	16
MAYIS 2009	18	20	17
HAZİRAN 2009	19	21	19
TEMMUZ 2009	21	23	22
AĞUSTOS 2009	19	24	21
EYLÜL 2009	18	21	19
EKİM 2009	16	18	15
KASIM 2009	15	16	14

Çizelge 4.1 Beyşehir Gölü kıyısı doğal radyasyon ölçüm sonuçları



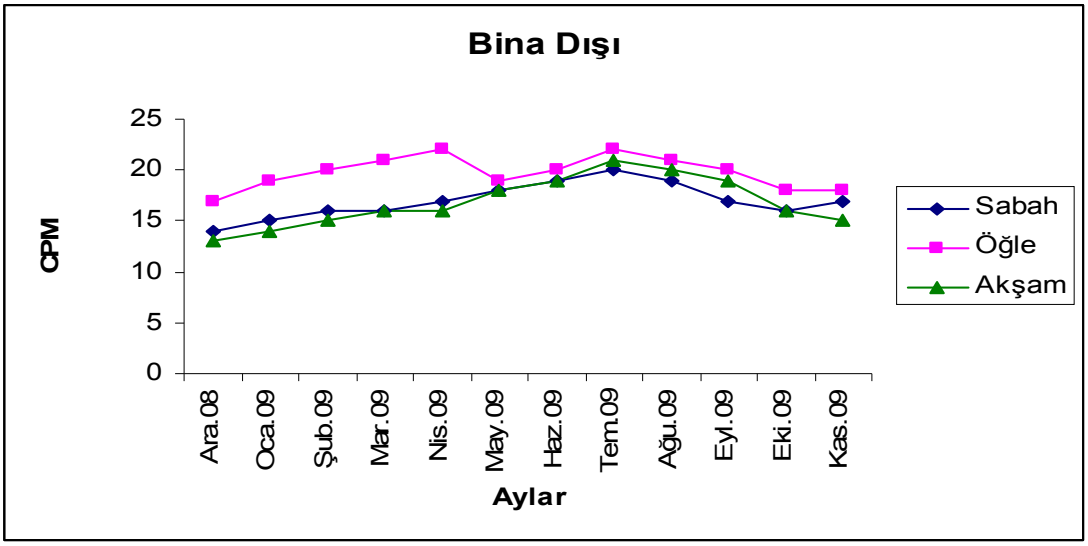
Şekil 4.1 Beyşehir Gölü kıyısı radyasyon ölçümü

4.2. Bina Dışı Ölçüm Sonuçları

Bina dışında yapılan ölçümler çizelge 4.2 de verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafik şekil 4.2 gösterilmiştir.

	Sabah	Öğle	Akşam
ARALIK 2008	14	17	13
OCAK 2009	15	19	14
ŞUBAT 2009	16	20	15
MART 2009	16	21	16
NİSAN 2009	17	22	16
MAYIS 2009	18	19	18
HAZİRAN 2009	19	20	19
TEMMUZ 2009	20	22	21
AĞUSTOS 2009	19	21	20
EYLÜL 2009	17	20	19
EKİM 2009	16	18	16
KASIM 2009	17	18	15

Çizelge 4.2 Bina dışı doğal radyasyon ölçüm sonuçları



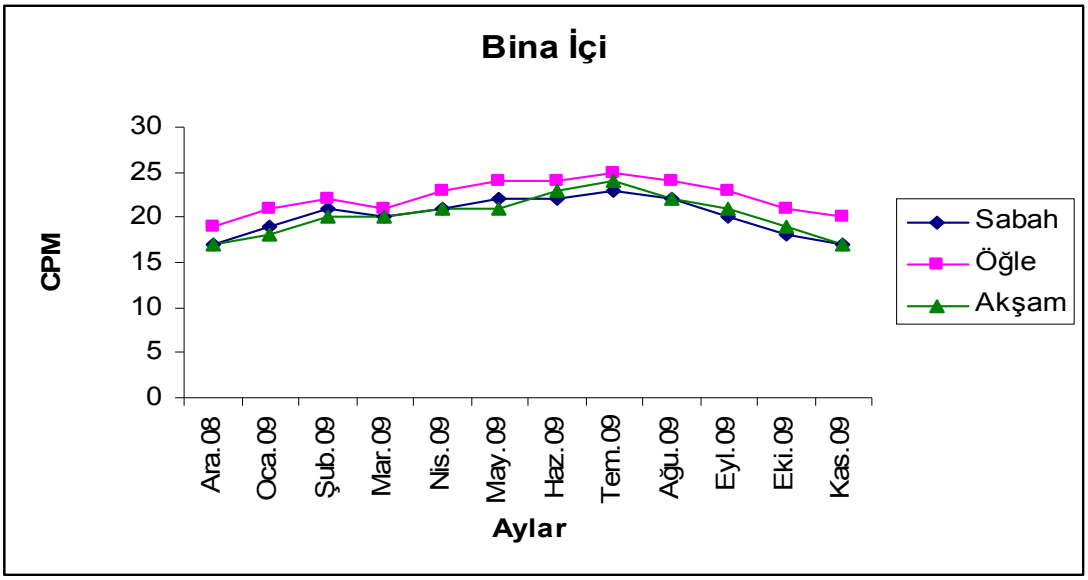
Şekil 4.2 Bina dışı radyasyon ölçümü

4.3. Bina İçi Ölçüm Sonuçları

Bina içinde yapılan ölçümler çizelge 4.3 de verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafik Şekil 4.3 de gösterilmiştir.

	Sabah	Öğle	Akşam
ARALIK 2008	17	19	17
OCAK 2009	19	21	18
ŞUBAT 2009	21	22	20
MART 2009	20	21	20
NİSAN 2009	21	23	21
MAYIS 2009	22	24	21
HAZİRAN 2009	22	24	23
TEMMUZ 2009	23	25	24
AĞUSTOS 2009	22	24	22
EYLÜL 2009	20	23	21
EKİM 2009	18	21	19
KASIM 2009	17	20	17

Çizelge 4.3 Bina içi doğal radyasyon ölçüm sonuçları



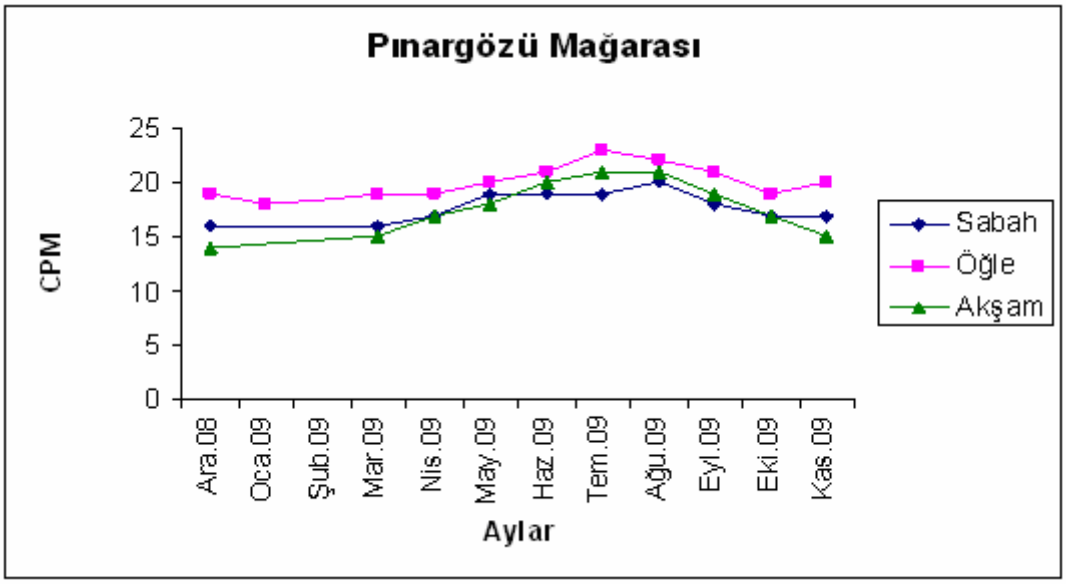
Şekil 4.3 Bina içi radyasyon ölçümü

4.4. Pınargözü Mağarası Ölçüm Sonuçları

Pınargözü Mağarası önünde yapılan ölçümler çizelge 4.4 de verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafik şekil 4.4 de gösterilmiştir.

	Sabah	Öğle	Akşam
ARALIK 2008	16	19	14
OCAK 2009	--	18	--
ŞUBAT 2009	--	--	--
MART 2009	16	19	15
NİSAN 2009	17	19	17
MAYIS 2009	19	20	18
HAZİRAN 2009	19	21	20
TEMMUZ 2009	19	23	21
AĞUSTOS 2009	20	22	21
EYLÜL 2009	18	21	19
EKİM 2009	17	19	17
KASIM 2009	17	20	15

Çizelge 4.4 Pınargözü Mağarası doğal radyasyon ölçüm sonuçları(--Hava şartlarından dolayı ölçüm yerine ulaşılamamıştır)



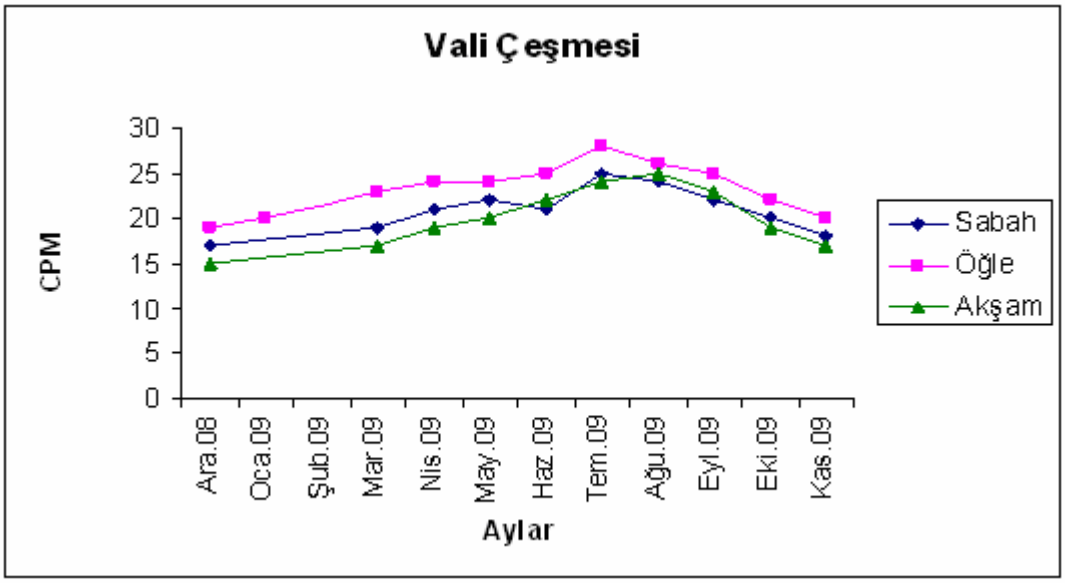
Şekil 4.4 Pınargözü Mağarası radyasyon ölçümü

4.5. Vali Çeşmesi Ölçüm Sonuçları

Vali Çeşmesi mevkiinde yapılan ölçümler çizelge 4.5 de verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafikler şekil 4.5 de gösterilmiştir.

	Sabah	Öğle	Akşam
ARALIK 2008	17	19	15
OCAK 2009	--	20	--
ŞUBAT 2009	--	--	--
MART 2009	19	23	17
NİSAN 2009	21	24	19
MAYIS 2009	22	24	20
HAZİRAN 2009	21	25	22
TEMMUZ 2009	25	28	24
AĞUSTOS 2009	24	26	25
EYLÜL 2009	22	25	23
EKİM 2009	20	22	19
KASIM 2009	18	20	17

Çizelge 4.5 Vali Çeşmesi doğal radyasyon ölçüm sonuçları(-- Hava şartlarından dolayı ölçüm yerine ulaşılamamıştır)



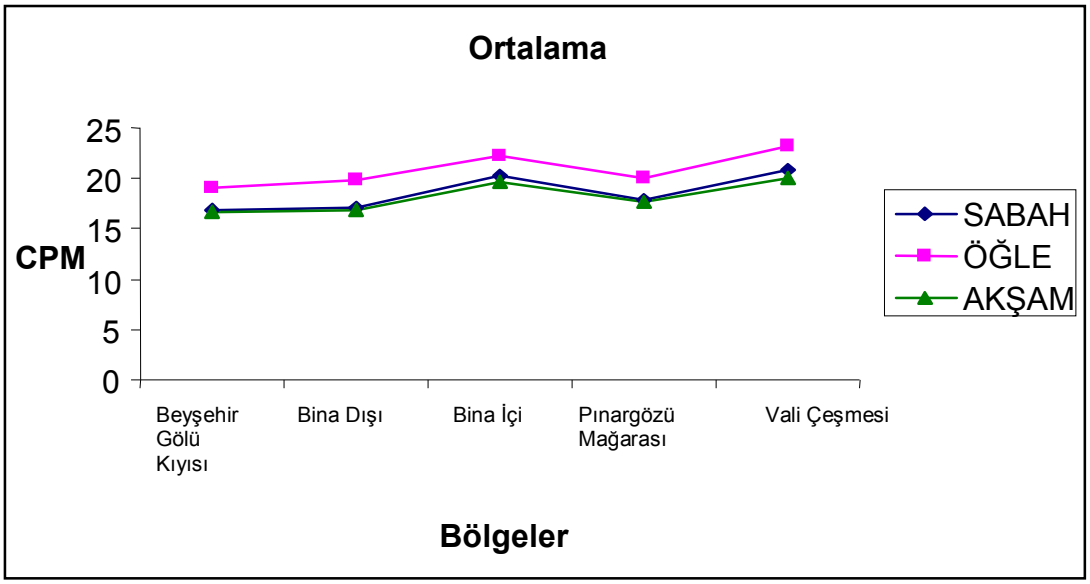
Şekil 4.5 Vali Çeşmesi radyasyon ölçümü

4.6. Ölçüm Bölgelerinde Ortalama Değerler

Belirlenen bölgelerde yıl boyu yapılan ölçümlerin sabah, öğle ve akşam sonuçlarının ortalama değeri bulunmuş ve çizelge 4.6 da verilmiştir. Bu değerlere bağlı grafikler şekil 4.6 da gösterilmiştir. Ayrıca Bölgelerin günlük ortalamaları bulunmuş ve çizelge 4.7 de verilmiştir. Günlük ortalama grafiği şekil 4.7 de gösterilmiştir.

	Sabah	**Öğle**	**Akşam**
Beyşehir Gölü Kıyısı	16,8	19	16,8
Bina Dışı	17	19,8	16,8
Bina İçi	20,2	22,3	20,3
Pınargözü Mağarası	17,8	20,1	17,7
Vali Çeşmesi	20,9	23,3	20,1

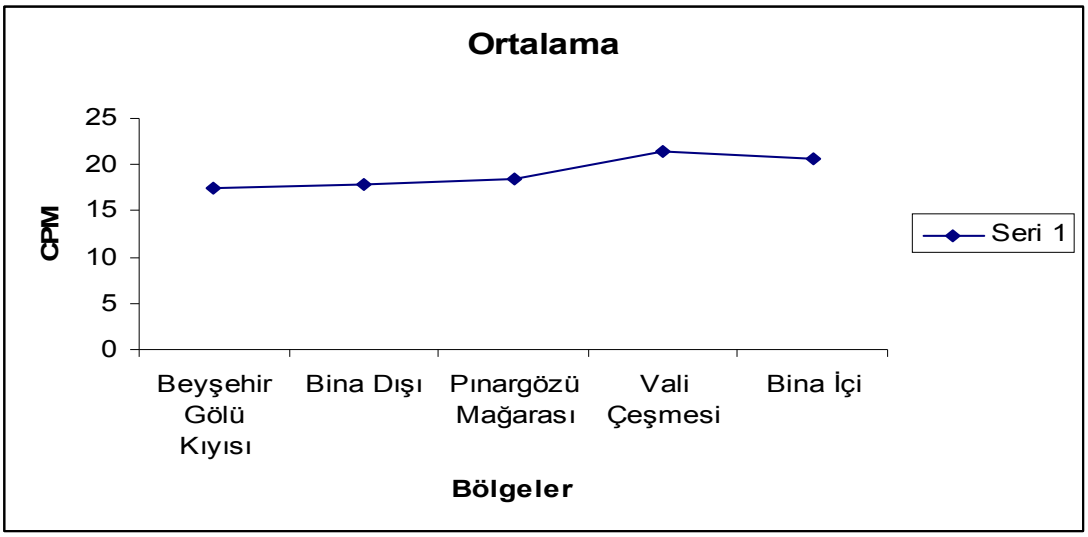
Çizelge 4.6 Sabah, öğle ve akşam ortalama doğal radyasyon değerleri



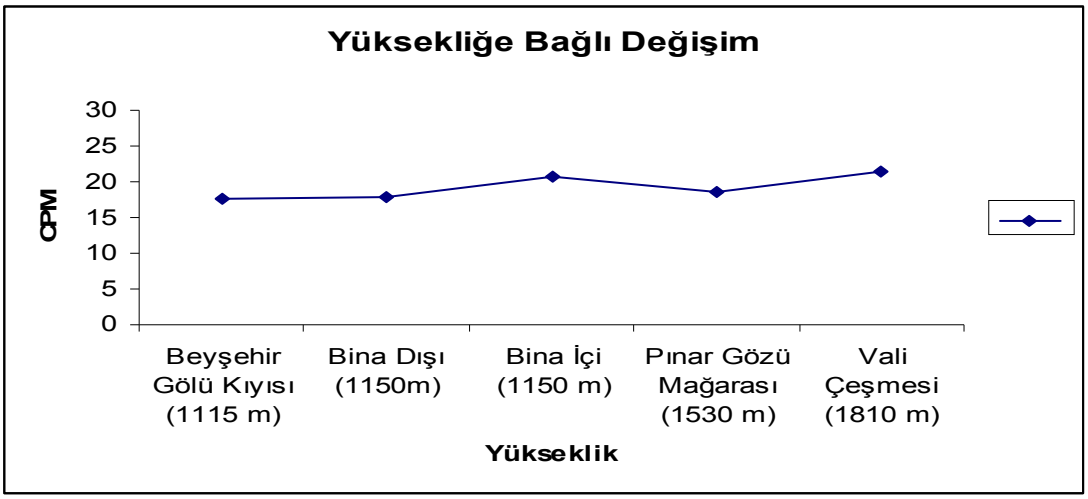
Şekil 4.6 Sabah, öğle ve akşam ortalama radyasyon değeri

	Günlük ortalama
Beyşehir Gölü Kıyısı (1115 m)	17,5
Bina Dışı (1150m)	17,9
Pınargözü Mağarası (1530 m)	18,5
Vali Çeşmesi (1810 m)	21,4
Bina İçi (1150 m)	20,7

Çizelge 4.7 Bölgelere ait ortalama radyasyon değerleri



Şekil 4.7 Bölgelerde görülen ortalama radyasyon değerleri



Şekil 4.8 Yüksekliğe bağlı ortalama radyasyon değerleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tip çalışmalarda güvenilir sonuçların alınabilmesi için ölçümlerin her defasında aynı noktada alınmasında yarar vardır. Ölçüm alınacak günler arasında periyodik bir ara bırakılmalıdır. Her ayın belli günlerinde aynı saatlerde ölçüm alınması daha güvenilir sonuçların çıkmasını sağlayacaktır. Ölçüm sonuçlarını etkileyecek etmenlerin ortamda olmamasına da özen gösterilmelidir. Hava şartlarının her ölçüm için aynı olması da oldukça etkilidir.

Çalışma sırasında birden fazla ölçüm alınmalı ve ölçüm süreleri uzun tutulmalıdır. Bu hatayı en aza indirecektir. Ortalama değerler gerçek sonuçlara ulaşmamızı sağlayacaktır. Grafiklerin özellikle ortalama değer grafiklerinin belli bir düzen içinde olması sonucun doğruluğuna dair bir göstergedir denilebilir.

5.1. Beyşehir Gölü Kıyısı Ölçümü

Beyşehir Gölü kıyısında yapılan ölçümler çizelge 4.1 de verilmiştir. Bu sonuçlara bağlı grafik şekil 4.1 de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi en yüksek radyasyon miktarı 24 cpm ile ağustos ayı öğle vaktinde, en düşük değer de 13 cpm ile aralık ayı akşam vaktinde gözlenmiştir.

Çizelge 4.6 da ortalama değerlere bakıldığında ise sabah 16,8 cpm, öğle 19 cpm, akşam 16,8 cpm olarak görülmektedir. Öğle vaktinde daha yoğun olarak alınan güneş ışınları bu sonuçta etkilidir. Bazı aylarda sabah ölçüleri akşam ölçümlerinden yüksek bazı aylarda ise düşüktür. Öğle ölçüm sonuçları ise her defasında en yüksektir. Çalışma sırasında kullandığım Geiger-Mueller LND712 Dedektörü'nün normal değer aralığı 5-20 cpm'dir. Bu durumda haziran öğle vakti, temmuz sabah, öğle, akşam vakti, ağustos öğle, akşam vakti, eylül öğle ve akşam

vakitleri normal aralığın üzerindedir. Tüm bu sonuçlara rağmen ortalama değerler tüm vakitler için normal aralıklarda gözlenmiştir.

5.2. Bina Dışı Ölçümü

Yenişarbademli ilçesinde bulunan binada yapılan ölçümler çizelge 4.2 de verilmiştir. Bu ölçümlere bağlı grafik şekil 4.2 de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi en yüksek radyasyon miktarı 22 cpm ile nisan ve ağustos aylarında öğle vaktinde, en düşük radyasyon miktarı da 13 cpm ile aralık ayı akşam vaktinde gözlenmiştir.

Ortalama değerlere bakıldığında ise sabah 17 cpm, öğle 19,8 cpm ve akşam 16,8 cpm olarak görülmektedir. Bina dışı ölçümlerinde de mart, nisan, temmuz, ağustos ayları öğle vakti ve temmuz ayı akşam vaktinde normal aralıkların çok az üstündedir. Bina dışında da öğle vakti ölçümleri her defasında en yüksektir. Ortalama değerlere baktığımızda ise bu değerlerin normal aralıklarda olduğu gözlenmiştir.

2006 yılında ağustos ayında 1150 m yükseklikte Yenişarbademli ilçesinde yapılan çalışmada bir aylık süre içerisinde haftalık olarak yapılmış ölçümlerde ortalama değer 20 cpm olarak bulunmuştur (Kaplan, Sevin, Büyükuslu, 2006). Tez çalışmamızda ise bina dışı ağustos ayı sabah ölçümü 19 cpm, öğle ölçümü 21 cpm ve akşam ölçümü 20 cpmdir. Ortalama değer ise 20 cpm ile bu çalışmayla aynen örtüşmektedir.

5.3. Bina İçi Ölçümü

Bina içi ölçüm sonuçları çizelge 4.3 de verilmiştir. Bu ölçümlere bağlı grafikte şekil 4.3 de gösterilmektedir. Bina içi ölçüm sonuçlarımıza çizelge 4.3 de

baktığımızda en yüksek değer 25 cpm olarak temmuz ayı öğle ölçümünde, en düşük değer ise 15 cpm ile aralık ayı akşam ölçümde görülmektedir.

Buradaki ölçümümüzde kasım ve aralık ayı haricinde tüm öğle ölçümleri normal aralığın üzerindedir. Ancak normal aralığa çok yakındır. Sabah ölçümlerinde ise şubat, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında normal aralığın dışındadır. Akşam ölçümlerine baktığımızda mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül aylarında aralığın üzerindedir. Ancak değer normal aralıklara oldukça yakındır.

Ortalama değerler ise sabah 20,3 cpm, öğle 22.3 cpm ve akşam 19,6 cpm değerleri görülmektedir. Burada sabah ve öğle ölçümleri normal aralığın üzerinde olsa da bu fark çok fazla değildir.

Yalvaç ilçesinde yapılan çalışmada bina içi sabah ölçümü ortalaması 34,41 cpm, öğle ölçümü ortalaması 34,83 cpm, akşam ölçümü ortalaması ise 35,75 cpm olarak bulunmuş (Büyükuslu,2007).

5.4. Pınargözü Mağarası Ölçümü

Pınargözü Mağarası'nda yapılan ölçüm değerleri çizelge 4.4 de, bu ölçüm sonuçlarına ait grafik ise şekil 4.4 de gösterilmektedir. Bu sonuçları incelediğimizde en yüksek değer 23 cpm ile temmuz ayı öğle ölçümünde görülmüştür. En düşük değer ise 14 cpm ile aralık ayı akşam ölçümünde görülmüştür.

Haziran ve eylül aylarında öğle ölçümü, temmuz, ağustos ayların da öğle ve akşam ölçümleri normal aralığın üzerinde çıkmıştır.

Ortalama değerlere baktığımızda, sabah ortalama değeri 17,8 cpm, öğle ortalama değeri 20.1 cpm, akşam ortala değeri ise 17.7 cpm olarak görülmektedir. Bu sonuçlara göre de normal aralıklarda olduğunu söylemek mümkündür. Öğle değeri ortalaması 20.1 cpm yaklaşık olarak normal aralıkların üst sınırındadır.

Ölçüm bölgesine kış şartlarında ulaşım kolay olmamaktadır. Bu sebeple ocak ayında sabah ve akşam, şubat ayında ise hiçbir ölçüm alınamamıştır.

2006 yılında Ağustos ayında 1550 m yükseklikte Pınargözü Mağarasında yapılan çalışmada bir aylık süre içerisinde haftalık olarak yapılmış ölçümlerde ortalama değer 20 cpm olarak bulunmuştur (Kaplan, Sevin, Büyükuslu, 2006). Tez çalışmamızda ise ağustos ayı sabah ölçümü 20 cpm, öğle ölçümü 22 cpm, akşam ölçümü ise 21 cpm olarak ölçülmüştür. Ortalama değer ise 21,3 cpm dir. Bu değerde görüldüğü gibi yakın çıkmıştır.

5.5. Vali Çeşmesi Ölçümü

Vali Çeşmesi bölgesinde alınan ölçüm sonuçları çizelge 4.5 de bu sonuçlara bağlı grafikte şekil 4.5 de görülmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde de en yüksek değer 28 cpm ile temmuz ayı öğle, en düşük değer ise 15 cpm ile aralık ayı akşam ölçümünde görülmüştür.

Ortalama değerler incelendiğinde sabah 20.9 cpm, öğle 23,3 cpm, akşam ise 20,1 cpm olduğu görülmüştür. Ortalama değerlerin hepsi normal aralığın üzerindedir. Bölgenin deniz seviyesinde oldukça yüksekte olmasının bu sonuçlarda etkisi büyüktür. Bu bölge çalışmanın yapıldığı en yüksek noktadır.

5.6. Ortalama Değerler

Yıl boyunca her ölçüm yerinde alınan sabah ölçüm ortalamaları, öğle ölçüm ortalamaları ve akşam ölçüm ortalamaları çizelge 4.6 da verilmiş ve bu değerlere bağlı grafik şekil 4.6 da gösterilmiştir. Ayrıca çalışma alanlarında yapılan bu ölçümlerin ortalaması alınarak günlük ortalama değer bulunmuş ve çizelge 4.7 de verilmiştir. Buna bağlı grafik ise şekil 4.7 de görülmektedir.

En yüksek ortalama miktarı 23,3 cpm ile Vali Çeşmesi öğle ölçüm ortalamasıdır. En düşük değer ise 16,8 cpm ile Beyşehir Gölü kıyısı akşam ölçüm ortalamasıdır. Tüm yılın ölçüm yerlerine bağlı günlük ortalamasında ise; en az değer 17,5 cpm ile Beyşehir Gölü kıyısında görülüyor. Bina dışı ölçüm ortalaması 17,9 cpm, Pınargözü Mağarası ölçüm ortalaması 18,5 cpm ile normal aralıklarda olduğu görülmektedir. Bina içi ölçüm ortalaması 20,7 cpm ve Vali Çeşmesi ölçüm ortalaması 21,4 cpm ile normal aralıklardan çok az üstünde görülüyor.

Bina içi ölçüm haricinde diğer noktaların ölçüm sonuçları yüksekliğe bağlı değişimi beklendiği gibi görülmektedir. Rakımın yükseldiği yerlerde doğal radyasyon dozunun da arttığı görülmektedir. Ancak bina içi ölçüm bu beklentiyi doğrulamamıştır. Bundaki en etkili faktör ise binanın yapımında kullanılan yapı malzemeleri olabilir. Ancak bina içi değerler bile rakımın 1810 olduğu Vali Çeşmesi ölçüm sonuçları kadar yüksek değildir.

Şekil 4.6 incelendiğinde bu grafikten her ölçüm yerinde öğle değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Güneş ışınlarının yoğun geldiği öğle vaktinde görülen bu sonuçlarda beklenen bir durumdur. Bu çalışmanın yapıldığı tüm bölgelerde normal aralıklar düşünüldüğünde Vali Çeşmesi ve bina içi ölçüm sonuçları normal aralıkların az üstünde görülmektedir. Ancak tehlike yaratacak bir fazlalık olduğu söylenemez. Bu çalışmanın yapıldığı günler özellikle havanın açık olduğu ve rüzgarın olmadığı günler olarak seçilmiştir. Yağışlı günlerde ölçüm yapılmaktan kaçınılmıştır. Bulutlu geçen günler bu miktarı daha aşağı çekecektir.

2007 yılında Yalvaç'ta yapılan çalışmada ortalama değer olarak en düşük değer 14,08 cpm ile Antiocheia Pisidia antik kentinde sabah ölçümü, en yüksek değer ise 35,91 cpm ile bina içi öğle ölçümü olarak belirlenmiş (Büyükuslu,2007).

Tez çalışmamda ise en düşük ortalama değer 16,8 cpm ile Beyşehir Gölü kıyısı sabah ölçümü, en yüksek değer ise 23,3 cpm ile Vali çeşmesi öğle ölçümünde elde edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

Büyükuslu, H. , 2007. "Isparta'nın Yalvaç İlçesi ve Çevresinin Doğal Fon (background) Radyasyon Düzeylerinin Araştırılması" Yüksek Lisans Tezi SDÜ Fen Bil. Enst.

Canbazoğlu, C., Doğru, M., 2003. Maden İlçesinde (Elazığ) Çevresel Gama Radyasyon Dozu Ölçümleri. 8. Ulusal Nükleer Bilimler Ve Teknolojileri Kongresi Bildiri Kitabı. Kayseri. http://kutuphane.taek.gov.tr/internet_tarama/dosyalar/cd/4115/pdf/243.pdf Erişim Tarihi: 15.04.2007

Dizdar, E., N., 2004. Bilgisayar Kullanıcılarında Elektromagnetik Isınların insan Sağlığına Etkisinin incelenmesi. Karaelmas Üniversitesi Teknoloji Dergisi, 7(4), 625–628. Zonguldak.

Kaplan, A., Sevin, Z. ve Büyükuslu, H., 2006, Dedegöl Dağı (Yenişarbademli/ISPARTA) ve Çevresinde Doğal Background Radyasyon Ölçümü, III. Nükleer Yapı Özellikleri Çalıştayı, 15-17 Kasım 2006, Dumlupınar Üniversitesi, KÜTAHYA

Kaya, A., 2002. İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Dicle Tıp Dergisi, 29(3), 11s. Diyarbakır.

Kumru, M., N., Bakaç, M., Hüryasar, A., 2003. Kapalı Bina içi Atmosferinin Radon Ürünlerinden Arıtılması için Filtrasyon Sistemi Geliştirilmesi. 8. Ulusal Nükleer Bilimler Ve Teknolojileri Kongresi Bildiri Kitabı. Kayseri.

Togay, Y.,E., 2002. Radyasyon ve Biz. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Yayınları, 37s. Ankara.

Serway, R.,S., 1996. Fen ve Mühendislik için Fizik. Palme Yayıncılık, No:121, 345s.Ankara.

Yaren, H., Karayılanoğlu, T., 2005. Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 4(4), 10s. Ankara.

Yasar, S., 1999. Radyasyon ve Radyasyonda Korunmak. Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, 25s. İstanbul.

http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radbiryasam.html. Erisim Tarihi:10.04.2007

http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/radyasyon-insan-ve-cevre/65-radyasyon-ve-radyoaktivite.html Erişim Tarihi: 05.10.2009

http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/radyasyon-insan-ve-cevre/81-radyasyonla-birlikte-yasiyoruz.html Erişim Tarihi: 05.10.2009

http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/radyasyon-insan-ve-cevre/107-cevre-radyoaktivite-olcumleri.html Erişim Tarihi: 20.09.2009

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI : Engin

SOYADI : ALTINKAYA

DOĞUM YERİ : Hameln / ALMANYA

DOĞUM TARİHİ : 24.11.1982

MEDENİ HALİ : Evli

EĞİTİM DURUMU

1997-2001	Isparta Gazi Lisesi
2001-2005	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
2005-2006	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Estitüsü Orta Öğretim Alanlar Eğitimi Fizik Öğrt. Tezsiz Yüksek Lisans
2007- halen devam	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Estitüsü Fizik A.B.D

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

2005-2006	Isparta Final Dergisi Dershanesi Fizik Etüt Öğretmeni
2006-2007	Şarkikarağaç Özel Sistem Dershanesi Fizik Öğretmeni
2007- halen devam	Yalvaç Özel Birey Dershanesi Fizik Öğretmeni