

SP045

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***ANKARA'DA EVLERDE KIŞ DÖNEMİ
RADON KONSANTRASYONUNUN
BELİRLENMESİ***

Dr. Songül ACAR VAİZOĞLU

Hacettepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Halk Sağlığı Programı İçin Öngördüğü
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Çağatay Güler

ANKARA
1997

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Halk Sağlığı Programında Bilim Uzmanlığı Tezi olarak kabul edilmiştir.



Tez Danışmanı : Prof Dr. Çağatay GÜLER
Hacettepe Üniversitesi



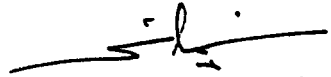
Üye : Prof Dr. Münevver BERTAN
Halk Sağlığı Anabilim Dalı Başkanı
Hacettepe Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Nazmi BİLİR
Hacettepe Üniversitesi

ONAY :

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. N. Sezgin İLGİ
Enstitü Müdürü

ÖZET

X ışınlarının bulunması ile beraber toplumlar, radyasyona maruziyet konusunu giderek artan bir ilgi ile araştırmaktadırlar. 1980'lerin ortalarından itibaren radonun her yerde bulunabileceği ve özellikle binalarda radon yoğunlaşmasına bağlı akciğer kanseri riskinin artması konusundaki bilgilerin yayılması, radyasyon maruziyeti konusuna yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bu tarihten itibaren de özellikle kapalı ortamlarda radon konsantrasyonu belirlenmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmada Ankara'da 167 evde ölçülen kış dönemi radon konsantrasyonu sonuçları ve bununla ilgili olabilecek faktörler sunulmuştur. Örnek Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından, Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan haneler arasından ilçelerin ağırlıklarına göre tabakalı küme örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Ölçüm için nükleer iz detektörleri kullanılmış ve Ekim 1996 - Nisan 1997 tarihleri arasında, 6 aylık süre içinde oturma ve yatak odalarında olmak üzere 2'şer odada ölçüm yapılmıştır. Toplam 200 olarak belirlenen evlerden 191'ine detektör verilmiş ve bunlardan 167'sinden sonuç alınabilmektedir. Araştırmaya devamlılık boyutu %83.5 olarak belirlenmiştir. Değerlendirmeler İstanbul Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde iz kazıma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının 2 Bq/m^3 ile 408 Bq/m^3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Oturma odalarında ortancanın 19 Bq/m^3 , yatak odalarında ise 25 Bq/m^3 olduğu bulunmuştur. Radon konsantrasyonunun normal dağılım göstermediği, logaritmik normal dağılım modeline uyduğu belirlenmiştir. Evin bulunduğu kat, kullanılan zemin ve duvar malzemesi, evin havalandırılması ve ısıtma özellikleri ve duvarlarda çatlak bulunmasının radon konsantrasyonu ile ilişkili faktörler olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler : radon, kapalı ortam radon konsantrasyonu, radyoaktivite

ABSTRACT

Since the discovery of X-rays, the public has shown increasing concern about exposure to radiation. In the mid-1980's the dissemination of information on the increase of lung cancer risk related with indoor radon accumulation and about the ubiquitous nature of radon, this concern about radiation exposure has taken on a new perspective. Since then, particular increase in studies towards the indoor radon measurements has been observed. In this study indoor radon concentrations measured during winter in 167 houses in Ankara and its probable underlying factors have been presented. Samples have been selected among houses located within the boundaries of Ankara Metropolitan Municipality, in relation with the population proportion of each district, employing stratified cluster sampling method, by the State Institute of Statistics. Indoor radon concentration were measured, using passive nuclear track detectors, during a 6-month period in two separate rooms of each house, of which one was the living room and the other was the bedroom (between October 1996-April 1997). Out of the 200 designated houses 191 were delivered detectors and results could have been obtained from 167 of these and the participation was found to be 83.5%. Measurements were performed at Istanbul Çekmece Nuclear Research and Training Centre using nuclear etching method. Measurements were discovered to be ranging between 2 Bq/m³ - 408 Bq/m³. Median values for living rooms and bedrooms were respectively found to be 19 Bq/m³ and 25 Bq/m³. Radon concentration were detected to comply with log-normal distribution model. Indoor radon concentration was found to be associated with presence of cracks on the walls, building material used for floor and walls and the type of ventilation and heating ($p < 0.05$).

Key words: radon ,indoor radon concentration, radioactivity

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesine katkılarından dolayı yazar, adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Araştırmanın örnek seçimi Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yapılmıştır.

Araştırmanın yapılması için gerekli olan malzemeyi ve daha sonra değerlendirmenin yapılmasını İstanbul Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziki Bölümü sağlamıştır. Sayın Muhsin Köksal, Sayın Berna Özçınar ve Sayın Nilgün Çelebi çalışmanın yönlendirilmesi ve değerlendirme aşamalarında her türlü desteği yapmışlardır.

Araştırmanın İstatistiksel olarak planlanmasında Sayın Yard. Doç. Dr. Gül Ergör katkıda bulunmuştur.

Değerli hocam Anabilim Dalı Başkanımız, Sayın Prof. Dr. Münevver Bertan bilimsel yorumları ve önerileri ile katkıda bulunmuştur.

Sayın tez danışmanım, Prof Dr. Çağatay Güler bana her yönden destek olmuştur.

Bu tez Hacettepe Halk Sağlığı Vakfı tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	iv
ABTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Amaçlar	3
KONU İLE İLGİLİ YAYINLAR VE ÇALIŞMALAR	4
2.1. Radon Kaynakları	9
2.1.1. Toprak	9
2.1.2. Bina Yapı Malzemeleri	10
2.1.3. Dış Ortam Havası	10
2.1.4. Sular ve Doğal Gaz	10
2.2. Kapalı Ortam Konsantrasyonları	10
2.2.1. Evler	10
2.2.2. İşyerleri	13
2.3. Radonun Sağlık Üzerine Etkileri	15
2.4. Risk Miktarlarının Belirlenmesi İçin Uygun Verilerin Tekrarı	19
2.4.1. Evlerde Yapılan Radon Düzeyi Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar	19
2.5. Risk Tahminleri ve Belirsizlikler	20

GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	24
3.2. Araştırmanın Evreni, Örneklem	24
3.3. Araştırmanın Tipi	25
3.4. Araştırmanın Değişkenleri	27
3.5. Araştırmada Kullanılan Terim ve Kriterlerin Tanımlanması	28
3.6. Araştırmada Kullanılan Araç-Gereçler	28
3.7. Veri Toplama	29
3.8. Verilerin Analizi	29
3.8.1. Pasif Radon Dozimetresi	29
3.8.2. Radon Kalibrasyon Odası	30
3.8.3. İstatistiksel Analiz	31
3.9. Araştırmada Karşılaşılan Güçlükler ve Araştırmanın Sınırlılıkları	31
3.10. Etik Sorunlar	33
BULGULAR	36
4.1. Araştırma Grubuna dahil Olan Hane Halkı İle İlgili Tanımlayıcı Bulgular	36
4.2. Araştırma Kapsamında Olan Binalar İle İlgili Tanımlayıcı Bulgular	39
4.3. Hanelere Yerleştirilen Detektörler İle İlgili Bilgiler ve Hanelerden Alınan	43
4.4. Logistik Regression Bulguları	64
TARTIŞMA	68
SONUÇLAR	74
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	81
EKLER	
Ek 1. Ev Ortamı Değerlendirme Anket Formu	
Ek 2. Anket Doldurma Yönergesi	
Ek 3 Ek Anket Formu	
Ek 4 Ankara'nın Jeolojik Haritası	

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bq/m ³	Becquerel
ICRP	Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi
Kev	Kiloelektrovolt
Po ²¹⁸	Polonyum
Ra ²²⁰	Toron
Ra ²¹⁹	Aktinon
Ra ²²⁶	Radyum
Rn ²²²	Radon
Pb ²¹⁴	Kurşun
UNSCEAR	Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyon Etkileri Bilimsel Komitesi
NEA	Nükleer Enerji Kurumu
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
NaOH	Sodyum Hidroksit
NRPB	Ulusal Radyasyondan Korunma Komitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Elektromanyetik Dalga Spektrumu	5
2.2. Genel Toplum Açısından Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynakları	7
2.3. Basitleştirilmiş Radon Bozunum Şeması (Tüm İzotoplar Gösterilmemektedir)	8
2.4. Radon Kaynakları ve Binalara Giriş Yolları	10
3.1. Araştırmanın Akış Şeması	26
3.2. Radon İzlerinin Çeşitli Büyütmelerde Görünümleri	32
4.1. Ankara’da Evlerin Oturma Odalarında Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu Dağılımı (1996-1997)	47
4.2. Ankara’da Evlerin Yatak Odalarında Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu Dağılımı (1996-1997)	48
4.3. Ankara’da Evlerde Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu (3 Grup Olarak)Dağılımı (1996-1997)	49
4.4. Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)	50
4.5. Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Logaritmalarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)	51
4.6. Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)	52
4.7. Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Logaritmalarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
2.1. Evlerde Yapılmış olan Radon Araştırmaları	13
2.2. 16 Ekolojik Çalışmanın Özeti	16
2.3. Evde Radon Konsantrasyonunun Ölçümüne Dayanan Evdeki Radon Maruziyeti ve Akciğer Kanseri Arasındaki İlişkiyi Araştıran Analitik Çalışmaların Özetleri	18
2.4. ABD’de 1993 Yılı İçinKapalı Ortam Radon ve Yıkım Ürünleri Maruziyetine Atfedilen Tahmini Akciğer Kanseri Sayıları (Lubin et al., 1994)	23
3.1. Araştırma Kapsamında Olan Kümelerin İlçe ve Mahallelere Göre Dağılımı (Ankara 1996-1997)	25
3.2. Araştırmanın Zaman Çizelgesi	35
4.1. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hanede Anket Uygulanan Hane Üyelerinin Bazı Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	36
4.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hane Sakinlerinin Bazı Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	37
4.3. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hane Sakinleri ve 1. Derece Akrabalarının Kanseri ve Sigara İçme Durumlarına Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	38
4.4. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Binaların Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	40
4.5. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerin Havalandırma Sistemine Ait Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	41

4.6.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerin Isınma Sistemine Ait Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	42
4.7.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlere Yerleştirilen Detektörlerle İlgili Bazı Özelliklerin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	43
4.8.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlere Yerleştirilen ve Değerlendirilen Detektörlerin İlçelere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	44
4.9.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının Dağılımı Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	45
4.10.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının İlçelere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	45
4.11.	Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının Semtlere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)	46
4.12.	Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Oturulan Kata Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	56
4.13.	Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Kullanılan Zemin Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	57
4.14.	Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Kullanılan Duvar Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	57
4.15.	Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Duvarlarda Çatlak Bulunmasına Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	58
4.16.	Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Son 3 Ayda Tamirat -Tadilat Yapılması Radon Konsantrasyonları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997)	58
4.17.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Oturulan Kata Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	59

4.18.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Kullanılan Zemin Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	59
4.19.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Kullanılan Duvar Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	60
4.20.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Duvarlarda Çatlak BulunmasınaGöre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)	60
4.21.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Ev İçinde Yakılan Bir Isınma Aracı Bulunması İle Radon Konsantrasyonu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997) .	61
4.22.	Ankara’da Evlerde Yatak Odalarında Havalandırma İle Radon Konsantrasyonu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997)	61
4.23.	Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonu İle İlişkili Olabilecek Faktörlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	62
4.24.	Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonu İle İlişkili Olabilecek Faktörlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	63
4.25	Logistik Regression Modelinde Kullanılan Değişkenlerin Referans Risk Kategorileri	64
4.26.	Oturma Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı İlk Model	65
4.27	Oturma Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı Son Model	65
4.28	Yatak Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı İlk Model	66
4.29	Yatak Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı Son Model	65

GİRİŞ

1.1 GİRİŞ

Çevresel etkenler halk sağlığında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bir yandan çevresel etkenlerin sağlık üzerine etkileri artarken diğer yandan da önemli halk sağlığı sorunları kontrol edildiğinden , çevresel sorunlar daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle toplumların öncelikleri, halk sağlığını ve çevreyi korumak olmalıdır (1).

Hastalık nedenlerini bünyesel ve çevresel nedenler olarak iki grupta incelemek mümkündür. Çevresel nedenlerin birisi ise fiziksel nedenlerdir. Sıcaklık , soğuk, ıslan , travma, içme ve kullanma suyu , atıklar, konut sağlığı, iklim koşulları, hava ve su kirliliği, kamuya açık yerler, sağlığa az yada çok zarar verebilme olasılığı olan kuruluşlar ve mezarlıklar başlıca fiziksel çevre öğeleri arasında sayılabilir. Çevresel nedenlerin diğeri ise kimyasal nedenlerdir. Bunlar arasında kanser oluşumuna neden olduğu gösterilmiş bazı etkenler bulunmaktadır. Temel madde eksiklikleri ise üçüncü neden olarak ele alınabilir. Çevredeki biyolojik etkenler ise, mikroorganizmalar, asalaklar ve mantarlar gibi etkenlerden oluşmaktadır. Bunlar canlı vücudunda hastalık yapabilirler. Çağdaş yaşamda psikolojik, sosyokültürel ve ekonomik etmenleri de çevresel etkenler arasında saymak gerekir (1,2).

Bu durumda çevre, hastalıklar için zemin hazırlayan , doğrudan hastalık nedeni olabilen , bazı hastalıkların gidişini ve sonucunu etkileyen , bazı hastalıkların da yayılmasını kolaylaştıran bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Hava, su, toprak kirlenmesi doğrudan hastalık nedeni olabileceği gibi, bir kısım hastalıkların yayılmasını kolaylaştırır ve hastalığın gidişini etkileyebilir (1).

Doğal radyasyon her zaman çevrenin bir parçası olmuştur. Radyasyonun temel bileşenleri kozmik ve kozmojen radyasyon, kayalar ve toprakta bulunan doğal radyonüklidlerden kaynakalanan gama radyasyon ve solunan havadaki ve yiyeceklerdeki doğal radyoaktif maddeler ve kozmik ışınlardır. 1895 yılında X ışınlarının keşfinden sonra, radyasyonunun risklerini araştıran çok sayıda araştırma yapılmıştır ve çalışmalar devam etmektedir. 1980'lerin ortalarından itibaren radonun her yerde bulunabileceği bilgisinin yayılması radyasyon maruziyeti konusuna yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bu tarihten itibaren de özellikle kapalı ortamlarda radon konsantrasyonu belirlenmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (3).

Radon -222, radyum-226'nın yıkımı sırasında doğal olarak oluşan ve yarı ömrü 3,82 gün olan radyoaktif bir gazdır. Bir kaç izotopu vardır. Bu izotoplardan yalnızca 2 tanesi çevrede kayda değer bir konsantrasyonda bulunur. Radyum-222 uranyum 238'in radyoaktif yıkım zincirinin bir ürünüdür. Radon 220 de (genellikle Thoron diye de bilinen) thorium 232'nin yıkım zincirinden ortaya çıkar. Kapalı ortam için toron maruziyeti radonla karşılaştırıldığında oldukça azdır , çünkü yarı ömrü çok kısadır (51.5 saniye)(4,5).

Radonun kanserojen olduğu bilinmektedir, özellikle akciğer kanseri insidansını artırmaktadır. Öncelikle de evlerde ve diğerkapalı ortamlardaki radon konsantrasyonu bilinmelidir ve daha sonra da kapalı ortamdaki radon konsantrasyonunu azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Özellikle de kış aylarında evlerde havalandırmanın yeterli olmaması, pencerelerin sürekli kapatılması ve ısınma araçlarının kullanılması gibi nedenlerle yapılan çalışmalarda kış aylarında radon konsantrasyonu yaz aylarına oranla daha yüksek bulunmuştur (6,7,8). Bazı işyerlerinde yüksek düzeyde radona maruz kalmaya bağlı olarak akciğer kanseri oluştuğunu gösteren epidemiyolojik araştırmalar vardır (5,9). Çevresel ve kapalı ortam radon maruziyetinin de akciğer kanseri dışında yetişkin lösemilerini oluşturmada önemli ölçüde etkisi olabileceğine dair çeşitli araştırmalar halen devam etmektedir (10,11). Radona maruziyetten tamamen kaçınmak mümkün olmadığı halde, bazı koşullar altında bu maruziyetin en aza indirgenmesi sağlanabilir. Bir araştırmada uranyum madenlerinde çalışmanın, ev içi ve diğerkapalı ortam maruziyetinin ve sigara ile beraber radon maruziyetinin akciğer kanseri oluşumunda önemli faktörler olduğu belirlenmiştir.

Radonun sağlık üzerine olan etkilerinden dolayı, dünyada çeşitli ülkeler (A.B.D., İngiltere, Kanada , İsveç, Japonya vb.) evlerde ve kapalı ortamlarda radon düzeyini belirlemek üzere çalışmalar yapmışlardır. Bu ülkelerin bazılarında radon düzeylerini gösteren haritalar oluşturulmuştur. Daha sonra da akciğer kanseri ile radon arasındaki ilişkiyi belirlemek için ileri araştırmalar başlatmışlardır. Bu ülkelerin çoğu 2000 yılına kadar evlerde izin verilen en yüksek konsantrasyon sınırını düşürmek için eyleme geçmişlerdir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda kapalı ortam (ev içi) radon konsantrasyonu ile ilişkisi olduğu bulunan faktörler ;

- Evin tipi,
- Evin yaşı,
- Camlarının özellikleri ,
- Evin (özellikle yatak odası ve oturma odasının) bulunduğu kat ,
- Yatak odasının penceresinin son 24 saat içindeki açılma durumu,
- Binanın yapı malzemesi
- Havalandırma
- Zemin tipi

olarak belirlenmiştir (8,12). Bunların dışında önemli olabilecek diğerk faktörlerin belirlenmesi için çeşitli çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır.

Ülkemizde evlerde radon ölçümüyle ilgili bir araştırma yalnızca İstanbul’ da yapılmıştır (13,14). İstanbul’da yapılan ölçümler sonucunda evlerde yıllık ortalama Rn^{222} konsantrasyonu 50 Bq/m^3 , ölçülen en düşük konsantrasyon 10 Bq/m^3 , en yüksek konsantrasyon ise 260 Bq/m^3 olarak belirlenmiştir(33-52). Bulunan en yüksek değer,

ICRP (International Commission on Radiological Protection) tarafından belirlenen evlerde mücadele edilen maksimum radon konsantrasyonu olan 400 Bq/m³ ten daha yüksek değildir. Ancak Ankara’ da ve diğer illerde henüz böyle bir araştırma yoktur. Ölçüm olmaksızın evlerde radon değerinin tahmini mümkün değildir. Aynı ortamda bulunan evlerde bile farklı değerler elde edilebilmesi mümkündür. Ülkemizde daha önce küçük çaplı birkaç araştırma yapılmış, ancak Ankara’da evlerde radon konsantrasyonlarını belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

Radona maruziyetin azaltılması için giriş yerlerinin ve çatlakların kapatılması, hava akımının bina içerisinden toprağa doğru olmasının sağlanması, suyun radon kapsamının azaltılması, radyoaktif içeriği düşük yapı malzemesi kullanılması, havanın süzülmesinde elektrostatik presipitasyon yapan temizleyiciler, mekanik filtreler, negatif iyon jeneratörü tipi temizleyiciler kullanılması gibi çeşitli önlemler alınabilir (1).

Bu nedenlerle Ankara’da evlerde kış dönemi için radon konsantrasyonunu belirlemek için bu çalışma planlanmıştır.

1.2. AMAÇLAR

Bu çalışmanın amaçları ;

- 1- Ankara’ da evlerde kış dönemi (1 Ekim 1996 - 31 Mart 1997) için radon konsantrasyonunu belirlemek ,
- 2- Ankara’daki evlerdeki radon konsantrasyonu ile ilişki olabilecek faktörleri belirlemek,
- 3- Kapalı ortamlarda radona bağlı oluşabilecek sağlık sorunlarını araştırabilmek için bir kohort oluşturmaktır.

KONU İLE İLGİLİ YAYINLAR VE ÇALIŞMALAR

Maddesel ortamdan geçerken onunla etkileşerek iyon çiftleri oluşturabilen x ışını, gama ışını gibi elektromanyetik ışınlarla, kinetik enerjileri olan yüklü parçacıklar, ağır iyonlar ve serbest nötronlar gibi tanecik karakterli ışınımlara radyasyon denilmektedir. Elektrik yükü taşıyan elementer parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda elektromanyetik dalgalar oluşur. Örneğin kiloelektrovolt (Kev) düzeyinde bir kinetik enerji ile hareket eden elektronlar metal bir ortam içerisinde durdurulursa elektronların hareketine dik doğrultuda X ışınları çıkar. Bu olayda elektronların kinetik enerjileri, elektromanyetik dalga enerjisine dönüşmüştür. Bu enerji elektronların durduğu noktadan uzaya elektromanyetik radyasyon olarak yayılır (1).

Şekil 2.1’de elektromanyetik dalga spektrumu enerji ve dalga boylarına bağlı olarak verilmiştir. Mor ötesi ve X ışınları ile X ışınları ve gama ışınları bölgelerini kesin sınırlarla ayırmak olanaksızdır (15).

Radyasyon ile enerji aktarımı elektromanyetik dalgalarla olabildiği gibi, yüksek kinetik enerjili iyonlar, elektronlar, nötronlar ve diğer temel parçacıklarla da olabilir. Radyasyon madde içinden geçerken ortamdaki atomlar ve moleküller ile etkileşir. Böylece geçtiği ortama enerji aktarır. Bu nedenle maddesel ortam içerisinde radyasyonun girebileceği kalınlık sınırlıdır. Yeteri kadar enerjisi varsa, radyasyon ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştırmak suretiyle de enerjisini ortama aktarabilir. Bu tür radyasyona iyonlaştırıcı radyasyon denir. Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışık, görülen ışık ve yakın mor ötesi ışık yeterli enerjiye sahip olmadıkları için iyonlaştırıcı değildirler. Uzak mor ötesi ışınlar, X ışınları, nükleer reaksiyonlar veya radyaaktif parçalanma sonucu ortaya çıkan alfa, beta, gama ışınları, nötronlar, protonlar ve diğer temel parçacıklar iyonlayıcı radyasyondurlar. Kütleli ve yüklü parçacıkların (örn. alfalar ve protonlar) iyonlaştırma yetenekleri elektromanyetik radyasyona göre daha fazladır. Bu nedenle madde içerisinde enerjilerini daha kolay bırakırlar. Yüksüz parçacıklar ve elektromanyetik radyasyon ise daha kolay penetre olurlar (giricidirler). Radyasyon, görülen ışık ve radyo dalgalarını da içerecek şekilde çok geniş bir alanı kapsamakla beraber radyasyon terimi çoğu kez “iyonlaştırıcı radyasyon” için kullanılmaktadır (15).

Doğal radyasyon her zaman çevrenin bir parçası olmuştur. Radyasyonun temel bileşenleri kozmik ve kozmojen radyasyon, kayalar ve topraktaki doğal radyonüklidlerden kaynaklanan gama radyasyon ve solunan havadaki ve yiyeceklerdeki doğal radyoaktif maddelerdir. Toplumdaki bir kişinin çevreden aldığı radyasyon dozunun yaklaşık %51’i radon gazı ve toron’dan oluşmaktadır. %10’u kozmik radyasyon, %12’si yiyecek ve içecekler %14’ü yer orijinli gama radyasyondan oluşmaktadır. Bunların tümü doğal radyasyondur ve alınan radyasyonun %87 sini oluşturmaktadır. %13 ise radyolojik incelemeler, nükleer santraller, nükleer

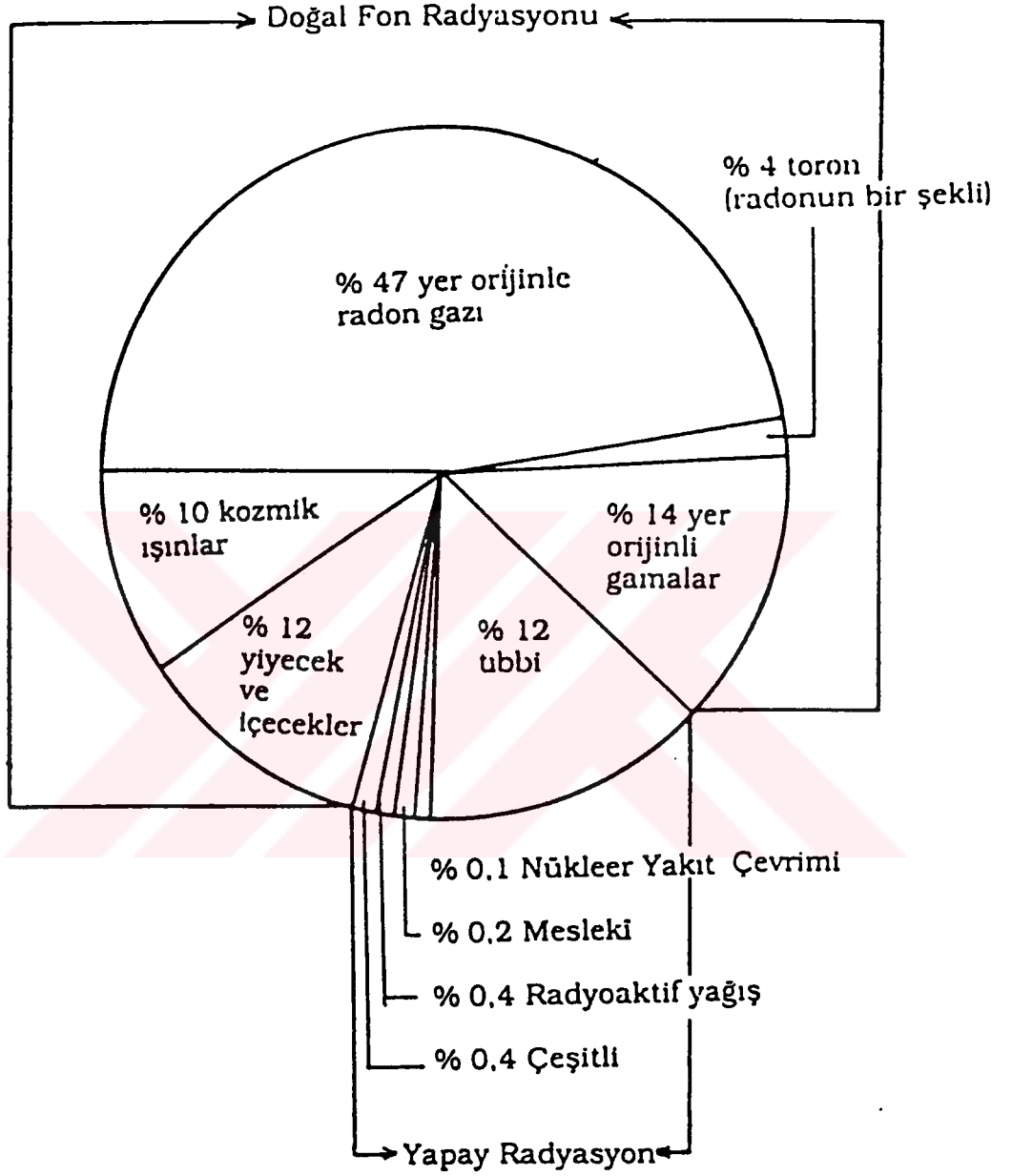
tıp gibi yapay radyasyon kaynaklarıdır (Şekil 2.2). Yapay radyasyon kaynaklarından gelecek zararları en aza indirebilmek amacı ile kontrol ve koruma uygulamaları yapılmalıdır (3,15).

Radon doğal olarak oluşan radyoaktif bir gazdır. Peryodik çizelgenin soy gazlar grubunda yer almaktadır. Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. -61,8 C derecede sıvılaşır ve -71 C derecede donmaktadır. Daha çok soğutulacak olursa sarı bir renk vererek parlamaktadır. -195 C derecede turuncu-kırmızı arası bir renk almaktadır. Radyoaktif radyumun stabil özellikteki kurşuna dönüşümü sırasında meydana gelmektedir. Radyum 226'nın bozunumundan yarı ömrü 3,82 gün olan radon 222 ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.3). Havadan 7.5 kez, hidrojenden ise 100 kez daha ağırdır. Yoğunluğu 0°C de 9,72 g/l dir (4).

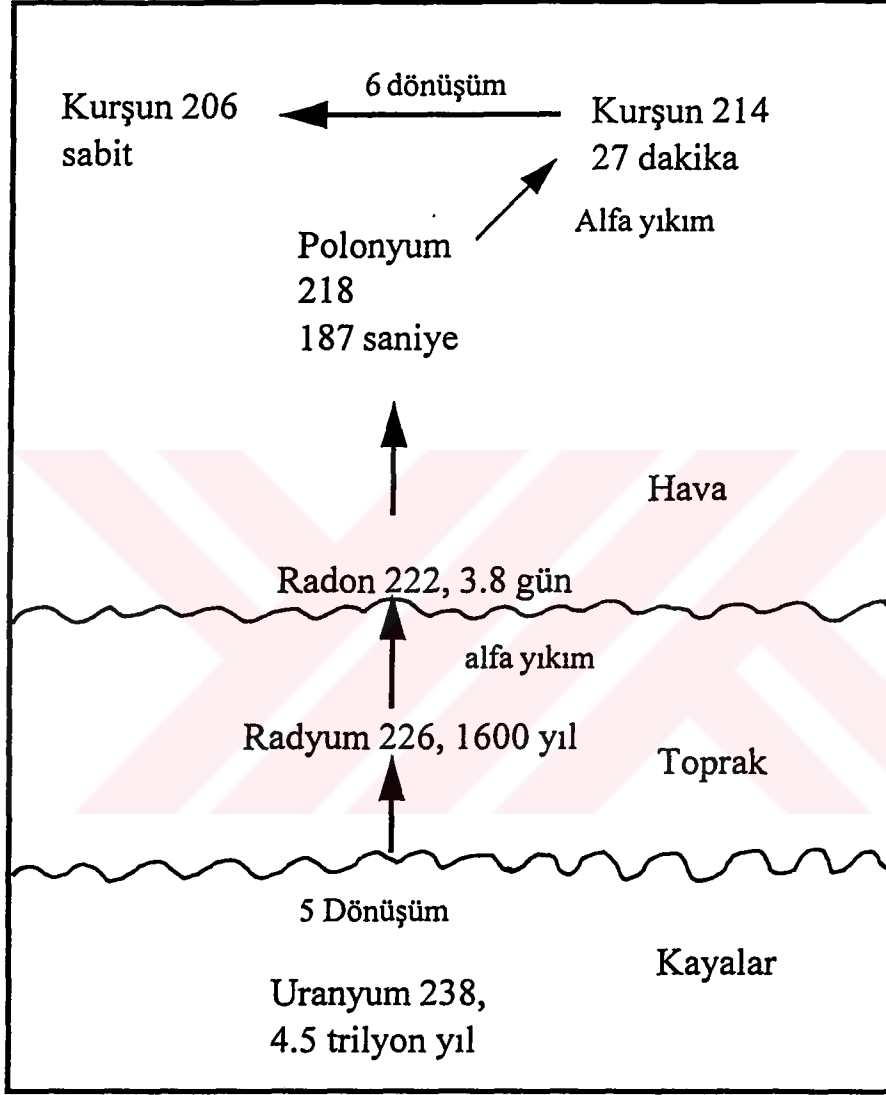
Bir kaç izotopu vardır. Bu izotoplardan yalnızca 2 tanesi çevrede kayda değer bir konsantrasyonda bulunmaktadır. Radon bozunarak alfa ışınımı ile polonyum 218'e (Po^{218}) dönüşmektedir, Po^{218} un yarı ömrü 3 dakikadır. Diğer iki doğal izotopu ise toron (Ra^{220}) ve aktinon (Ra^{219}) dur. Toronun yarı ömrü 51,5 saniye, aktinonun yarı ömrü ise 3,92 saniyedir. Radon 220 de thorium 232'nin yıkım zincirinden ortaya çıkmaktadır. Kapalı ortamda toron maruziyeti radonla karşılaştırıldığında oldukça azdır, çünkü yarı ömrü çok kısadır. Ancak bazı özel durumlarda toron doğal çevreden çok yüksek miktarlarda alınabilmektedir.

Radon doğal süreçler sonucunda insana zarar verebilen çevresel elementlerden birisidir. Radon maruziyeti yeni bir kavram değildir. Avrupa madenlerinde örneğin Almanya ve Bohemya gümüş madenlerinde çalışan madencilerin yüksek radon maruziyetine bağlı olarak akciğer kanserinden ölümlerinin arttığı 16. yy'a kadar giden kaynaklarda mevcuttur. 1900'lü yıllarda ise radonlu sulara banyo yapmak sağlık açısından yararlı bir uygulama olarak kabul edilmiştir. Bu dönemlerde radyum içeren bir çok ürün pazarlanmaya başlanmıştır. Çikolatalı şekerlemeler, ekmek , diş macunu gibi ürünlere radon katılmıştır (4). Amerika Birleşik Devletlerinde 1953'lü yıllara kadar radyumlu kontraseptif jel pazarlanmaya devam edilmiştir.

Radon ölçümü ilk kez 1901 yılında Almanya'da gümüş madeninde yapılmış ve konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. Bu tarihten itibaren radon-akciğer kanseri ilişkisi ile ilgili kuramlar geliştirilmeye başlanmıştır. 1920 yıllarında aynı bölgede bulunan diğer madenlerde yapılan ölçümler bu ilişkinin varlığını daha da güçlendirmiştir. Özellikle Bohemya ve Jachymov bölgesindeki maden yataklarında ayrıntılı çalışmalar yapılmış ancak olayın kesin epidemiyolojik bağları kurulamamıştır. 1950 yıllarından sonra radon ölçümleri yaygın olarak yapılmaya başlanmıştır. Bu yıllarda yapılan hayvan deneyleri radonun fareler üzerindeki kanserojen etkisinin belirlenmesini sağlamıştır. 1960'lı yılların ortalarında gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalar , radonun insan üzerindeki potansiyel karsinojenite olasılığının yüksek olduğunu göstermiştir.



Şekil 2.2. Genel Toplum Açısından Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynakları (15)



Şekil 2.3. Basitleştirilmiş Radon Bozunum Şeması (4)
(Tüm İzotoplar Gösterilmemektedir)

Maden ocaklarında yüksek doz radyumun bulunmasına bağılı olarak bronkojenik karsinom geliştiğini ileri süren kaynaklar giderek artmaya başlamıştır (16-20). 1967 yılında ABD Federal Araştırma Konseyi madenlerde radon etkilenimini azaltmaya yönelik önerileri yayınlamaya başlamıştır. 1970 ve 80'li yıllarda birtakım ülkelerdeki bazı evlerde birkaç yüzden bin Bq/m³ lere ulaşan konsantrasyonda kapalı ortam radonun belirlenmesi ile bir çok ülkede doğal radyasyonun genel nüfus için önemli bir sağlık sorunu olduğu belirlenmiştir. Bu tür evlerde yaşayan insanlarda akciğer kanseri riski ve yıllık radon maruziyeti genel nüfusa oranla daha yüksek olarak belirlenmiştir.

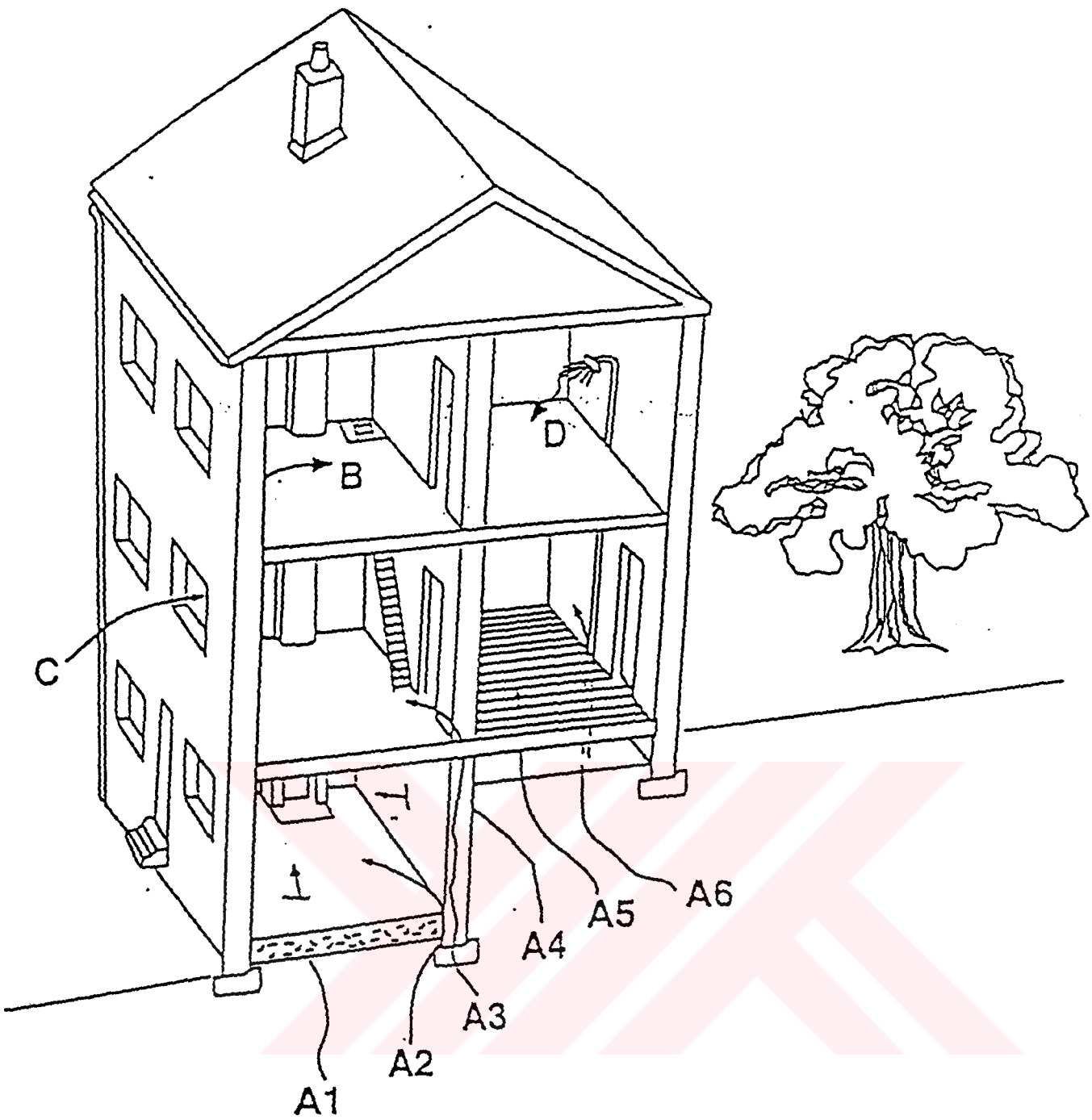
2.1. RADON KAYNAKLARI

Ana kaynak potent radyum-226'dır. Toprakta ve bina yapı malzemelerinde bulunmaktadır. Dış ortam havasında bulunan radonun kapalı ortamdaki konsantrasyonunu etkileyen en önemli faktör kapalı ortamın havalandırma sistemidir. Musluk suyu ve evde kullanılan gaz yakıtlar az miktarda da olsa radon kaynaklarındandır. Genellikle kapalı ortam radon düzeyinin yüksek olmasından kayalar ve toprak sorumlu tutulmaktadır (5). Bu durumda radon ev içine diffüzyon yolu ile veya uygun deliklerden girmektedir(Şekil 2.4). Aynı zamanda kapalı ortamda radonun yüksek olmasına katkıda bulunan bir diğer faktör de kullanılan yapı malzemeleri olarak bilinmektedir. Bunlar arasında alçı taşı, şap, volkanik kayalar ve maden artıkları sayılabilir.

UNSCEAR (United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation - Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyon Etkileri Bilimsel Komitesi) bu kaynakların relatif katkılarının basit bir modelle göstermektedir. Örneğin radon konsantrasyonu bodrumda 50 Bq/m³ olan tipik bir evde toprak, bina yapı malzemeleri ve dış ortam havasının katkı payları sırası ile %60, %20 , ve %20 olarak belirlenmiştir; üst katlarda ise bu katkı payları sırası ile %0 , %50 ve %50 dir.

2.1.1. Toprak

Evlerde, apartmanların bodrum katlarında yaşayan insanlar için en önemli radon kaynağı toprakta bulunan radyumdur. Toprağın radyum konsantrasyonu genellikle 10 Bq/kg ile 50 Bq/kg civarındadır. Ancak yüzlerce Bq/kg'a ulaşabilir. Tüm dünya için tahmin edilen ortalama değer 40 Bq/kg olarak tahmin edilmektedir (UNSCEAR 1993). Bazı granitler ve volkanik kayalarda bulunan yüksek konsantrasyondaki radyum en önemli radon kaynaklarındandır. Toprak aynı zamanda uranyum ve fosfat madenlerindeki işlemlere bağılı olarak ta kirlenmiş olabilir.Radonun ev içine girmesinde en büyük etken ise basınca bağılı akımın olmasıdır. Bu akımın oluşması, toprak ile kapalı ortam arasındaki basınç farkı, toprak ile ilişkide bulunan ev yüzeyinin sağlamlığı, topraktan salınan radonun miktarı gibi çeşitli faktörlere bağılıdır (21).



A Radonun topraktan giriş yolları

A1 Zeminde bulunan çatlaklar

A2 Duvarların birleşim yerleri

A4 Toprak hizasının altında kalan çatlaklar

A5 Destek yapılmış olan zemindeki çatlaklar

A6 Su ve kanalizasyon borularının geçtiği yerlerde bulunan açıklıklar

B Bina yapı malzemelerinden salınan radon

C Dış ortam havasından kaynaklanan radon

D Sudan salınan radon

Şekil 2.4. Radon Kaynakları ve Binalara Giriş Yolları (5)

2.1.2 Bina Yapı Malzemeleri

En önemli ikinci radon kaynağı da bina yapı malzemeleridir. 1970 sonlarına kadar en önemli radon kaynağı olarak düşünülmüştür. Bina yapı malzemelerinden radon salınımı içerdikleri radyum konsantrasyonu yanı sıra bu malzemelerden salınan radon miktarına, malzemenin gözenekliliğine (porozitesine), duvar yüzeyinin yapımına da bağlıdır. Bina yapı malzemelerinde bulunan radon ve toron konsantrasyonları genellikle 50 Bq/kg veya daha azdır (NEA - OECD , 1979). Şap içeren beton ve alçı kullanılan bina yapı malzemelerinde radyum konsantrasyonu yüksek olarak belirlenmiştir (22). Doğal radyoaktivitesi yüksek olan malzemedan yapılan briket ve beton kullanılan binalarda da aktif konsantrasyonlar yüksek olarak belirlenmiştir (23,24). Örneğin bazı binalarda kullanılan volkanik topraklar ve kırmızı toprakta radyum ve toryum konsantrasyonları birkaç yüz bekerele ulaşmaktadır (25,26).

Kapalı ortamlarda toron için en önemli kaynak ise bina yapı malzemeleridir. Yarı ömrü çok kısa olduğu için bina içine girip birikmesi zordur. Bu nedenle dış ortamda bulunan toronun kapalı ortamdaki etkileri göz ardı edilebilir (25).

2.1.3. Dış Ortam Havası

Dış ortam havası genellikle seyreltici bir faktör olarak görülmektedir. Ancak yüksek binalarda ve radyum konsantrasyonu düşük yapı malzemeleri kullanılmış olan evlerde temel kaynak olarak kabul edilmektedir. Dış ortam havasındaki radyum atmosfer basıncına bağlı olarak değişmekte ve geceleri artmaktadır.

2.1.4. Sular ve doğal gaz

Kaya içinde yerleşmiş olan kuyu sularında radon bulunabilir. Bu su ev içinde kullanılıyorsa kapalı ortam radon konsantrasyonuna katkıda bulunabilir (27,28). Finlandiya ve Maine (ABD) bölgelerinde kayalık bir bölgede açılmış olan kuyulardan alınan musluk suyunun radon konsantrasyonunu anlamlı olarak artırdığı belirlenmiştir. Derin kuyulardan sağlanan musluk suundaki radon konsantrasyonu 100 kBq/m³ ile 100 MBq/m³ arasında değişmektedir (5,UNSCEAR, 1988). Dünyada tüm su kaynaklarında bulunan ortalama radon konsantrasyonu 10 kBq/m³ olarak tahmin edilmektedir (5,UNSCEAR , 1993). Bazı bölgelerde ise ısınma amacı ile kullanılan doğal gazlarda yanma sonucunda ortaya çıkan yüksek radon düzeyleri belirlenmiştir. Bu kaynak çok önemli değildir ve dağıtım aşamasında kontrol altına alınabilir. Doğal gazda bulunan radon düzeyi yaklaşık olarak 1000Bq/m³ tür (5,UNSCEAR , 1993). Sular ve doğal gazla alınan radonun dışlarda biriktiğini gösteren çalışmalar yapılmıştır (29).

2.2. KAPALI ORTAM KONSANTRASYONLARI

2.2.1. Evler

Evler insan hayatının önemli bir bölümünün geçtiği yapay ortam koşullarının belirleyicisidir. Konut ile sağlık arasındaki bağlar öteden beri bilinmektedir. Kapalı ortamlarda pek çok kirleticinin dış ortam düzeyinin çok üzerine çıktığı belirlenmiştir. 1970'li yıllarda petrol krizinin yaşanması nedeni ile enerji harcanmasını azaltmaya yönelik önlemlerin alınmaya başlanması , kapalı ortam hava kirliliğini artırmaya başlamış ve bu konuda yapılan araştırmalar da hız kazanmıştır. Evlerde ya da kapalı ortamlarda fiziksel zararlı etkenlerden bazıları toksik gazlar, solunabilir asılı parçacıklar, radyasyon ve sigara dumanıdır. Radon kapalı ortamdaki radyasyon kirliliğinin en temel kaynağı olarak belirlenmiştir.

1984 yılında Pennsylvania, Boyer kentinde bir evde çok yüksek konsantrasyonda radon düzeyi belirlenmesinden sonra, bir çok ülkede evlerde radon düzeylerini araştıran çok sayıda çalışma yapılmıştır (30,31). Bu araştırmaların bir bölümünde kısa dönemli ölçümler yapılırken , diğer bölümünde de tüm ülke düzeyinde uzun dönemli ölçümler yapılmıştır. Örnekler tüm ülkeyi temsil edilecek şekilde random yöntemi ile seçilmiştir. Avrupa ülkelerinde ülke çapında yürütülen çalışmalardan bazıları tamamlanmış ,bazıları ise halen devam etmektedir. (12,32-40). Uzun dönemli ölçümlerin çoğunda pasif alfa iz detektörleri ya da elektrotlar kullanılmış ve bu yöntemle radon ve yıkım ürünlerinden ortaya çıkan alfa aktivite ölçülmüştür.

Çizelge 2.1'de bir grup ülkede son yıllarda yapılan bölgesel ve ulusal çalışmaların bazılarının sonuçları verilmiştir. Bu tabloda verilen sonuçlar çeşitli nedenlerden dolayı birbirleri ile karşılaştırılamamaktadır. Örneğin çalışmaların bazılarında örnek random ile seçilmiş ve ülkeyi temsil etmekte iken diğer bazı çalışmalarda yalnızca özel olarak seçilmiş olan binalarda ölçümler yapılmıştır. Diğer bazı ülkelerde ise henüz ön araştırmalar yapılmaktadır ve bazılarında da araştırmalar çok küçük gruplar üzerinde yapılmaktadır. İsveç ve İngiltere gibi ülkelerde ise çok geniş gruplar üzerinde araştırmalar yapılmıştır .

Araştırma yapılan ülkelerin çoğunda ortalama radon konsantrasyonu 20-125 Bq/m³ arasında bulunmuştur. İngiltere'de tüm ülkenin ortalaması 21 Bq/m³ tür. Ancak ülkenin güney doğusunda bulunan Cornwall'da belirlenen ortalama değer 170 Bq/m³ tür. Bazı ülkelerde evlerde ölçülen değerler ise 100.000 Bq/m³ dür. Evlerde radon konsantrasyonunun yüksek olduğu bölgelerde kayalar ve topraktaki radon konsantrasyonunun da yüksek olduğu belirlenmiştir (41).

Yapılan çalışmaların çoğunda evlerde belirlenen radon düzeylerinin logaritmik normal dağılıma sahip olduğu gösterilmiştir. Ancak yapılan bazı çalışmalarda logaritmik normal dağılım yaklaşımının çok yüksek radon konsantrasyonu olan binaları gözardı ettiği belirlenmiştir (40,42)

Radon yıkım ürünlerinin gözlenen konsantrasyonları genellikle dengede değildir (örn. radon yıkım ürünlerinin konsantrasyonu genellikle radon konsantrasyonundan daha düşüktür). Bu da radon yıkım ürünlerinin ortadan kaldırılmasını sağlayan mekanizmalara bağlanabilir. Radon ve yıkım ürünlerinin konsantrasyonları “denge faktörü F” ile ilişkilendirilmiştir. Denge faktörü için bildirilen ortalama değerler 0,3- 0,5 arasında değişmektedir (5,UNSCEAR , 1988).

Çizelge 2.1. Evlerde Yapılmış olan Radon Araştırmaları

Ülke/Bölge Nüfus milyon olarak	Örnekte bulunan ev sayısı	Maruziyet süresi yada zamanı	Örneğin özellikleri	Radon konsant. Bq/m^3 Aritme. Geom. ortalama		Geom. SS	200 Bq/m^3 üzerinde olan %	Referanslar
Avusturya (8.0)	30	Aralık 92- Ocak 93	Taraf tutma var	233	140	2.8	30	Friedman ve ark. (1994)
Belçika (10.0)	300	1984-1990 3ay-1yıl	Topluma dayalı seçilmiş	48	37	1.9	1.7	Poffijn (1993)
Danimarka (5.2)	496	1985-1986 6ay kış -6ay yaz	random	47 (ev ortalaması) 53 (pop. ortalaması)	29	2.2	2.2	Ulbak ve ark., (1988)
Finlandiya (5.0)	3074	1990-1991 1 yıl	random	123	84	2.1	12.3	Castren 1993
Fransa (56.9)	1548 (halen devam ediyor)	1982-1991 3 ay	taraf tutma (tabakalı değil)	85	52	2.3	7.1	Rannou ve ark.1992
Almanya (85)	a)6000 b)1500	a)1978- 1984 3 ay b)1991- 1993 1 yıl	random	50	40	-	1.5-2.5	a) Urban ve ark 1985 b) Czarwinski ve ark. 1994
Yunanistan 10.2	571	1987-1994	tanıdıklar	92	68	2.9	3.3	Proukakis 1994
İrlanda (3.5)	1259	1985-1989 6 ay	random	60	34	2.5	3.8	Mc Laughlin ve Wasiolek 1988

Çizelge 2.1. (Devam) Evlerde Yapılmış olan Radon Araştırmaları

Ülke/Bölge Nüfus milyon olarak	Örnekte bulunan ev sayısı	Maruziyet süresi yada zamanı	Örneğin özellikleri	Radon konsant. Bq/m^3 Aritme. Geom. ortalama		Geom. SS	200 Bq/m ³ üzerinde olan %	Referanslar
İtalya (56.8)	4800	1985-1989 6 ay	tabakalı random	77	-	-	5	Bohicchio ve ark. 1993,1994
Japonya (123.9)	6300	1985-1991 1 yıl	seçilmiş bir grup içinde random (lise öğretmen)		29	1.6	0.4	Kobayashi ve ark., 1991
Lüksemburg (0.4)	2500	1991	-	-	65	-	-	UNSCEAR 1993
Hollanda (15.1)	1000	1982-1984 1 yıl	random	29	24 ortanca	1.6	-	Put ve ark.,19894,1 985 UNSCEAR 1993
Norveç (4.2)	7525	1987-1989 Tüm mevsimlere dağıtılmış 6 ay	random	51(düzel- tilmemiş) 60 (etkilenim süresine göre düzeltilmiş)	26(düzel- tilmemiş) 32(dü- zetilmiş)	-	3.7	Strand ve ark.,1992 Strand 1992
İsveç (8.4)	1360	1991-1992 3 ay ,ısıtma dönemi	random	108	56	-	14-26	Swedjmark ve ark., 1993
İsviçre (6.6)	1540 (devam ediyor)	1982-1990 3 ay kış ayları	taraf tutma var tabakalanm ış değil	80(örnek taraf tutması için düzeltilmiş 70(etkile- nim süresi için düzeltilmiş)	-	-	5	Surbeck ve ark.1991
İngiltere (57)	2093	1986-1987	random	20.5	15	2.2	0.5	Wrixon ve ark.1988
ABD (249)	5694	1989-1990 1 yıl	stratifye random	46	25	3.1	-3.5	EPA 1992Marci- nowski ve ark.1994

2.2.2. İşyerleri

Genellikle insanlar zamanlarının büyük çoğunluğunu evlerinde geçirdikleri için, daha önce belirlenen radon konsantrasyonlarının çoğu evler içindir. Ancak son zamanlarda okullar, tiyatrolar, bürolar vb. işyerlerinde de ölçümler yapılmaya başlanmıştır. ICRP tarafından, işyeri olarak kullanılan ancak daha çok halka hizmet veren kütüphane, tiyatro gibi yerlerde radon düzeyinin 500-1500 Bq/m³ arasında olması önerilmektedir (5 ICRP, 1993 ,43).

2.3. RADONUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Mesleki nedenlerle yüksek radon etkilenimine bağlı olarak bronkojenik kanserlerin oluştuğunu gösteren çok sayıda epidemiyolojik kanıt vardır. Daha sonra yapılan çalışmalar yüksek çevresel radon etkilemine bağlı olarak akciğer kanserinin oluştuğunu da göstermiştir. (16-20). Kapalı ortamlarda çevreye yayıldığında miktarı giderek arttığından, düşük dozda bile olsa etkisi açısından tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle radon etkilenimini tamamen ortadan kaldırmak imkansız olduğundan, bu etkilenimi en aza indirmeye yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Radon ve radon yıkım ürünlerinden etkilenimi ile ilgili olan karsinojenik riski değerlendirmek için madenlerdeki mesleki maruziyeti, evlerdeki maruziyeti değerlendiren epidemiyolojik çalışmalar ve hayvan deneyleri veya diğer deneysel çalışmalardan elde edilen veriler kullanılmaktadır. Bu verilere dayanılarak, radon insan için karsinojen maddeler arasında sayılmaktadır (5). Bu sonuç bir çok ulusal ve uluslararası kuruluş tarafından da kabul edilmektedir. Şimdiye kadar akciğer kanseri dışında radon maruziyetine bağlı olarak ortaya çıktığı belirlenen hastalıklara ait kesin veriler yoktur. Çocukluk ve erişkin lösemilerine neden olduğunu belirten çeşitli çalışmalar mevcuttur (10,11).

Evlerde ve işyerlerinde radon maruziyetini belirlemek için yapılan çok sayıda araştırma vardır ancak bu çalışmaların boyutları ve süreleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Evlerdeki radon maruziyetine bağlı olarak ortaya çıkan akciğer kanseri riski madenlerde çalışanlarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Evlerde yapılan çalışmaların amacı evlerde radon ve yıkım ürünlerine maruziyet ve akciğer kanseri insidansı arasındaki ilişkiyi kesin olarak ortaya koymak ve ilişki derecesini belirlemektir. Bu konuda yapılan ekolojik ve analitik çalışmaların büyük bir bölümü tamamlanmış, bir bölümü ise halen devam etmektedir, ancak bu çalışmaların çoğunun evdeki maruziyete bağlı hastalık oluşumundaki etkileri göstermekte kısıtlılıkları vardır.

Bu bulguların tümü birleştirilip, halk sağlığı riski yönünden değerlendirildiğinde evlerde veya madenlerde radon maruziyetine bağlı akciğer kanseri oluştuğu ve bunun da halk sağlığı için bir tehlike arz ettiği belirtilmektedir. Hayvan deneyleri ile desteklenmiş olan çok sayıdaki epidemiyolojik çalışmada alfa-parçacık hasarının gösterilmesi bu

konudaki tereddüdlere azaltmış ve düşük dozlarda maruziyete bağlı olarak akciğer kanseri oluşabileceğini göstermiştir.

Çizelge 2.2. 16 Ekolojik Çalışmanın Özeti

REFERANS	YER	MARUZİYET ÖLÇÜMÜ	BULGULAR
Fleischer (1981)	ABD’de 3 kasaba	İndirekt (Fosfat kaynakları yada işlenmesi))	Fosfat kaynaklarının olduğu veya işlendiği kasabalarda artmış akciğer kanseri hızı ile ilişki
Bean et al. (1982)	İowa’da bazı kasabalar	İndirekt , (Kuyu sularında radyum)	Radyum konsantrasyonu arttıkça akciğer kanseri insidansı artmaktadır ;erkekler için istatistiksel olarak anlamlı(p<0.002)ancak kadınlar için anlamlı değil
Edling (1982)	İsveç kasabaları	İndirekt (background gama radyasyon)	Background gama radyasyona maruziyet ile akciğer kanseri arasında pozitif ilişki
Hess (1983)	Maine kasabaları	İndirekt (Su kaynağında radon)	Sudaki radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri mortalitesi arasında pozitif ilişki
Letourneau (1983)	Kanada’da bulunan şehirler	Radon ölçümleri	Kapalı ortam radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri mortalitesi arasında anlamlı bir ilişki mevcut değil
Dousset ve Jammet (1985)	Fransa’da iki bölge	İndirekt (Jeoloji)	Akciğer kanseri mortalitesinde farklılık yok
Fleischer (1985)	Reading Prong New Jersey/ New York	İndirekt (Jeoloji)	Çoğunlukla Reading Prong bölgesindeki kasabalarda beklenenden daha yüksek akciğer kanseri hızı (karıştırıcı faktör; kent/kır gradienti)
Forastiere (1985)	Orta İtalya’da bulunan kasabalar	İndirekt (Volkanik bölge)	Volkanik ve volkanik olmayan bölgeler arasında akciğerkanseri mortalitesinde anlamlı bir fark yok

Çizelge 2.2. (Devam)16 Ekolojik Çalışmanın Özeti

REFERANS	YER	MARUZİYET ÖLÇÜMÜ	BULGULAR
Hoffman et al. (1985)	Çin’de iki komşu bölge	Radon ölçümleri	Akciğer kanseri mortalitesi ile radon maruziyeti arasında ilişki yok
Archer (1987)	Reading Prong New Jersey/ New York	İndirekt (Jeoloji)	Kontrol kasabaları ile karşılaştırıldığında (yıllık hız 100 000’de 23.9 artmış kanser mortalitesi (yıllık hız 100 000’de 31.3)
Stranden (1987)	Norveç şehirleri	Radon ölçümleri	radon maruziyeti ile akciğer kanseri insidansı arasında pozitif ilişki
Haynes (1988)	İngiltere kasabaları	Radon ölçümleri	Ortalama radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri mortalitesi arasında negatif ilişki
Papastefanou et al. (1989)	Ptolemais (kömür kullanılan enerji merkezi), Yunanistan	Radon ölçümleri (alfa iz)	radon maruziyeti ile akciğer kanseri insidansı arasında pozitif ilişki
Vonstille et al. (1990)	Florida	Radon ölçümleri	3 maruziyet grubu arasında malin tümörlerin yüzdesi arasında fark yok
Cohen (1990)	ABD kasabaları	Radon ölçümleri	Ortalama radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri mortalitesi arasında negatif ilişki
Ruosteenoja (1991)	Finlandiya belediyeleri	Radon ölçümleri	Kapalı ortam radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri insidansı arasında ilişki yok
Magnus et al. (1993)	Norveç	Radon ölçümleri (alfa iz)	Radon maruziyeti ile akciğer kanseri insidansı arasında kadınlarda görülen küçük hücreli karsinom dışında ,anlamli bir ilişki yok
Sztanyik ve Nikl (1993)	Macaristan	Radon ölçümleri (alfa iz)	Radon maruziyeti ile akciğer kanseri insidansı arasında anlamli bir ilişki yok

Çizelge 2.3. Evde Radon Konsantrasyonunun Ölçümüne Dayanan Evdeki Radon Maruziyeti ve Akciğer Kanseri Arasındaki İlişkiyi Araştıran Analitik Çalışmaların Özetleri

<i>Yer ve Referens</i>	<i>Çalışmaların Planı</i>	<i>Maruziyet Ölçümü</i>	<i>Bulgular</i>
Oeland, İsveç Edling et al. (1984.1986)	Vaka-kontrol 23 vaka ve 202 kontrol	Alfa-sensitif filmlerle 1 aylık ölçüm	Sigara için düzeltme yapıldıktan sonra akciğer kanseri ile radon düzeyi arasında anlamlı bir risk eğilimi. Sigara ile da multiplicative interantion
Ontario , Kanada Less et al. (1987)	Vaka-kontrol 27 vaka ve 49 kontrol	Ölçümlere dayalı yeniden yapılandırılmış maruziyet	$RR^* = 2.4$ (%95 GA ^{**} :0.8-7.1) maruz kalanlarda ve kalmayanlarda sigara için düzeltme yapılmış
İsveç'in güneyi Alexon et al. (1989)	Vaka-kontrol 177 vaka ve 677 kontrol	Evin tipi ve bölgenin jeolojisi, bütün evler; bazı evlerde 2 aylık ölçümler	Sigara için düzeltme yapıldıktan sonra, kırsal bölgeler için maruziyete bağlı artmış risk (kentlerdeki evlerde yaşayanlar için değil)
New Jersey, ABD Klotz et al. 1989	Kohort Radyum atıkları ile kontamine olduğu bilinen 45 evde yaşayan 752 kişi	Karbon-kanister detektörleri ile yapılan ölçümler.Evlerden birinde en azından 1 yıldır oturuyor olmak	$SMR^{***} = 1.7$ (%95 GA:0.8-3.2) (beyaz erkeklerde akciğer kanseri için) Kadınlarda bir artış yok. Sigara içme öyküleri alınamamıştır.
New Jersey, ABD Schoenberg et al. 1990	Vaka-kontrol 433 kadın vaka ve 402 kontrol	1 yıl süren alfa iz ölçümleri	Sigara içme, yaş ve mesleğe göre düzeltildikten sonra anlamlı risk trendi
Shenyang, Çin Blot et al.1990	Vaka-kontrol 308 vaka ve 356 kontrol	1 yıl süren alfa iz ölçümleri	Sigara içmeye göre düzeltildikten sonra veya düzeltilmeden önce radon ile akciğer kanseri arasında ilişki yok
Finlandiya Ruosteenoja 1991	Vaka-kontrol 291erkek vaka ve 495 kontrol	Alfa iz ölçümleri	Sigara içmeye göre düzeltme yapıldıktan sonra anlamlı bir ilişki yok, $RR = 1.85$ (%95 GA: 0.96-3.58)

Çizelge 2.3. (Devam) Evde Radon Konsantrasyonunun Ölçümüne Dayanan Evdeki Radon Maruziyeti ve Akciğer Kanseri Arasındaki İlişkiyi Araştıran Analitik Çalışmaların Özetleri

<i>Yer ve Referans</i>	<i>Çalışmaların Planı</i>	<i>Maruziyet Ölçümü</i>	<i>Bulgular</i>
İsveç Perschagen et al. 1992	Vaka-kontrol 210 kadın vaka ve 209 toplum içinden seçilen kontrol, 191 hastane kontrolü	Alfa iz ölçümleri, 1 yıl (1339 ev) TLD radon detektörleri ile 2 hafta (234 ev)	Yaş, sigara içme ve kentleşmeye göre düzeltildikten sonra anlamli trend , RR = 1.7 (%95 GA : 1-2.9) >150 ve <75 Bq/m ³ düzeyleri karşılaştırıldığında. Gençlerde ilişki daha fazla
İsveç Perschagen et al. 1993 Perschagen et al. 1994	Vaka-kontrol 586 kadın ve 774 erkek vaka ve 1380 kadın ve 1467 erkek kontrol	Alfa iz ölçümleri, her evde 3 aylık ikişer ölçüm	140-400 Bq/m ³ için RR= 1.3 (%95 GA : 1.1-1.6) >400 için ise 1.8 (1.1-2.9) Gece pencereler kapalı olarak yatıldığında ilişki daha fazla
Winnipeg , Kanada Letourneau et al. 1994	Vaka-kontrol 750 vaka ve 750 kontrol	Birbirini izleyen iki 6 ay alfa iz ölçümleri	Sigara içme ve eğitim için düzeltme yapıldıktan sonra radon ve akciğer kanseri arasında ilişki yok.RR= 1.11 (%95 GA : 0.65-1.92) 75-150 Bq/m ³ için ve 0.81 (0.46-1.44

* Relatif Risk

**Güven aralığı

*** Standardize edilmiş ölüm oranı

konudaki tereddüdlere azaltmış ve düşük dozlarda maruziyete bağlı olarak akciğer kanseri oluşabileceğini göstermiştir.

2.4. RİSK MİKTARININ BELİRLENMESİ İÇİN UYGUN VERİLERİN TEKRARI

2.4.1. Evlerde Yapılan Radon Düzeyi Belirlenmesi ile İlgili Çalışmalar

Kapalı ortamda radon maruziyetinin neden olduğu akciğer kanseri ile ilgili çok sayıda ekolojik ve vaka-kontrol çalışması vardır. Bu çalışmaların özeti , Stidley ve Samet (44,45) tarafından yapılan değerlendirmeden alınarak özetlenmiştir. (Çizelge 2.2; Çizelge 2.3)

Alexon et al.(46) İsveç'in kırsal bölgesinde bir vaka-kontrol araştırması yürütmüşlerdir. Taş binalarda yaşayan kişilerde maruziyet en yüksek bulunurken, ahşap binalarda en az, bunların dışında kalan binalarda ise orta derecede maruziyet

belirlenmiştir. Kaba bir maruziyet sınıflandırması yapılmış olmasına rağmen taş binalarda yaşamak, ahşap binalarda yaşamakla karşılaştırıldığında relatif risk anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (yaş ve cinsiyete göre düzeltilmiş RR = 5.4). Bu çalışmada sigara içme alışkanlıkları ve yaşam boyu yaşanan evler konusunda veri toplanmamıştır.

İsveç'te daha sonra yapılan vaka-kontrol çalışmalarında (47,48,49) bulgular birbirleri ile uyumlu bulunmamıştır. Bu çalışmaların bazılarında maruziyete bağlı olarak anlamlı risk artışı olduğu, diğerlerinde ise böyle bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Farklı sonuçların bulunması bu çalışmalardaki vaka sayılarının çok az olmasına , maruziyeti değerlendirmek için alınan ölçütlerin farklı olmasına , ya da hipotezi destekler tarzda taraf tutulmasına bağlı olabilir.

Pershagen et al. (50) tarafından Stokholm'de kadınlarda akciğer kanseri ile ilgili bir vaka- kontrol çalışması 210 vaka ve 400 kontrolden oluşan bir grup üzerinde yürütülmüştür. 150 Bq/m³ 'ü aşan radon düzeylerine maruz kalmanın akciğer kanseri oluşumunda sınırda bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Akciğer kanseri ile tahmin edilen radon yıkım ürünlerine kümülatif maruziyet arasında pozitif bir trend gözlenmiştir. Evde geçirilen zamana göre düzeltme yapıldığında , doz-cevap ilişkisinde azalma belirlenmiştir. Ancak yazar, radon maruziyeti ile akciğer kanseri arasındaki ilişkiyi belirlemek için örneğin çok küçük olduğunu belirtmektedir.

1360 akciğer kanseri 1424 kontrol ve 1360 vital duruma göre eşleştirilmiş kontrolden oluşan bir vaka-kontrol çalışması İsveç'te Pershagen et al.(51) tarafından 1993-1994 yıllarında yapılmıştır. Radon ölçümleri normal yaşam koşullarında, ısınma mevsiminde alfa iz detektörleri ile 1947'den beri en az 2 yıl yaşanan 8992 evde yapılmıştır. Akciğer kanseri riski hem tahmin edilen zamana göre ağırlıklandırılmış maruziyet , hem de kümülatif maruziyet göz önüne alındığında artmıştır. Zamana göre ağırlıklandırılmış olan relatif riskler, 50 Bq/m³ 'ten küçük değerler ile karşılaştırıldığında, 140-400 Bq/m³ için ve 400Bq/m³ 'den yüksek değerler için sırası ile 1.3 (GA: 1.1-1.6) ve 1.8 (GA: 1.1-2.9) olarak bulunmuştur. Radon maruziyeti ile sigara içme arasında da aditif bir etki belirlenmiştir (p=0.02).

Rousteenoja (52), Finlandiya'da yaptığı 291 akciğer kanserli ve 495 kontrolden oluşan vaka-kontrol araştırmasında radon maruziyeti ile akciğer kanseri riski arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Maruziyet yanıt eğrisinde başlangıçta bir artış görülmekte iken, yüksek maruziyet düzeylerinde (274 Bq/m³) bu eğride aşağıya doğru bir sapma belirlenmiştir. Yazarlar bunun random farklılıklarına veya sistematik taraf tutmaya bağlı olabileceği ve aynı zamanda örnek büyüklüğünün de riski belirlemek için çok az olduğu sonucuna varmışlardır.

New Jersey'de Klotz et al.(53) radyum atıklarına bağlı olarak radon ile kontamine olmuş 45 evde yaşayan 752 kişide mortaliteyi değerlendirmiştir. Genel nüfusla karşılaştırıldığında akciğer kanseri mortalitesinde artış belirlenmemiştir.

Shoenberg et al . (54) 1990 yılında New Jersey’de tanı konulduktan sonra 10-30 yıl izlenen 433 vaka ve 402 kontrolde radon maruziyetini araştıran bir vaka-kontrol çalışması yapmıştır. Yüksek radon maruziyetine bağlı olarak akciğer kanserinde artma eğilimi gözlenmiş , ancak ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Radon maruziyetine bağlı risk fazla miktarda sigara içenlerde daha düşük bulunmuştur ancak sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Less et al. (55) tarafından bazı binaları, kontamine bina yapı malzeleri ile yapılmış olan Port Hope, Ontario bölgesinde, bir vaka-kontrol çalışması yapılmıştır. Maruziyet, Port Hope bölgesinde geçirilen süre dikkate alınarak hesaplanmıştır. Sigara için düzeltme yapıldıktan sonra yapılan analizlerde maruziyete bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir risk artışı belirlenmiştir. Bu çalışmada örnek sayısının çok düşük olduğu (27 vaka ve 49 kontrol) belirtilmektedir.

Blot et al.(56) 1990 yılında Çin’de özellikle kadınlarda akciğer kanserinin yüksek olduğu Shenyang bölgesinde bir vaka- kontrol çalışması yapmıştır. Çalışma 397 vaka ve 391 kontrolden oluşmuştur. Sigara için düzeltme yapılmadan önce ve düzeltme yapıldıktan sonra radon ile akciğer kanseri riski arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak radon dışında kapalı ortam kirliliğine neden olan diğer kirleticilerin düzeyleri de belirlenmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmaların dışında akciğer kanseri ile radon arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışma yürütülmektedir. Akciğer kanseri ile ev içi radon maruziyeti arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar için en uygun yöntem olarak vaka-kontrol yaklaşımı önerilmektedir. Ancak çoğu vaka-kontrol çalışmasında maruziyetin değerlendirilmesinde ve istatistik güçte yetersizlikler söz konusu olmaktadır.

Radon ve yıkım ürünlerine bağlı maruziyetin neden olduğu diğer sağlık sorunları ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda veriler çok yetersiz ve ilişkiler zayıf bulunmuştur. Radon maruziyetine bağlı olarak mide, cilt, kemik , lenfatik ve hematopoietik sistem, larinks, safra kesesi, ekstra hepatic safra yolları ve multiple myelomun standardize mortalite oranları artmış olarak bulunmuştur (5). Ancak çalışmaların sonuçları arasında uyumsuzluklar vardır ve nedensel ilişkilerin belirlenebilmesi için yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

İngiltere’de evlerde radon maruziyeti ile lösemi insidansı arasında, malin melanom insidansı ve mortalitesi arasında ve prostat kanseri mortalitesi arasında coğrafik korelasyon olduğu gözlenmiştir (7). Fransa’da ise akut miyelositer lösemi mortalitesinin ev içi radon konsantrasyonu ile anlamlı ve pozitif olarak ilişkili olduğu gösterilmiştir (10,11).

Tütün insanlarda akciğer kanserine yol açan en kuvvetli kanserojen maddedir. Tütün aynı zamanda radon ve yıkım ürünleri tarafından indüklenen akciğer kanseri gelişiminde de rol oynayabilir. Uranyum madenlerinde yapılan bazı çalışmalarda tütün ile radon arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Mevcut olan kısıtlı verilere dayanarak yapılan analizlerde sigara ile radon arasındaki ilişki aditiften çok multiplikatif

değerlendirilmektedir. Bazı vaka- kontrol çalışmalarında evlerde radon maruziyeti ile sigara içme arasındaki ilişki de araştırılmaktadır.

Yapılan hayvan deneylerinde radona maruziyeti takiben sigara dumanı ile karşılaşıldığında radonun etkisinin arttığı, ancak radona ve yıkım ürünlerine maruziyetten önce sigara dumanı ile karşılaşıldığında kanser insidansında bir artış olmadığı belirlenmiştir. Sigara ile radon maruziyeti arasındaki ilişkinin maruziyet sırası ile ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Sigara radonun kanser yapıcı etkisini uyarmaktadır. Hem radon hem de sigaraya maruz kalan hayvanlarda gözlenen tümörlerin yalnızca radona maruz kalanlarda görülen tümörlere oranla daha büyük ve daha invaziv olması sigara içenlerde daha kısa latent dönem olması ihtimalini düşündürmektedir. (5,17).

2.5. RİSK TAHMİNLERİ VE BELİRSİZLİKLER

Radon ve yıkım ürünlerinin insanlar için kanserojen olduğu konusunda genel bir kanı vardır. Şu anda yapılan epidemiyolojik çalışmalara dayanılarak çevresel radon yıkım ürünlerine maruziyet ile akciğer kanseri ve diğer kanser riskleri arasındaki ilişkiyi kesin ve hassas olarak tahmin etmek olanaksızdır. Radon ve yıkım ürünlerine maruziyete bağlı olarak ortaya çıkan biyolojik hasarın yapısı ve radona doğal maruziyetin yapısı , her hangi bir eşik değerin olmadığını ve lineer doz cevabının olmadığını göstermektedir. Diğer iş ve ev karsinojenlerinden farklı olarak evdeki maruziyet işyerlerindeki maruziyete oranla daha düşük olduğu halde , madencilerde elde edilen verilerden evler için çıkarımlar yapmak gereksizdir ve yalnızca insan verilerini temel alarak risk tahminleri yapılabilir.

Madenci çalışmalarında yapılan analizler (Lubin et al.) ev içi radonuna atfedilen riskleri tahmin edebilmektedir (Çizelge 2.4) (5). Madenci modeli ev içi radon maruziyetine uygulandığı zaman, ABD’de tek ailenin yaşadığı evlerde kapalı ortam radon maruziyetine atfedilen tahmini akciğer kanserine bağlı ölüm %11-13 arasında değişmektedir. Bu tahmin BEIR IV risk modeli tahminine benzer sonuçlar vermiştir. BEIR IV modeli radon-222 ve yıkım ürünlerine riski tahmin etmek için kullanılan tablo ve grafikleri vermektedir. BEIR IV hipotezi ise yaşam boyu riskin , sigara içinler ve sigara içmeyenler için fatal akciğer kanserinin ‘normal’ insidansı ve her iki grubu beklenen yaşam süresi ile ilgili olduğu şeklindedir. BEIR IV komitesi fatal akciğer kanseri risklerini çeşitli denklemler kurarak hesaplamışlardır (17,18)

Maruziyet değerlendirmesi yaparken gelişmiş metodları kullanan ev içi maruziyeti değerlendiren büyük çaplı vaka-kontrol araştırmalarının sonuçları, birkaç yıl içinde alınacaktır. Bunlar birleştirildikten sonra evdeki maruziyete bağlı risk tahminini direkt olarak yapabilme olanağını sağlayacak ve şu anda kullanılan çıkarım modellerini değerlendirme olanağını da sunacaktır.

Çizelge 2. 4. ABD’de 1993 Yılı İçinKapalı Ortam Radon ve Yıkım Ürünleri Maruziyetine Atfedilen Tahmini Akciğer Kanseri Sayıları (Lubin et al., 1994)

Radon Yıkım Ürünleri Maruziyetine Atfedilen			
	Akciğer Kanserinden Ölümler	Sayı^a	Sayı^b
Toplam	149 000		
Tek Ailelerin Yaşadıkları Evler^c			
Toplam^d	104 300	12 500	14 400
Sigara içenler	88 700	10 600	9 800
Hiç sigara içmemişler	15 600	1 900	4 700
Erkekler			
Toplam	65100	7 800	8 900
Sigara içenler	55 300	6 600	6 000
Hiç sigara içmemişler	9 800	1 200	2 900
Kadınlar			
Toplam	39 200	4 700	5 500
Sigara içenler	33 300	4 000	3 700
Hiç sigara içmemişler	5 900	700	1 800

^a Sigara içen ve içmeyenlere aynı risk modeli uygulanmış.

^b Risk modelinde sigara içme durumuna göre düzeltme yapılmış

^c Nüfusun yaklaşık %70’i tek ailelerin yaşadıkları evlerdedir

^d Akciğer kanserinden ölümlerin tahminen %85’i sigara içenlerdir.

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan Keçiören, Altındağ, Yenimahalle, Sincan, Mamak ve Çankaya ilçelerinde bulunan 200 evde, 6 aylık süre içinde gerçekleştirilmiştir. 1 Temmuz 1996- 31 Ağustos 1997 tarihleri arasında yürütülmüştür. Radon ölçümleri için radon detektörleri 1 Ekim 1996- 31 Mart 1997 tarihleri arasında örneğe çıkan evlerde bekletilmiştir.

3.2. Araştırmanın Evreni, Örneklem

Araştırmanın evreni, Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan tüm evlerden oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan detektörler, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından sağlanmıştır. Örnek seçimi, Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan ilçelerin sosyoekonomik durum ağırlıklarına göre yapılmıştır. İlçelerdeki mahalleler zengin, orta ve fakir ayrımında yüzde dağılımına göre dağıtılmıştır. Hanelerin tespitinde küme yöntemi kullanılmıştır. Her küme 5 haneden oluşmaktadır. Hanelerin adresleri kümeler halinde sıralanmıştır. Örnek hacmi mahallelerin küme büyüklüklerine orantılı olarak dağıtılmıştır. Ancak Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi tarafından toplam 400 adet detektör sağlanabildiği için ve araştırmada bir eve toplam iki adet detektör vermek gerektiğinden araştırmanın 200 evde yapılmasına karar verilmiştir. DİE tarafından belirlenen örnek sayısı (400 ev) elde bulunan detektör sayısına ve ilçelerin ağırlıklarına göre random olarak azaltılmıştır.(Çizelge 3.1).

Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından verilen adreslere gidilmiştir. Aileler evde bulunmadığı takdirde evlerinde bulununcaya kadar gidilmiş, araştırma hakkında kişilere ayrıntılı bilgi verilmiş ancak bu kişiler evlerinde araştırmaya izin vermedikleri takdirde yedek evlere gidilmiştir. Araştırmaya katılan 191 evden 31(%16.2) tanesi yedek evdir. Yedekler de DİE tarafından belirlenmiştir. Araştırma, katılmayı kabul eden toplam 191 (%95.5) evde yapılmıştır. 191 eve dağıtılan toplam 382 detektörden tanesi 5 tanesi (% 1.3) kırılmış, 9 tanesi (%2.4) kayıp olmuş, 22 tanesi atılmış (% 5.7) ve 14 tanesi (%3.7) de oturdukları evden taşınma nedeni ile değerlendirilememiştir. Bu nedenlerle araştırmada değerlendirilemeyen detektör sayısı toplam 50 (%13.1) olarak belirlenmiştir. Araştırma sonun da izlenen hane sayısı ise 191'den 167 (%87) ye düşmüştür. Araştırmaya devamlılık oranı %83.5 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma Kapsamında Olan Kümelerin İlçe ve Mahallelere Göre Dağılımı (Ankara 1996-1997)

İLÇE	MAHALLE	ÖRNEK KÜME SAYISI
Keçiören	Kavacık Subayevleri	3 Küme
	19 Mayıs	2 Küme
	Aktepe	2 Küme
Altındağ	Beşikkaya	3 Küme
	Battalgazi	4 Küme
	Gülpınar	3 Küme
	Güneşevler	4 Küme
Yenimahalle	Demetevler	3 Küme
	Çamlıca	2 Küme
Sincan	Plevne	6 Küme
Mamak	Durali Alıç	5 Küme
Çankaya	Oran	3 Küme

3.3. Araştırmanın Tipi

Araştırma tanımlayıcı tipte bir araştırmadır. Araştırmanın akış şeması Şekil 3.1’de sunulmuştur.

ARAŞTIRMA GRUBU

Ankara Büyükşehir Belediyesi İl Sınırlarında
Küme Örneklem Yöntemi ile Belirlenen
200 Ev



- Detektörlerin Evlere Dağıtılması
- Anketlerin Uygulanması (191ev)



Detektörlerin 6 ay Süre İle Evlerde
Bekletilmesi

- Detektörlerin Evlerden Toplanması (167 ev)
- Radon Konsantrasyonlarının Çekmece Nükleer Araştırma
ve Eğitim Merkezinde Değerlendirilmesi

Şekil 3.1. Araştırmanın Akış Şeması

3.4 Araştırmanın Değişkenleri

Bağımlı değişken: Evlerde radon düzeyi

Bağımsız değişkenler: - Hane halkı ile ilgili bazı sosyo-demografik özellikler

Yaş
Cinsiyet
Meslek
Eğitim
Hanede bulunan kişi sayısı
Ev sahibi olma durumu
Evde oturma süresi

- Bina ile ilgili bazı özellikler

Yapım yılı
Evin kaçınıcı katta olduğu
Oturma odası alanı
Yatak odası alanı
Duvar malzemesi
Zemin malzemesi
Tavan malzemesi
Duvarlarda çatlak
Evde tadilat
Pencere
Pencerenin camı
Pencerenin çerçevesi
Balkon
Evin havalandırma sistemi
Vantilatör-aspiratör
Isınma aracı
Kullanılan yakıt tipi

- Detektörlerle ilgili bazı özellikler

Detektörlerin evlerde yerleştirilme yerleri
Evde kalma süreleri

3.5. Araştırmada Kullanılan Terim ve Kriterlerin Tanımlanması

Alfa Parçacıkları : Dört atomik kütle birimi ve iki pozitif yük birimine sahip olan radyoaktif parçacıklardır. Helyum atomunun çekirdek bölümünden oluşmaktadır. Büyük kütlesi nedeni ile ortam içinde aldığı yol çok azdır. Derinin yüzey tabakasını aşmaz, kağıt, karton vb. tarafından kolaylıkla tutulur. Penetrasyonu az olmakla beraber kütle etkisi nedeni ile etkileştiği biyolojik ortamda büyük hasara yol açar. Radyum-226, radon-222, Plutonyum-238 alfa parçacık yayan izotoplar arasında sayılabilir (15).

Beta Parçacıkları: Atomun çekirdeğinden fırlatılan elektronlardır. Alfa parçacıklarına oranla ortam içinde aldıkları yol daha fazladır. Giriciliği de alfa parçacıklarına oranla daha fazladır. İnsan vücudunda birkaç milimetre ile birkaç santimetre derinliğe ulaşabilir (15).

Gama Işınları: Radyoaktif izotopların çekirdeğinden çıkan elektromanyetik radyasyondur. Yüksek enerjili fotonlar olup maddeye giricilikleri çok yüksektir. İnsan vücudunun derinliklerine kadar gidebilir (15).

Becquerel (Bq): Radyoaktif bir kaynaktan birim zamanda çevreye yayılan radyasyon miktarını gösterir. Saniyedeki parçalanma sayısı olarak ifade edilir. Curie'ye (Ci) oranla daha küçük bir miktara işaret etmektedir. Curie ile Becquerel arasındaki ilişki şu formülle ifade edilmektedir (15) ;

$$3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} = 1 \text{ Ci}$$

veya

$$2.7 \times 10^{11} \text{ Ci} = 1 \text{ Bq}$$

Ekolojik Çalışma: Korelasyon çalışması da denilmektedir. İki yada daha çok özelliğin değişik toplumlarda ilişkisini araştıran hipotezler geliştiren araştırmalardır (59).

3.6. Araştırmada Kullanılan Araç-Gereçler

Araştırmada veri toplamak için anket (Ek 1) kullanılmıştır. Anket formunun ön denemesi Kurtuluş, Batıkent ve 100.Yıl semtlerinde 20 evde yapılmış ve ankette gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra son şekli verilmiştir. Anket formu tanıtım bilgileri ve binanın yapısı ile ilgili olmak üzere toplam 40 sorudan oluşmuş iki bölümdür. Anketörler için anket doldurma yönergesi de hazırlanmıştır (Ek 2). Detektörler toplanmaya gidildiği zaman evde yapılan değişiklikleri, detektörlerinin yer değişikliklerini ve evde bulunan bazı elektrikli aletleri belirlemek için ek bir anket formu daha doldurulmuştur (Ek 3).

3.7. Veri Toplama

Araştırma verileri, araştırmacı ve 3 anketör tarafından toplanmıştır. Evlerde yaşayan kişilerin bazı sosyodemografik özelliklerini ve bina özellikleri ile ilgili bilgileri belirlemek için hazırlanmış olan anket araştırmacı ve anketörler tarafından yüzyüze görüşme tekniği ile uygulanmıştır. Ailelere öncelikle konu ile ilgili bilgi verildikten sonra anket doldurulmuş ve detektörler evlerin oturma odaları ve yatak odalarında uygun yerlere yerleştirilmiştir. Evlerde radon konsantrasyonu ölçümü için iz aşındırma yöntemine dayanan “pasif radon detektörleri” kullanılmıştır. Detektör materyali olarak da allil diglikol karbonat kullanılmıştır (60-62). Her eve birisi yatak odasına ve diğeri de oturma odasına yerleştirilmek üzere 2 detektör verilmiştir. Detektörler, bütün evlerde oturma hizası yüksekliğinde, pencereden ve soba , kalorifer gibi ısınma araçlarından uzak ve kapalı olmayan bir yere yerleştirilmiştir. Detektörler evlerde 150-179 gün süre ile bırakılmış ve bu sürenin sonunda toplanmıştır. Kış dönemi olarak, evlerde ısınma aracı kullanıldığı düşünülen 1 Ekim 1996 - 31 Mart 1997 tarihleri arasında ölçüm yapılmıştır. Detektörlerin evlerde yerleştirilen yerlerde durup durmadığı 3 ay sonra tüm evler yeniden ziyaret edilerek belirlenmiştir. Kontroller Ocak-Şubat 1997 tarihlerinde yapılmıştır ve kontrol sırasında uygulanan ankette eksik kalan sorulara da cevap alınmıştır. Genellikle kiracı olan kişiler evin yapım yılı ve evle ilgili bazı soruları cevaplandıramamışlardır. Bunları daha sonra ev sahiplerinden öğrenmişler ve kontrol sırasında bu eksik soruları tamamlanmıştır. Bu süre içinde evlere ikişer kere telefon edilmiş ve telefonla iletişim sürdürülmeye çalışılmıştır. Detektörler 30 Mart 1997-4 Nisan 1997 tarihleri arasında toplanmış uygun koşullarda saklanarak, 6 Nisan 1997 tarihinde ölçümler yapılmak üzere Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezine götürülmüştür. Nükleer iz detektörleri kullanılarak nükleer iz kazıma yöntemi ile ölçümler yapılmıştır. Ölçümler, araştırmacı tarafından 6-16 Nisan 1997 tarihleri arasında Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde Sağlık Fiziği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

3.8. Verilerin Analizi

3.8.1. Pasif Radon Dozimetresi

Pasif radon dozimetresi su bardağı şeklinde küçük bir plastik kabın tabanına yerleştirilmiş yaklaşık 20mm × 20mm × 0.25mm boyutunda ticari ismi CR- 39 olan allil diglikol karbonat plastiğinden yapılmış detektörden meydana gelmiştir. Detektörlerin yerleştirildiği su bardağı şeklindeki plastik kaplar 6 cm yükseklikte olup ağız ve taban çapı 5 cm’dir. “Radon difüzyon kabı” olarak adlandırılan bu kabın ağzı pamuk ipliğinden dokunmuş bir bezle kapatılmıştır .

Kap içine giren radonun radyoaktif bozunması ile meydana gelen ürünlerin yayınladıkları alfa parçacıkları CR-39 detektörlerine girerek detektörde gözle görülmeyecek şekilde izler meydana getirmektedir. Kap üzerindeki bez havadaki radon ürünlerini tutarak kap içerisine yalnızca radonun girmesini sağlamaktadır. Yapılan

araştırmalar detektörde meydana gelen alfa parçacık izleri sayısının radon konsantrasyonu ile orantılı olduğunu göstermiştir.

Yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan radon dozimetreleri biri yatak odasına diğeri oturma odasına olmak üzere 191 eve ikişer adet olarak yerleştirilmiş ve 6 aylık süre ile radona maruz tutulduktan sonra toplanarak değerlendirmeleri yapılmıştır.

CR- 39 detektörleri sıcak bir alkali c zeltisi içinde belirli süre bekletilmesi sonucu detektörde oluşan alfa parçacıkları izleri kimyasal aşındırmaya uğrayarak mikroskop altında görünür hale gelmektedir. Detektörleri değerlendirmek için en uygun kimyasal aşındırma

koşullarını saptamak amacı ile yapılan deneyler sonucunda detektörlerin %30 luk NaOH c zeltisi içerisinde 70⁰ C de 17 saat süre ile kimyasal aşındırılması optimum koşullar olarak bulunmuştur.

Bu nedenle evlerden toplanan pasif radon detektörleri %30 luk NaOH içerisinde 70⁰ C de 17 saat süre ile kimyasal aşındırma işlemine maruz bırakılmışlardır (61). Kimyasal aşındırma işleminden sonra detektörler kurutularak alfa parçacık izleri mikroskopta sayılmıştır.Sayımlar 10 X 25 b y tmeye yapılmıştır (şekil 3.1).

3.8.2. Radon Kalibrasyon Odası

Pasif radon dozimetrelerini radon gazı konsantrasyonu cinsinden değerlendirmek için bir radon kalibrasyon odası geliştirilmiştir. Radon kalibrasyon odası içine miktarı bilinen bir radyum kaynağı koyulmuş 225 litrelik bir yağ bidonundan oluşmaktadır. Oda içindeki radonun denge konsantrasyonu 92.4 pCi/lt (3.2 KBq/m³) dir. Dozimetreler kalibrasyon odasında belli s relerde radona maruz bırakılarak kalibrasyonları yapılmıştır.

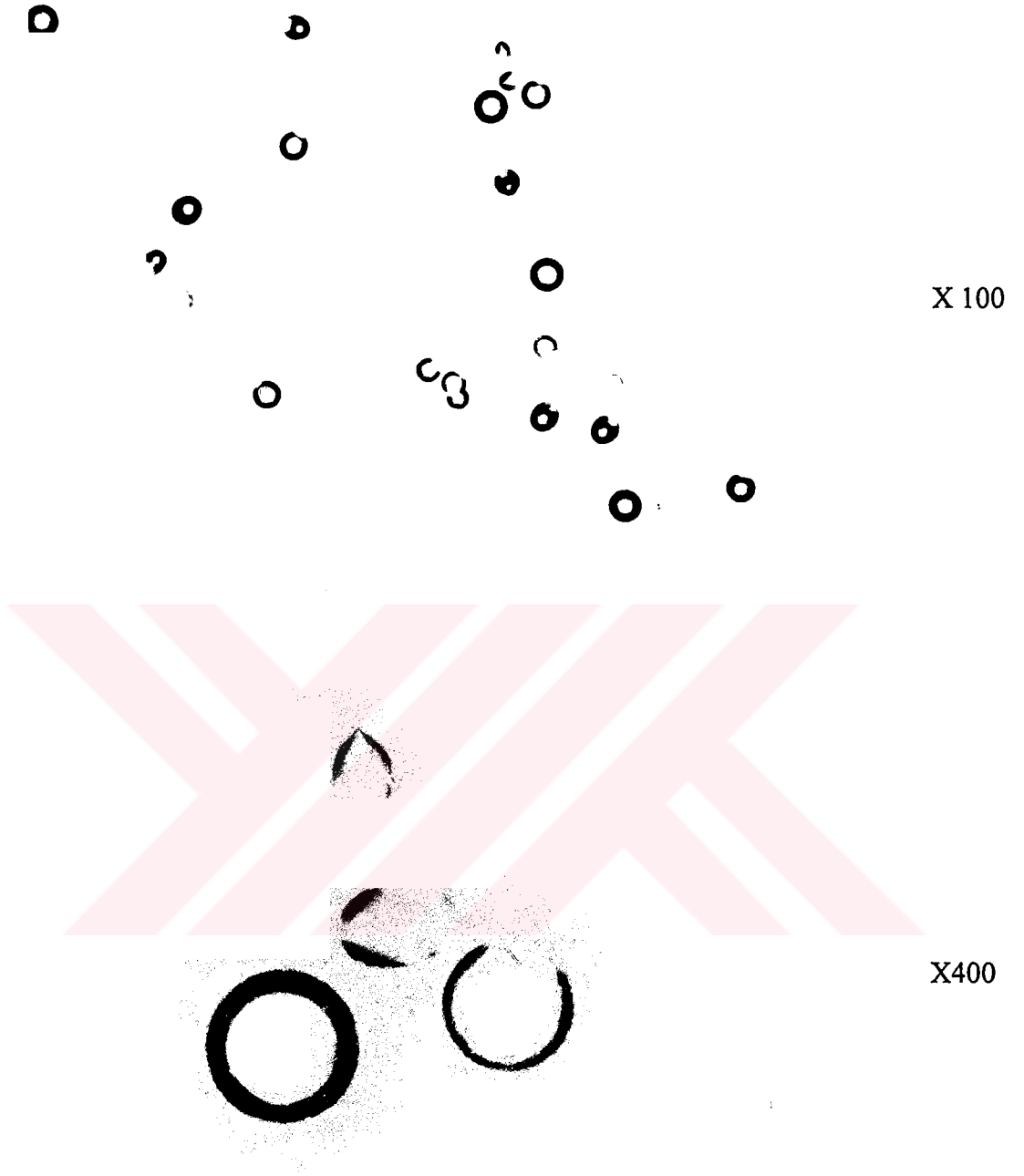
Kalibrasyon, 2'şer adet detektörü sırası ile 24 saat, 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat radon kalibrasyon odasında bekletilerek yapılmıştır. Detektörlerde okunan ortalama iz sayıları, radon tankında bekletilme sürelerine bölünerek saatteki ortalama iz sayıları bulunmuş ve radon tankının denge konsantrasyonunun saatteki ortalama iz sayısına bölünmesi ile elde edilen kalibrasyon faktörü. 7.1 olarak bulunmuştur.

Evlere dağıtılmak üzere hazırlanmış olan detektörlerle aynı zamanda hazırlanmış olan 10'ar adet detektör evre etkisinden çok iyi izole edilecek şekilde sarıldıktan sonra İstanbul ve Ankara'da kapalı dolaplarda bekletilmiş ve bu detektörlerin değerlendirilmesi ile background iz sayıları belirlenmiştir. Ankara için background iz sayısı 16 olarak bulunmuştur.

Sayımlar mikroskopta yapılmış ve 25 × 10 büyütme ile her detektörde toplam 20 alanda sayım yapılmış ve ortalama iz sayıları hesaplanmıştır. Bu ortalama iz sayılarından

background olarak belirlenen iz sayıları çıkartılmış ve net iz sayıları bulunmuştur. Net iz sayısı her ev için detektörün evde kalma süresi saat olarak hesaplanmış ve her evdeki saatte ortalama iz sayısı bulunmuştur. Daha sonra orantı kurularak evlerdeki radon düzeyi bekerel olarak hesaplanmıştır.





Şekil 6. *Radon İzlerinin Çeşitli Büyütmelerde Görünümleri*

3.8.3. İstatistiksel Analiz

Araştırmanın istatistiksel analizleri Epi-Info ve SPSS paket programları kullanılmıştır. Aritmetik ortalamalar, ortanca, mod ve standart sapmalar, X^2 ve p değerleri epi - info programı ile, geometrik ortalama (64), logaritmik dağılım ve logaritmik ve normal değerlerin normalite testi olarak kullanılan Kolmogorov - Smirnov testleri (63,65) SPSS paket programında yapılmıştır. Değişkenlerin tek tek analizinden sonra bu değişkenler birbirleri ile kontrol edilerek, birlikte etkilerini ölçmek amacıyla geriye doğru eleme kullanılarak logistik regresyon yöntemi uygulanmıştır.

3.9. Araştırmada Karşılaşılan Güçlükler ve Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın evlerin oturma odası ve yatak odalarına birer detektör yerleştirilerek yapılması oldukça büyük sorun yaratmıştır. Aileler bu detektörleri evlerine kabul etmek istememişlerdir. Detektörleri dağıtma ve anketlerin yapılması için anketör kullanılması planlanmış olduğu halde bu aşamada bütün evlere anketörlerle beraber araştırmacı bizzat kendisi gitmiştir. Araştırma için toplam üç anketör kullanılmıştır. Aile sakinlerine araştırma hakkında açıklayıcı bilgiler verildikten sonra izinleri alınmıştır. Araştırmaya katılmayı kabul eden ailelere konu ile ilgili bilgi verilmiş, soruları yanıtlanmıştır. Her hangi bir soruları olduğunda araştırmacı ile bağlantı kurabilmeleri için araştırmacının telefon numarası verilmiştir.

Aileler araştırmayı kabul ettikten sonra detektörler evlerde uygun yerlere yerleştirilmiştir. Kış döneminde bu evlere kontrol amacı ile yalnızca bir kez gidilmiş ve detektörlerin yerinde durup durmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca bir kere de telefon ile kontrol yapılmıştır. Araştırmacının telefon numarası verilmesine karşın 3 aile taşındıkları halde araştırmacıya haber vermemişlerdir. Kontrol sırasında, araştırmaya katılmaya karar verip detektörleri aldıktan sonra çeşitli nedenlerle (komşularının, akrabalarının etkilerinde kalarak) detektörleri atanlar veya kaybettiklerini söyleyenler olmuştur. Bu nedenle araştırma, planlanandan daha az sayıda evde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın başlangıcında detektörlerin 6 ay süre ile evlerde kalması planlandığı için detektörleri atanların yerine yedek evlere veya detektörleri kaybeden veya kırılanlara yeni detektör verilmemiştir.

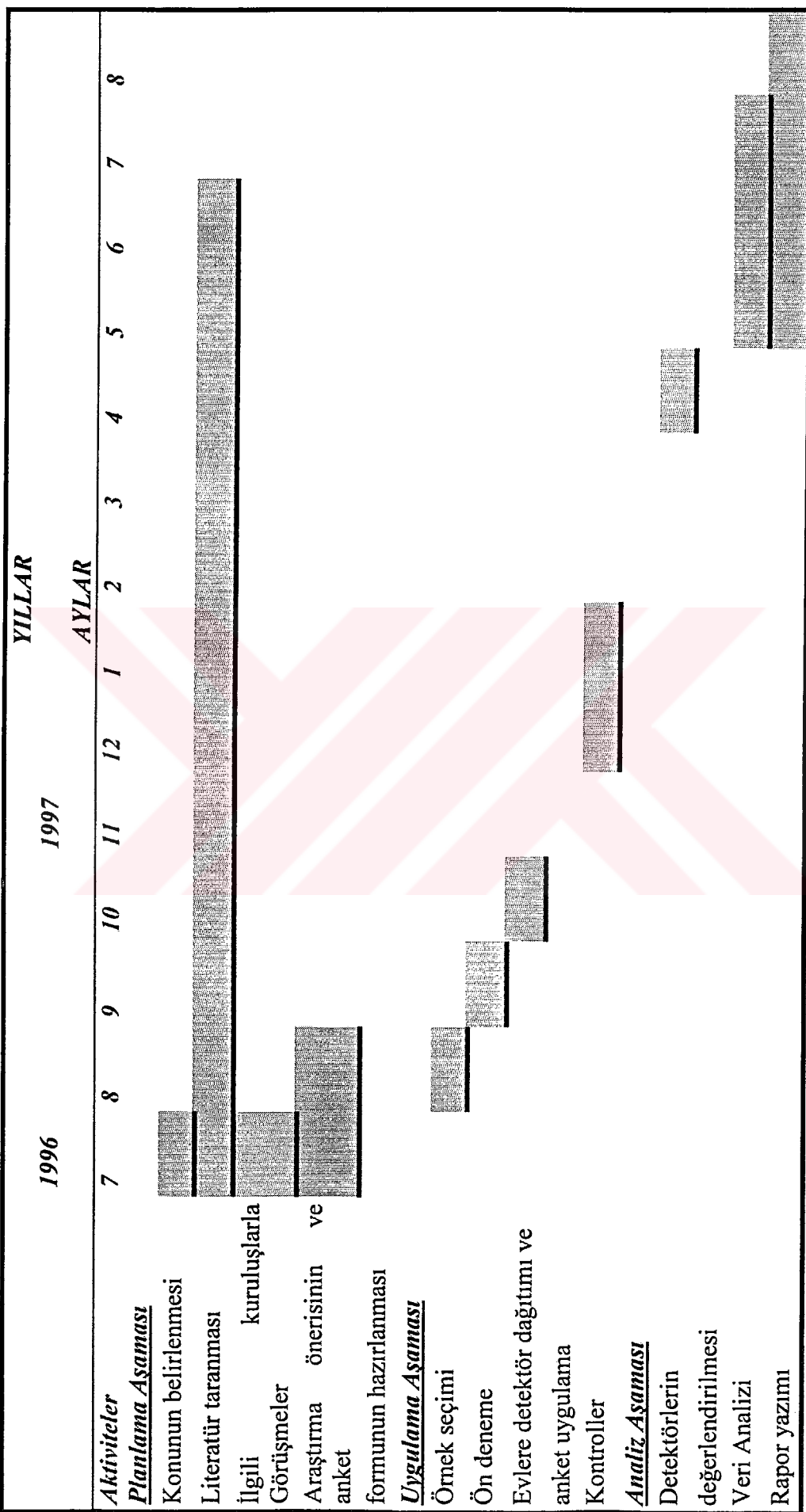
Ankara'da bulunan Nükleer Araştırma Merkezinde radon kalibrasyon odası bulunmadığı ve radon ölçümleri yalnızca İstanbul Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nde yapıldığı için detektörlerin hazırlanması ve Ankara'ya getirilmesi ve toplandıktan sonra İstanbul Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne götürülmesi ve değerlendirme araştırmacı tarafından yapılmıştır. Araştırmacı 23-27 Eylül 1996 tarihleri arasında radon ölçümleri konusunda plan ve program yapmayı öğrenmek ve detektörleri hazırlamak, 6-16 Nisan 1997 tarihleri arasında ise değerlendirmeleri yapmak üzere İstanbul'a gitmiştir.

3. *Etikal Sorunlar*

Örnekte belirlenen evlere gidildikten sonra ev sakinlerinden araştırmaya katılmaları için izinleri alınmıştır. Araştırmaya katılan hanelere araştırmanın başında konu ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiş ve evlerinde değerlerin yüksek bulunduğu takdirde alınabilecek önlemler varsa bunların bildirileceği söylenmiştir. Sonuçlar alınıp, analizler yapıldıktan sonra tüm ailelere sonuçlar bildirilip, radon konsantrasyonu yüksek bulunan evlerde alınması gereken önlemler konusunda bilgi verilmiştir.



Çizelge 3.2. Araştırmanın Zaman Çizelgesi



BULGULAR

Araştırmanın bulguları aşağıdaki sırayla üç bölümde sunulmuştur.

4.1 Araştırma Grubuna Dahil Olan Hane Halkı İle İlgili Tanımlayıcı Bulgular

Araştırma Ankara Belediyesi sınırlarına dahil olan toplam 191 hanede yapılmıştır. Ancak araştırma toplam 165 hanede tamamlanmış , 26 hanede verilen detektörler çeşitli nedenlerle toplanamamıştır. Çizelge 4.1’de anket uygulanan hane halkı üyelerine ait bazı demografik özellikler verilmiştir.

Çizelge 4.1 . Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hanede Anket Uygulanan Hane Üyelerinin Bazı Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı(Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

Demografik Özellikler	Sayı n=191	Yüzde (%)
Eğitim Durumu		
Okur-yazar değil	36	18.8
İlkokul	93	48.7
Ortaokul	25	12.6
Lise ve dengi okul	29	15.2
Yüksek Okul	9	4.7
Meslek		
Ev hanımı	148	77.5
Emekli	12	6.3
Memur	11	5.8
Öğrenci	9	4.7
İşçi	8	4.2
Serbest	2	1.0
İşsiz	1	0.5
Yaş		
< 25	41	21.5
25-49	115	60.2
≥50	35	18.3
Cinsiyet		
Kadın	164	85.9
Erkek	27	14.1
Aile Reisine Yakınlık Durumu		
Kendisi	25	13.1
Eşi	156	81.7
Kızı	5	2.6
Oğlu	2	1.6
Gelini	3	1.0

Araştırmada anketin uygulandığı hane halkı üyelerinden 27 kişi (%14.1) okur-yazar değildir, 9'u (%4.7) okur-yazar, 93'ü (48.7) ilk okul mezunu, 24'ü (%12.6) ortaokul, 29'u (15.2) lise ve 9'u (%4.7) mezunudur. Araştırma grubunun %48.7'si ilköğretim mezunudur. Bu oran 1993 Nüfus ve Sağlık Araştırması Sonuçları ile karşılaştırıldığında Türkiye ortalamasından (%63) düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak anketin uygulandığı grubun %77.5'i ev kadını olduğu için bu oran kadınlar için bulunan ilköğretim bitirme oranı ile (%55) karşılaştırılmış ve daha yakın bulunmuştur.

Yaşları 14 ile 78 arasında değişmektedir. Ortalama yaş 36.8, standart sapma 13.26 olarak belirlenmiştir. Ortanca 34, mod ise 29, 30 ve 33'tür. Görüşme yapılan kişilerin 148'i (%77.5) ev kadını, 12'si (% 6.3) emekli, 11'i (5.2) memur, 9'u (%4.7) öğrenci, 8'i (%4.2) işçi, 3'ü (% 1.5) serbest ve 1'i (%0.5) de işsizdir. Görüşme yapılan kişilerin 164'ü (% 85.9) kadın, 27'si (%14.1) ise erkektir. Görüşmeler gündüz iş saatlerinde yapıldığı için hanelerin büyük çoğunluğunda ev hanımı olan hane reisi eşleri ile anket yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hane Sakinlerinin Bazı Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı (Ankara, Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

Demografik Özellikler	Sayı n=191	Yüzde (%)
Hane Kişi Sayısı		
1-2	21	11.0
3-4	99	51.8
5-6	59	30.9
6 ve üzeri	12	6.3
Yaş Gruplarına Göre Dağılım*		
< 16	260	32.3
16-65	526	65.3
>65	20	2.4
Evde Oturma Süresi (yıl)		
<=5 yıl	80	41.9
6-10 yıl	50	26.2
11-15 yıl	21	11.0
16-20 yıl	25	13.1
21-25 yıl	12	6.3
>26 yıl	3	1.6
Ev Sahibi Olma		
Evet	109	57.1
Hayır	82	42.9

*n=806

Hane özelliklerine gelince, hanede oturan kişi sayısı 1 ile 9 arasında değişmektedir. Hane başına düşen kişi sayısı ortalama 4.2 (SS = 2.15), ortanca 4, mod 4 olarak bulunmuştur. Hanede yaşayan kişi sayısı 1993 yılında yapılan Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) sonuçları ile uyumludur. Bu araştırmada kentler için ortalama hane büyüklüğü 4.2 olarak bulunmuştur. Bu evlerde yaşayan toplam kişi sayısı 806' dır. Bunların 260' ı (%32.3) çocuk ve genç, 526'sı (%63.3) orta yaşlı ve 20'si (% 2.4) yaşlı olarak belirlenmiştir. TNSA 1993 sonuçlarına göre bu oranlar sırası ile %33.0, %61.4 ve %5.6'dır. Bu oranlar araştırma yapılan grupta bulunan oranlara benzemektedir ancak yaşlı nüfus oranı Türkiye ortalamasından daha düşüktür.

Evde oturma süreleri 1 yıl ile 30 yıl arasında değişmektedir. Ortalama oturma süresi 9 yıl SS=7.33 , ortanca 7 yıl ve mod 1 yıl olarak belirlenmiştir. 109 hane (%57.1) ev sahibi iken, 82 hanenin (%42.9) kiracı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan 191 Hanenin Sakinleri ve 1. Derece Akrabalarının Kanseri ve Sigara İçme Durumlarına Göre Dağılımı (Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

<i>Hane Halkında Akciğer Kanseri Öyküsü</i>	<i>Sayı n=191</i>	<i>Yüzde (%)</i>
<i>Hane Halkından Halen Akciğer Kanseri Olan Var</i>	-	-
<i>Hane halkından Akciğer Kanseri Nedeni ile Ölen Var</i>	2	1
<i>1.Derece Akrabalarda Akciğer Kanseri Olan Var</i>	22	11.5
<i>Ailede ve 1. Derece Akrabalarda Akciğer Kanseri Dışında Kanseri Olan Var</i>	51	26.7
<i>Evde Sigara İçen Var</i>	134	70.2
<i>Sigara İçen Kişi Sayısı *</i>		
1	75	56.1
2	46	34.3
3 ve daha fazla	13	9.6

* n=134

Hanede yaşayan kişiler için akciğer kanseri ve diğer kanserlerle ilgili bazı bilgiler toplanmıştır. 191 hanenin hiçbirisinde akciğer kanseri tanısı koyulmuş ve halen yaşamakta olan kişi olmadığı belirlenmiştir. Ancak bu evlerde yaşayan 2 kişinin akciğer kanseri tanısı ile öldüğü belirtilmiştir (Çizelge 4.3). Ayrıca araştırma kapsamında olan evlerde sigara içilip içilmediği ve içiliyorsa evde kaç kişinin sigara içtiği de öğrenilmiştir. 191 evin 134'ünde (% 70.2) sigara içildiği belirlenmiştir. 75 (%56.1) hanede 1 kişi, 46 (34.3) hanede 2 kişi, 13 (9.6) hanede ise 3 veya daha fazla kişinin sigara içtiği belirlenmiştir.

Aile bireylerinde ve 1. derece akrabalarında akciğer kanseri dışında kanser olup olmadığı araştırılmış ve 51 kişide akciğer kanseri dışında kanser öyküsü olduğu belirlenmiştir. 23 kişide (%45.1) gastro intestinal sistem, 10 kişide (19.6) üro-genital sistem, 6 kişide (11.8) hematopoietik sistem, 5 kişide (9.8) santral sinir sistemi ve 7 kişide de diğer sistem kanserleri olduğu belirlenmiştir.

4.2. Araştırma Kapsamında Olan Binalar İle İlgili Tanımlayıcı Bulgular

Anket formunda bina ve yapısı ile ilgili olarak ta bazı sorular sorulmuştur. Bina özelliklerinin dağılımı Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Binalar 1965-1993 tarihleri arasında yapılmıştır. Ortalama yapım yılı 1981, ortalanca 1981, en sık rastlanan yapım yılı ise 1986 dır. Binaların 41'i (%21.5) 1975 yılından önce, 91'i (47.6) 1976-1985 yılları arasında, 59'u (30.9) 1986 yılından sonra yapılmıştır.

Araştırma yapılan evlerin 85 tanesi (%44.5) apartman 1. katı veya daha üst katı, 29'u (%15.2) yarı müstakil bodrumsuz, 22'si (%11.5) müstakil bodrumsuz, 19'u (%9.9) apartmanın zemin katı , 18'i (%9.4) yarı müstakil bodrumlu, 12'si (%6.3) müstakil bodrumlu ve 6 tanesi (% 3.1) de zemin altındaki katlardadır.

Her evde birisi oturma diğeri yatak odasına olmak üzere iştir adet detektör yerleştirilmiştir. Oturma odalarının alanları ortalama 15 m² ve SS=6.44 olarak bulunmuştur. Oturma odalarının alanları 6 m² -35 m² arasında değişmektedir. Yatak odalarının alanları ise 4 m² -17 m² arasında değişmektedir, ortalama 9.5 m² , SS ise 2.87 dir.

Çizelge 4.4. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Binaların Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

<i>Bina ile İlgili Özellik</i>	<i>Sayı n=191</i>	<i>Yüzde (%)</i>
<i>Yapım Yılı</i>		
≤ 1975	41	21.5
1976-1985	91	47.6
≥ 1986	59	30.9
<i>Kaçıncı Katta Olduğu</i>		
Zemin kat	61	31.9
Zemin kat altı	12	6.2
1. kat ve üzeri	118	61.9
<i>Oturma Odası Alanı (m²)</i>		
≤ 10	65	34.0
11-20	93	48.7
≥ 21	33	17.3
<i>Yatak Odası Alanı (m²)</i>		
≤ 7	43	22.5
>7	148	77.5
<i>Duvar Malzemesi</i>		
Beton	21	11.0
Tuğla	144	75.4
Briket	26	13.6
<i>Zemin Malzemesi</i>		
Şap beton	71	37.2
Beton	118	61.8
Ahşap	2	1.0
<i>Tavan Malzemesi</i>		
Beton	146	76.4
Ahşap	42	22.0
Diğer	3	1.6
<i>Duvarlarda Çatlak</i>		
Var	69	36.1
<i>Evde Tadilat Durumu</i>		
Evet	44	23.0

Duvarların yapı malzemesinin %75,4 (144) tuğla, %13.6 (26) briket olduğu saptanmıştır. Zemin malzemesinin % 61.8 (118) beton, % 37.2 (71) şap beton, % 1 (2) oranında ahşap olduğu belirlenmiştir. Tavanın ise %76.4 (146) beton, %22 (42) ahşap malzemeden yapıldığı belirlenmiştir.

Evlerin %23'ünde çeşitli tadilatlar yapılmıştır. Tadilat yapılan 44 evin 6 tanesinde ısıtma sisteminde değişiklikler yapılmış, 38 tanesinde ise çeşitli odalarda boya -badana ve mutfak tamiraty yapılmıştır. Detektörlerin toplanması sırasında son 3 ay içinde yapılan tadilatlar araştırılmış ve 4 evde ısıtma sisteminde olmak üzere toplam 27 evde daha tadilat yapılmıştır. Evlerin %36.1 inde duvarlarda çatlak olduğu, belirlenmiştir.

Evlerin çevresinde yüksek gerilim hattı olup olmadığı da araştırılmış ve 35 (%18.3) evin yakınında yüksek gerilim hattı olduğu, 156 (% 81.7) evin yakınında ise yüksek gerilim hattı bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 . Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan 191 Evin Havalandırma Sistemine Ait Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

Binaya Ait Özellik	Sayı n=191	Yüzde (%)
Pencere camı		
Tek cam	134	70.2
Çift cam	53	27.7
Salon veya yatak odası çift cam	4	2.1
Çerçeve		
Ahşap	183	95.8
Pimapen	7	3.7
Aluminyum	1	0.5
Balkon (Detektör yerleştirilen odalarda)		
Var	62	32.5
Yok	129	67.5
Evin Havalandırma Sistemi		
Doğal havalandırma	189	99.0
Yatak odasında doğal salonda aspiratör veya klima	2	1.0
Evde vantilatör veya aspiratör olma durumu		
Yatak odasında ve/veya salonda aspiratör veya vantilatör var	1	0.5
Mutfak ve/veya salonda en az bir aspiratör veya vantilatör var	43	22.5
Evde hiç bir yerde vantilatör veya aspiratör yok	147	77.0
Evde yaşayanlara göre evin yeterli havalanma durumu		
Yeterli havalanıyor	168	88.0
Az havalanıyor	23	12.0

Aynı zamanda binanın ısıtma ve havalandırma sistemi ile bilgiler de edinilmiştir. Havalandırma ve ısıtma ile ilgili özellikler Çizelge 4.5’de özetlenmiştir.

Evlerin %70.2 sinde pencerelerin tek cam, %27.7 sinde ise çift cam olduğu, çerçevelerin ise %95.8 oranında ahşap, %3.7 sinin pimapen olduğu belirlenmiştir.

Evlerin %99 unda yalnızca doğal havalandırma mevcuttur. Evlerin %77 sinde evde hiç bir odada aspiratör olmadığı belirlenmiştir.

Hane halkından görüşme yapılan kişilere evlerinin yeterince havalanıp havalanmadığı öğrenilmiş ve bunu değerlendirmek için de hatırlama kolaylığı açısından bir gün önce salonun penceresini açıp açmadıkları, açmışlarsa süresi sorulmuştur. Bu soruya verilen yanıtlar değerlendirilmiş, evlerin 14’ünün (%7.3) gündüz ve gece pencerelerini hiç açmadıkları, 173’ünün (%90.6) gündüz pencerelerini açtıkları, 2’sinin (% 1) gece , 2’sinin ise gece-gündüz sürekli açtıkları belirlenmiştir. Pencereleri gündüz açık olanların % 47.4’ü evlerini 2 saat ve daha az süre havalandırırken, %52.6’sı 2 saatten fazla havalandırmaktadırlar. Gece pencereleri açık olanlar ise 5 saatten fazla havalandırma yapmaktadırlar.

Çizelge 4.6. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerin Isıtma Sistemine Ait Bazı Özelliklerinin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

<i>Isıtma Sistemine Ait Özellik</i>	<i>Sayı n=191</i>	<i>Yüzde (%)</i>
<i>Isıtma Aracı</i>		
Kömür sobası	98	51.3
Kalorifer	37	19.4
Tüp gaz sobası	2	1.0
Kömür ve elektrik sobası	6	3.1
Kömür ve tüp gaz sobası	48	25.2
<i>Kullanılan Yakıt Tipi</i>		
Kömür ve/veya odun	110	57.6
Doğal gaz	9	4.7
Tüp gaz	2	1.1
Kömür ve elektrik	11	5.7
Kömür ve tüp gaz	59	30.9

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi evlerde ısıtma aracı olarak %51.3 oranında kömür sobası, % 25.2 oranında kömür ve tüp gaz sobası beraber ve %19.4’ünde kalorifer kullanılmaktadır. Bu evlerde kullanılan yakıt tipleri ise sırası ile kömür, tüp gaz, elektrik ve doğal gazdır.

4.3. Hanelere Yerleştirilen Detektörler İle İlgili Bilgiler ve Hanelerden Alınan Sonuçlar

Detektörler evlerde oturma ve yatak odalarına uygun görülen yerlere (örn., oturma odalarında büfe üzeri, vitrinlerin kapalı olmayan rafları, kitaplık, telefonluk ,masa, sehpa sandık üzeri) araştırmacı tarafından yerleştirilmiş ve bunların yerlerinde durup durmadığı 6 ay süresince bir defa evlere giderek, iki defa da telefon edilerek kontrol edilmiştir. Evlerinde telefonu olmayan kişilere komşuları aracılığı ile ulaşılmıştır. Evlere gidilerek yapılan kontrolde toplam 14 evde detektörlerin atıldığı kayıp olduğu veya kırılmış olduğu belirlenmiştir. 6 ay sonunda ise 26 evde oturma odalarından, 24 evde ise yatak odalarından detektörler toplanamamıştır. Detektörlerin kaybedildiği, kırıldığı ya da atıldığı evlerde yaşayan kişilerin özellikleri ve bina özelliklerinin, değerlendirme yapılan evlerden farklı olmadığı belirlenmiştir.

Araştırma ısınma aracı kullanılan mevsimde yürütüldüğü için , özellikle sobalı evlerde evde 1 kişi yaşıyorsa, genellikle bu kişiler aynı odayı hem oturma odası hem de yatak odası olarak kullanmışlardır. Bu evlerin bazılarında, detektörün bir tanesini günlerinin büyük bölümünü geçirdikleri mutfaklarına yerleştirme talebi gelmiş bu da araştırmacı tarafından kabul edilmiştir. 2 evde detektörler oturma odası yerine mutfaka yerleştirilmiştir.

Detektörler 8-31 Ekim 1996 tarihleri arasında evlere yerleştirilmiş ve 31 Mart 1997 - 4 Nisan 1997 tarihleri arasında da toplanmıştır. Detektörlerin evlerde ortalama kalma süreleri 150-180 gün arasındadır (Çizelge 4.7). Radon düzeyinin hesaplanması sırasında saatteki iz sayısı dikkate alındığı için evlerde kalma süresinin farklılığı radon konsantrasyonu hesaplanması açısından bir sorun yaratmamıştır.

Çizelge 4.7. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlere Yerleştirilen Detektörlerle İlgili Bazı Özelliklerin Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

Detektörler	Sayı n=167	Yüzde (%)
<u>Evde kalma süresi* (gün)</u>		
150-159	16	9.6
160-169	91	54.4
170-179	60	36.0

* Toplam 24 evden detektör toplanamadığı için değerlendirmeler 167 detektör üzerinden yapılmıştır.

Detektörler 8 Ekim 1996 tarihinde dağıtılmaya başlanmış ve son olarak ta 5 Nisan 1997 tarihinde toplanmıştır. Detektörlerinin en kısa evde kalma süresi 150 gün , en uzun kalma süresi ise 179 gündür.

Evlere yerleştirilen detektörlerin bir bölümünü çeşitli nedenlerle toplanamamıştır. Dağıtılan detektörler ve toplanan detektörlerin dağılımı Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlere Yerleştirilen ve Değerlendirilen Detektörlerin İlçelere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

DETEKTÖR							
İlçe	Dağıtılan (Ev sayısı) Sayı %* (n=191)		Toplanan (Oturma odası) Sayı %* (n=165)		Toplanan (Yatak Odası) Sayı %* (n=167)		Toplam Değerlendirilen Sayı %* (n= 332)
Altındağ	68	35.6	58	35.1	59	35.3	117 35.2
Keçiören	29	15.2	26	15.7	26	15.5	52 15.6
Sincan	30	15.7	24	14.5	25	14.9	49 14.7
Mamak	25	13.1	23	13.9	23	13.7	46 13.8
Yenimahalle	25	13.1	21	12.7	21	12.5	42 12.6
Çankaya	14	7.3	13	7.8	13	7.8	26 7.8

* Sütun yüzdesi verilmiştir.

191 haneye toplam 382 adet detektör dağıtılmış, bunlardan 332 (%86.9)tanesi değerlendirilebilmiştir. Altındağ ilçesinde evlerin %82.3’ünde (59), Keçiören’de %89.6’sında (26), Sincan’da %80’inde (25), Mamak’ta %92’sinde (23), Yenimahalle’de %84’ünde (21) ve Çankaya’da %92.8’inde (13) değerlendirme yapılmıştır.

Oturma ve yatak odalarında değerlendirilen radon konsantrasyonlarının dağılımları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 *Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)*

<i>Radon Değeri (Bq/m³)</i>	<i>Aritmetik Ortalama</i>	<i>Ortanca</i>	<i>Mod</i>	<i>Minimum Değer</i>	<i>Maksimum Değer</i>	<i>SS</i>
<i>Oturma Odası</i>	34.7	19	14	2	229	41.49
<i>Yatak Odası</i>	40.15	25	2	2	408	50.33
<i>Yatak ve oturma o. Ortalama</i>	37.82	31.5	23	3	289	45.39

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi oturma odalarının ortalama radon konsantrasyonları 34.7 Bq/m³, ortanca 19 Bq/m³, mod 14 Bq/m³, bulunan en düşük değer 2 Bq/m³ en yüksek değer ise 229 Bq/m³ olarak bulunmuştur. Yatak odaları için ortalama 40.14 Bq/m³, ortanca 25 Bq/m³, mod 2 Bq/m³, en küçük değer 2 Bq/m³, en yüksek değer 408 Bq/m³ tür.

Radon konsantrasyonlarının ilçelere göre dağılımı ise Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. *Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının İlçelere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)*

<i>İlçeler</i>	<i>Aritmetik Ortalama</i>	<i>Ortanca</i>	<i>Mod</i>	<i>Minimum Değer</i>	<i>Maksimum Değer</i>	<i>SS</i>
<i>Altındağ</i>	63.76	40.0	19.0	4.0	278.0	62.34
<i>Keçiören</i>	40.58	24.0	21.0 22.0	5.5	143.0	38.633
<i>Sincan</i>	47.83	37.0	28.5 30.0	10.5	285.0	54.38
<i>Mamak</i>	92.11	62.0	-	9.5	374.0	96.73
<i>Yenimahalle</i>	30.88	24.5	23.0	3.0	136.0	28.44
<i>Çankaya</i>	26.81	29.0	-	3.0	69.0	18.98

n=163

Radon konsantrasyonlarının ilçelere göre dağılımı incelendiğinde Çankaya ilçesinde ortalama 27 Bq/m³ , Yenimahalle'de 31 Bq/m³ , Keçiören'de 41 Bq/m³ , Sincan'da 48 Bq/m³ , Altındağ'da 63 Bq/m³ , Mamak'ta 92 Bq/m³ olarak bulunmuştur. (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11. Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde Bulunan Araştırma Kapsamında Olan Evlerde Radon Konsantrasyonlarının Semtlere Göre Dağılımı (Ankara Ağustos 1996/ Ağustos 1997)

<i>Semtler</i>	<i>Aritmetik Ortalama</i>	<i>Ortanca</i>	<i>Mod</i>	<i>Minimum Değer</i>	<i>Maksimum Değer</i>	<i>SS</i>
<i>Battalgazi</i>	40.20	28.5	28.5	5.5	141.5	34.31
<i>Beşikkaya</i>	64.19	40.5	-	19.0	149.0	51.84
<i>Gülpınar</i>	81.00	50.5	-	7.5	278.0	76.23
<i>Güneşevler</i>	72.79	37.0	-	4.0	264.0	73.17
<i>Subayevleri</i>	15.36	18.0	21	5.5	22.0	6.80
<i>Sanatoryum</i>	29.00	29.0	-	10.0	38.5	9.30
<i>Aktepe</i>	68.65	58.0	-	15.5	143.0	50.33
<i>Sincan</i>	47.83	37.0	28.5 30.0	10.5	285.0	54.38
<i>Durali Alıç</i>	92.11	62.0	-	9.5	374.0	96.73
<i>Demetevler</i>	17.40	16.0	23.0	3.0	36.0	11.03
<i>Çamlıca</i>	43.14	30.0	23.0	21.5	136.0	34.08
<i>Oran</i>	26.81	29.0	-	3.0	69.0	18.98

n=163

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi radon konsantrasyonunun semtlere göre dağılımı incelendiğinde ortalama değerler, Subayevleri’nde 15 Bq/m³, Demetevler’de 17 Bq/m³, Oran’da 27 Bq/m³, Sanatoryum’da 29 Bq/m³, Battalgazi’da 40 Bq/m³, Çamlıca’da 43 Bq/m³, Sincan’da 48 Bq/m³, Beşikkaya’da 64 Bq/m³, Aktepe’de 69 Bq/m³, Güneşevler’de 73 Bq/m³, Gülpınar’da 81 Bq/m³, Durali Alıç’da ise 92 Bq/m³ olarak bulunmuştur.

Ankara’da evlerde kış dönemi radon 222 konsantrasyonlarının normal dağılım göstermediği (Şekil 4.1, Şekil 4.2) belirlenmiştir. Aşırı değerler çıkartılıp yeniden değerlendirme yapıldığında dağılımın yine normal dağılıma uymadığı görülmüştür.

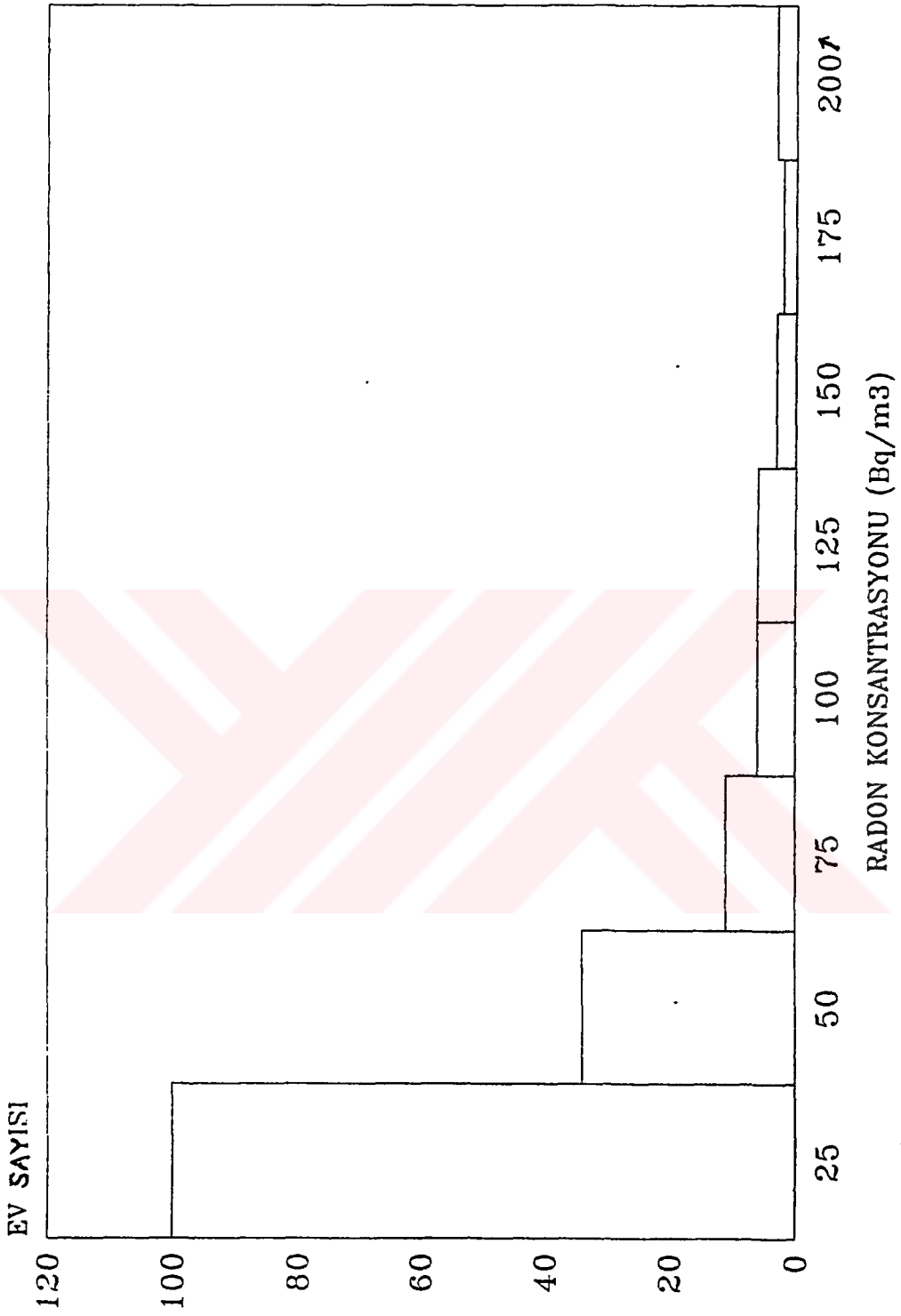
Aşırı yüksek sonuçlar (≥ 200 Bq/m³) çıkartılıp yeniden değerlendirme yapıldığında oturma odalarının radon konsantrasyonları ortalama 32.44 Bq/m³, standart sapma 35.83, ortanca 19 Bq/m³, en sık tekrarlanan değer 14 Bq/m³ olarak belirlenmiştir. Yatak odaları için radon konsantrasyonları ortalama 34.33 Bq/m³, standart sapma 31.76, ortanca 25 Bq/m³, en sık tekrarlanan değer 2 Bq/m³ olarak belirlenmiştir. Dağılımın yine normal dağılıma uymadığı belirlenmiştir. 200 Bq/m³’ün altında radon konsantrasyonu olan ev sayısı toplam 163’tür.

100 Bq/m³ üzerinde olan sonuçlar çıkartılıp değerlendirme yapıldığında 100 Bq/m³ altında radon konsantrasyonu olan ev sayısının 154 olduğu belirlenmiştir. Oturma odalarında ortalama 24.28 Bq/m³, standart sapma 20.56, ortanca 18 Bq/m³, mod 14 Bq/m³, yatak odalarında ortalama 29.2 Bq/m³, standart sapma 23.21, ortanca 24 Bq/m³, mod 2 Bq/m³ olarak bulunmuştur. 100’ün altında olan değerlerin dağılımının da normal dağılıma uymadığı belirlenmiştir.

Oturma ve yatak odalarının radon konsantrasyonları aşağıda belirtilen 3 kategoriye ayrılarak incelenmiştir; düşük (≤ 40 Bq/m³), orta (41-150 Bq/m³) ve oldukça yüksek (151-400 Bq/m³). Oturma odalarında alınan sonuçların %76.4’ü (126 ev) düşük, %20.6’sı (34) orta, ve %3’ünün (5) oldukça yüksek olduğu belirlenmiş, yatak odaları için sonuçlar sırası ile %69.5 (116), %28.1 (47) ve %2.4 (4) olarak bulunmuştur (Şekil 4.3).

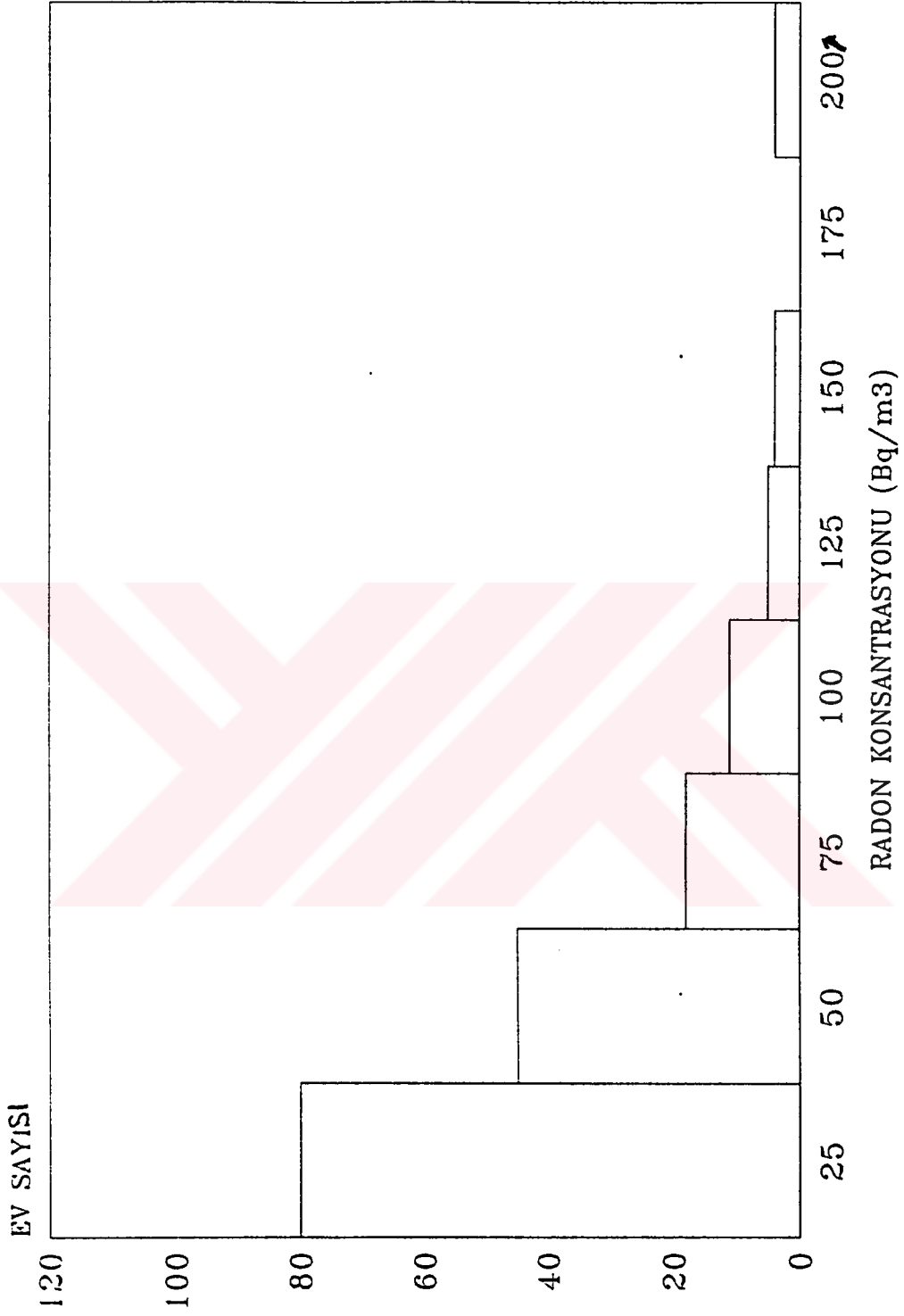
Radon konsantrasyonlarının dağılımı normal dağılıma uymadığı için logaritmalari alınarak değerlendirmeleri yapılmış ve dağılımlarının logaritmik olarak normal dağılıma uyduğu Kolmogorov - Simirnov testi ile gösterilmiştir. (63) (Şekil 4.4, 4.5, 4.6, 4.7). Oturma ve yatak odalarında dağılımlar logaritmik olarak normal dağılıma uyduğu için geometrik ortalamalar alınmış ve oturma odası için geometrik ortalama 20.2 Bq/m³, yatak odası için ise 23.4 Bq/m³ olarak bulunmuştur. Evlerdeki radon konsantrasyonları ile ilişkili olabilecek olan faktörler değerlendirilirken geometrik ortalama kullanılmıştır.

OTURMA ODALARINDA KIŞ DÖNEMİ RADON KONSANTRASYONLARI



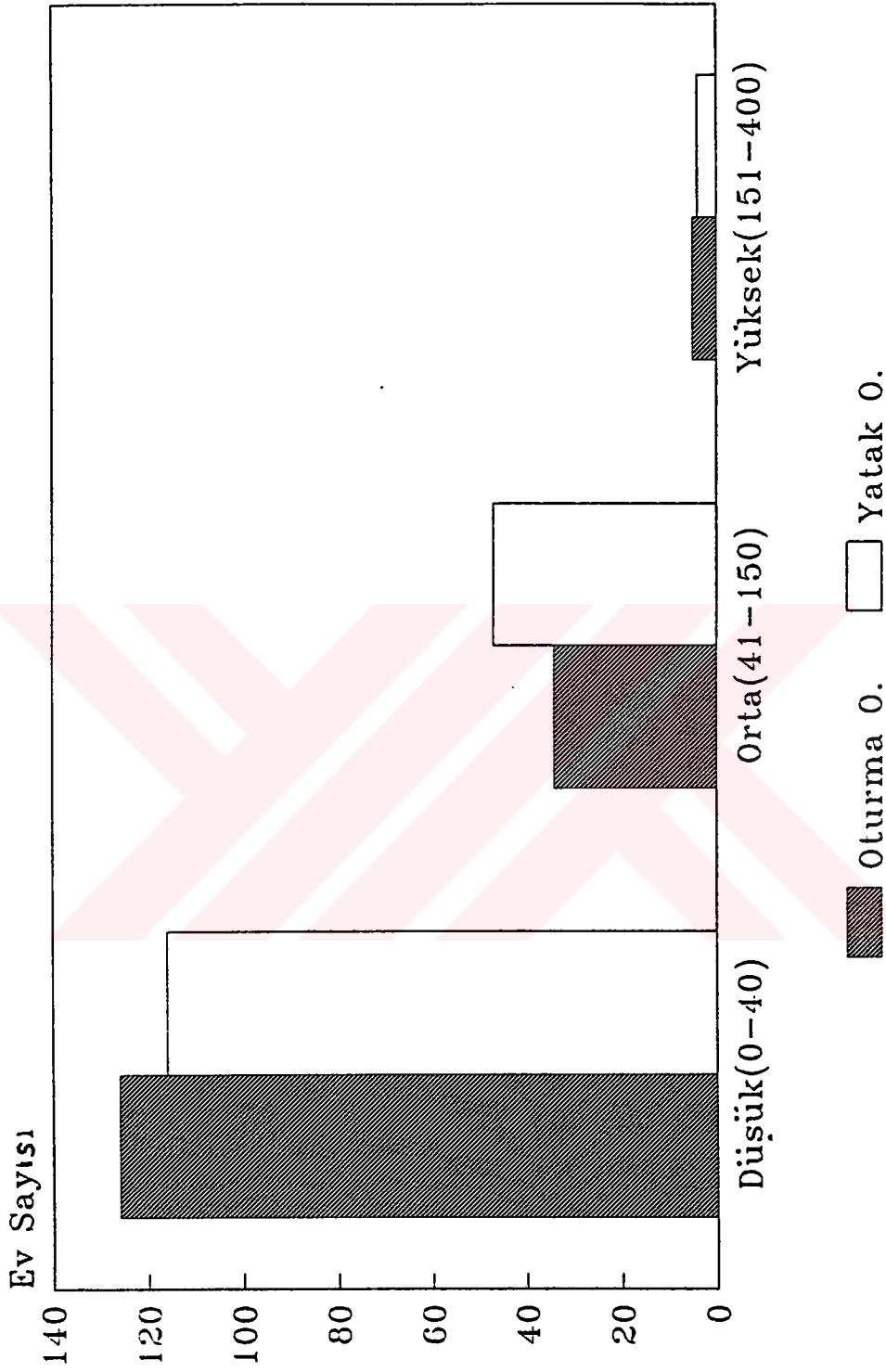
Şekil 4.1. Ankara'da Evlerin Oturma Odalarında Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu Dağılımı (1996-1997)

YATAK ODALARINDA KIŞ DÖNEMİ RADON KONSANTRASYONLARI

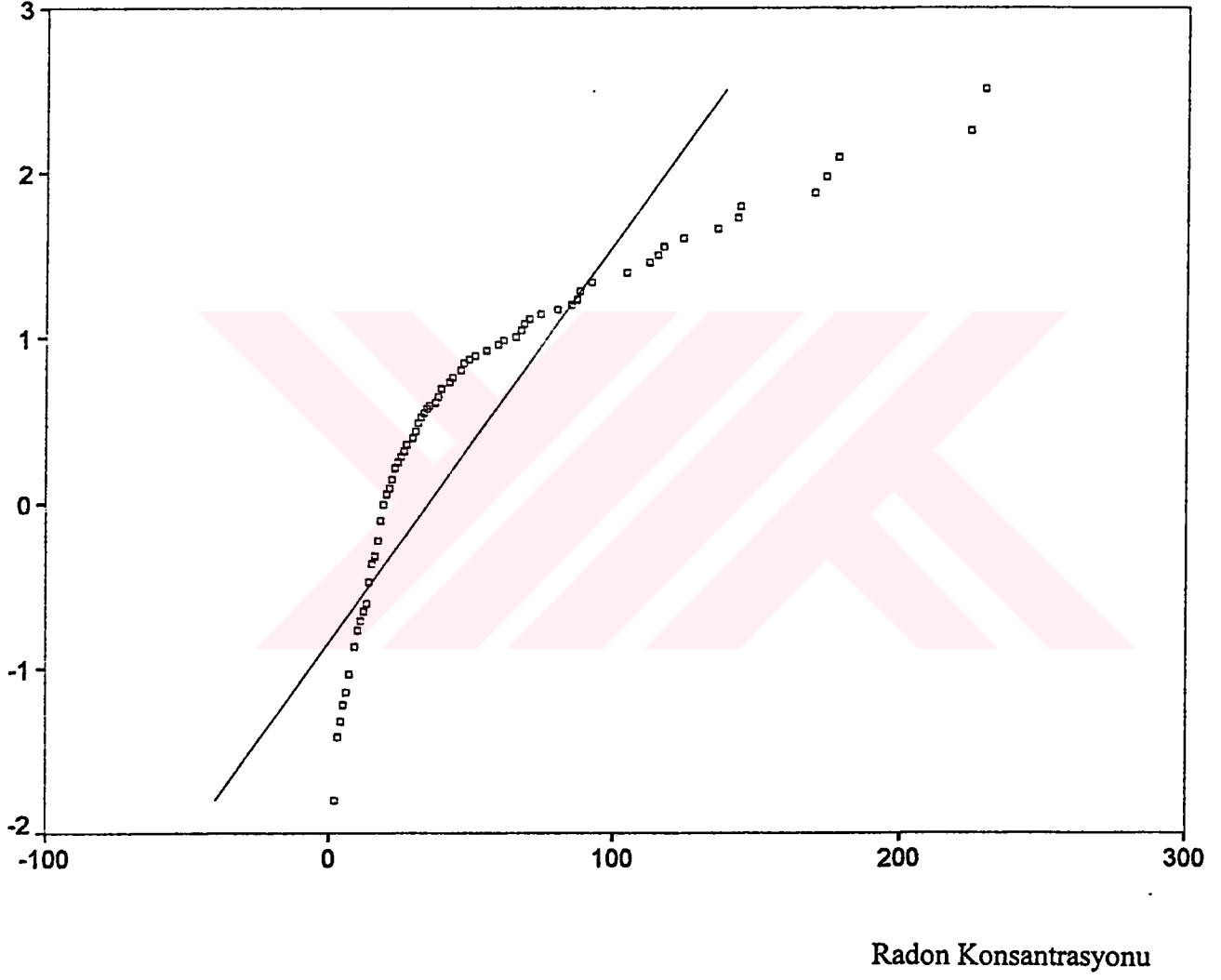


Şekil 4.2. *Ankara’da Evlerin Yatak Odalarında Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu Dağılımı (1996-1997)*

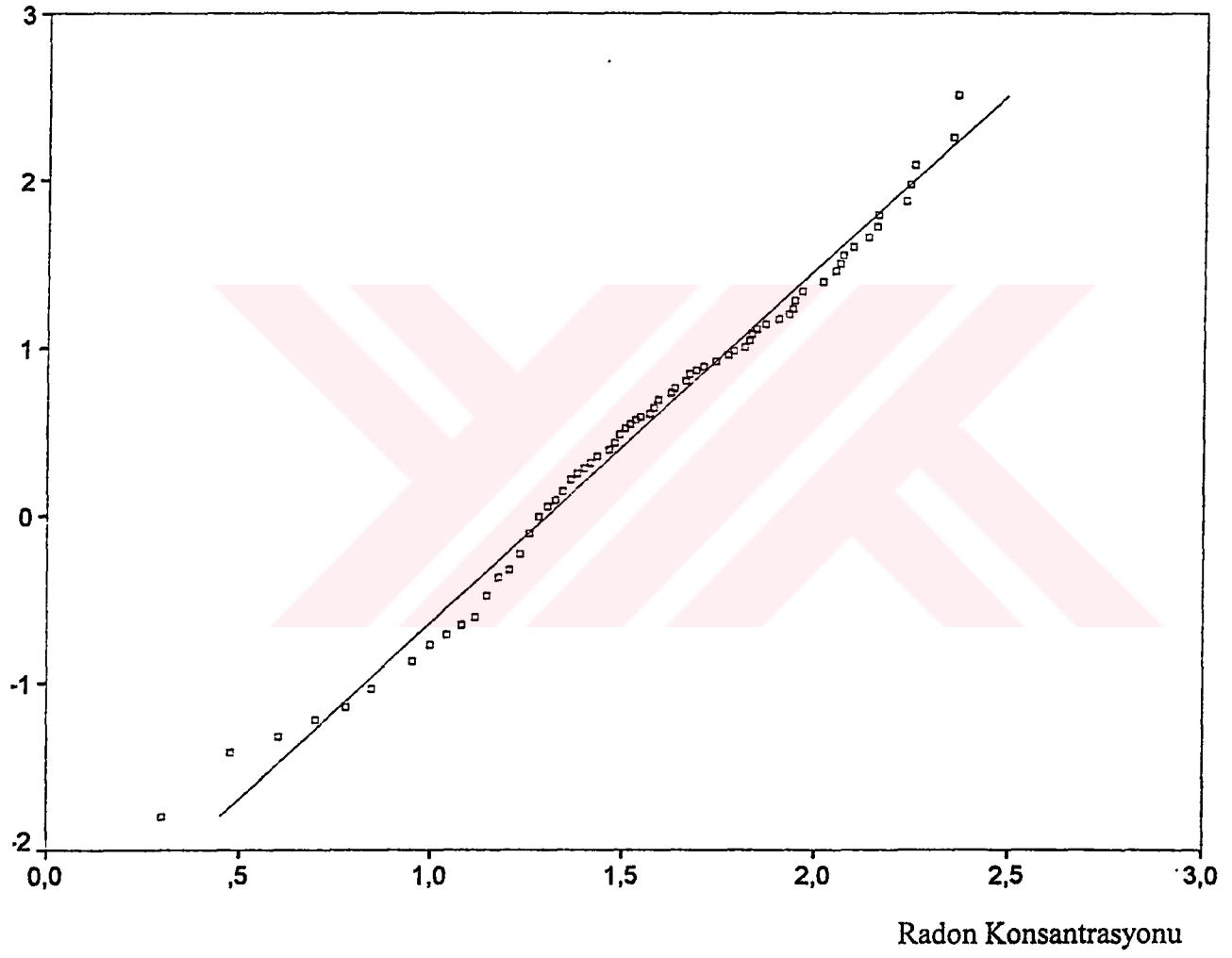
EVLERDE KIŞ DÖNEMİ RADON KONSANTRASYONLARI



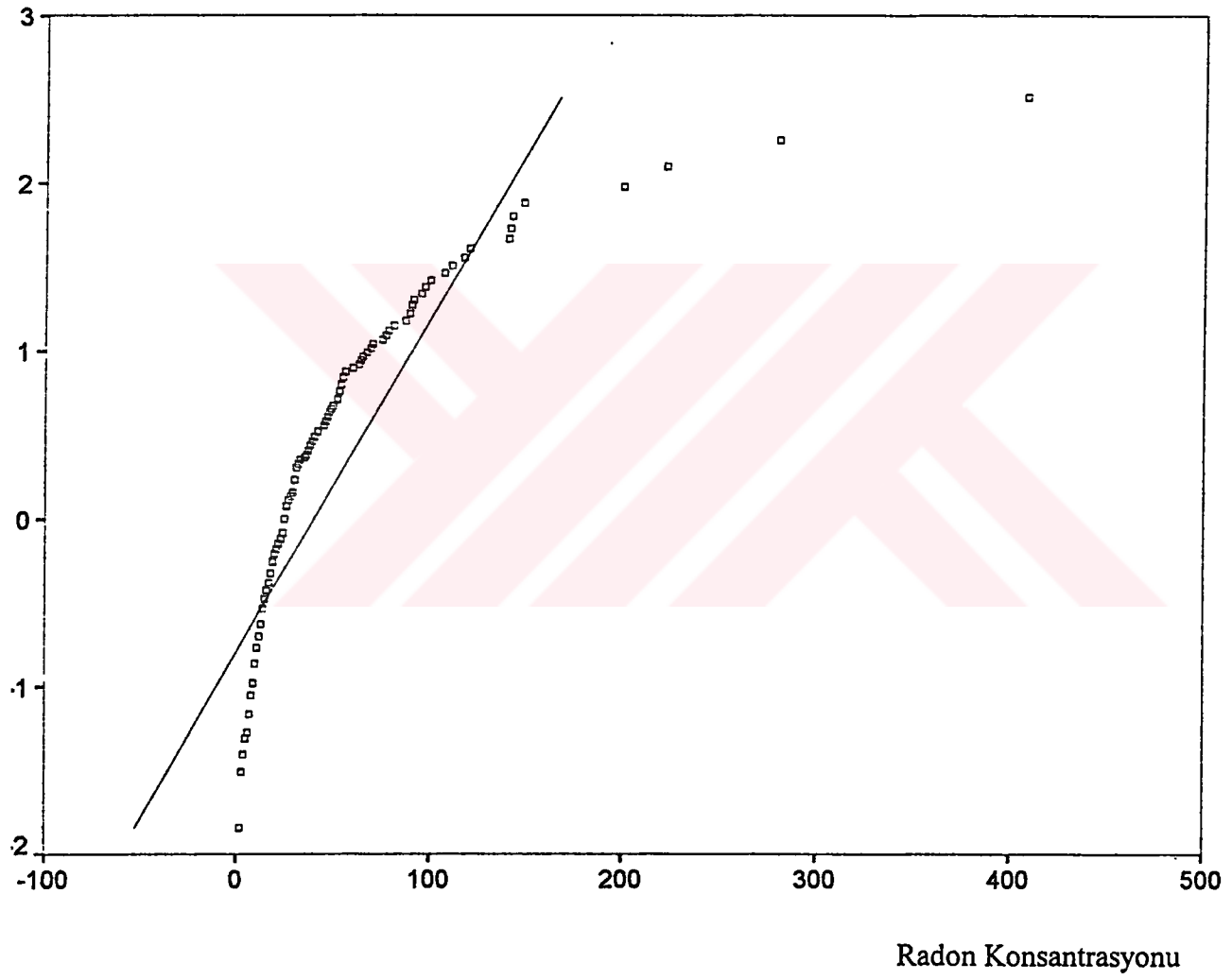
Şekil 4.3. *Ankara’da Evlerde Kış Dönemi Radon Konsantrasyonu (3 Grup Olarak) Dağılımı (1996-1997)*



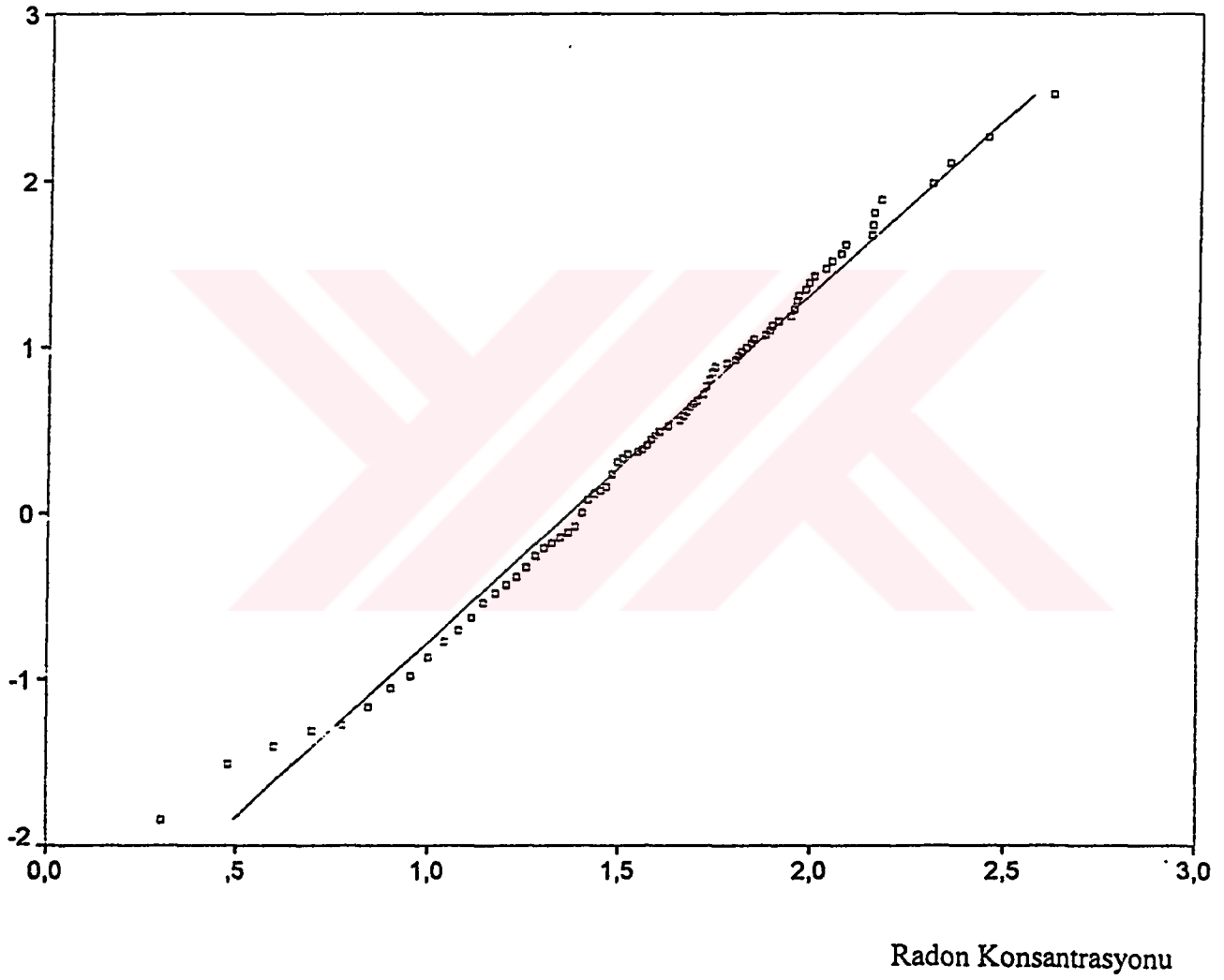
Şekil 4.4. *Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)*



Şekil 4.5. *Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Logaritmalarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)*



Şekil 4.6. *Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)*



Şekil 4.7. *Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonlarının Logaritmalarının Standart Normal Dağılımları (Düz Çizgi Beklenen Değerleri Göstermektedir)*

Oturma ve yatak odalarında radon konsantrasyonları ile ilişkili olabilecek çok sayıda faktör incelenmiştir. Evin havalandırması ile ilgili çeşitli sorular sorulmuş ve bunlara puanlar verilerek evin havalandırmasını değerlendirmek için kompozit indeks hesaplanmıştır. Evin havalandırması ile ilgili değerlendirilen sorular ve verilen puanlar aşağıdaki gibidir;

Pencere tek cam $\Rightarrow$ 1Puan

Pencere çift cam $\Rightarrow$ 0 Puan

Pencere çerçeveleri ahşap ya da alüminyum ise $\Rightarrow$ 1 Puan

Pencere çerçeveleri pimapen $\Rightarrow$ 0 Puan

Pencereler dışarıdan gelen havayı engellemiyor ya da kısmen engelliyor $\Rightarrow$ 1 Puan

Pencereler dışarıdan gelen havayı tamamen engelliyor $\Rightarrow$ 0 Puan

Oturma ya da yatak odasına açılan balkon kapısı var $\Rightarrow$ 1 Puan

Oturma ya da yatak odasına açılan balkon kapısı yok $\Rightarrow$ 0 Puan

Evde doğal havalandırma , klima var $\Rightarrow$ 1 Puan

Evde en azından 1 odada aspiratör var $\Rightarrow$ 1 puan

Evde gece yada gündüz pencereler 2 saatten fazla açık bırakılıyor $\Rightarrow$ 1 Puan

Buna göre alınabilecek en yüksek puan 7 dir. Değerlendirme sonucunda puanların 2-7 arasında değiştiği belirlenmiştir. 2-4 puan alanların evlerinde havalandırma yetersiz, 5 ve üzeri puan alanların evlerinde havalandırma yeterli olarak değerlendirilmiştir.

Evlerde bulunan elektrikli araçların ağırlıklarına göre puanlar verilerek kompozit indeks hesaplanmıştır.

Televizyon var $\Rightarrow$ 1Puan

Bilgisayar var $\Rightarrow$ 3 Puan

Radyo/ radyoteyp var $\Rightarrow$ 1 Puan

Buzdolabı var $\Rightarrow$ 1Puan

Bulaşık makinası var $\Rightarrow$ 2 puan

Mikrodalga fırın var $\Rightarrow$ 3 Puan

Otomatik çamaşır makinası var $\Rightarrow$ 2 Puan

Elektrikli fırın var $\Rightarrow$ 1 puan

Toplam alınabilecek en yüksek puan 14 puandır. Alınan puanlar 1 ile 14 arasında değişmektedir. 1-5 puan alanlar, evlerinde az sayıda elektrikli araçları olanlar, 6-7 puan alanlar evlerinde orta düzeyde elektrikli araçları olanlar ve 8-14 puan alanlar da evlerinde çok sayıda elektrikli araçları olanlar olarak gruplandırılmıştır.

Oturma odaları ve yatak odalarının radon konsantrasyonları ile ilişkili olabileceği düşünülen faktörlerle radon konsantrasyonları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Evlerin bulunduğu ilçe, evde kaçınıcı katta oturulduğu, duvarların, zeminin ve tavanın yapım malzemeleri, evde ısınma için her hangi bir ısınma aracı yakılıp yapılmadığı, kullanılan yakıt tipi, son 3 ay içinde evde tadilat-tamirat yapıp yapılmadığı, duvarlarda çatlak bulunması, evin havalandırılmasının yeterli olup olmaması , evde sigara içilip içilmemesi , ev yakınında yüksek gerilim hattı bulunup bulunmaması, evde elektrikli aletlerin bulunması, evde oturulan süre ve binanın yaşı gibi faktörlerle ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

Oturma odaları için radon konsantrasyonu ile ilişkili olabileceği düşünülen faktörler araştırılmıştır. Radon konsantrasyonu geometrik ortalamadan düşük (<20 Bq/m³) olan ve geometrik ortalamadan yüksek (≥ 20 Bq/m³) olan evler arasında araştırılan faktörler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı belirlenmiştir. Oturulan kat ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki değerlendirildiğinde zemin kat ya da zemin altı katlarda, 1. kat ya da daha üst katlara oranla radon konsantrasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Ankara'da Evlerde Oturma Odalarında Oturulan Kata Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Oturulan Kat</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Zemin ve daha alt katlar</i>	40	62.5	24	37.5	64	38.8
<i>1. katve daha üst katlar</i>	37	36.6	64	63.4	101	60.2
<i>TOPLAM</i>	77	46.6	88	53.4	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 10.53$$

$$p<0.001$$

Evlerde kullanılan zemin malzemesine göre radon konsantrasyonu değerlendirildiğinde zemini şap beton olan evlerde radon konsantrasyonunun beton olan evlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$)

Çizelge 4.13. Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Kullanılan Zemin Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Zemin Malzemesi</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Şap Beton</i>	42	66.7	21	33.3	63	38.2
<i>Beton</i>	35	34.3	67	65.7	102	61.8
<i>TOPLAM</i>	77	46.7	88	53.3	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 16.38$$

$$p < 0.0001$$

Oturma odalarında radon konsantrasyonunun kullanılan duvar malzemesi ile ilişkisi araştırılmış ve briket kullanılan evlerde, beton ve tuğla kullanılan evlere oranla radon konsantrasyonunun istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Kullanılan Duvar Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Duvar Malzemesi</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Briket</i>	20	87.0	3	13.0	23	13.9
<i>Beton-tuğla</i>	57	40.2	85	59.8	142	86.1
<i>TOPLAM</i>	77	46.7	88	53.3	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 15.6$$

$$p < 0.001$$

Oturma odalarında radon konsantrasyonunun duvarlarda çatlak bulunması ile ilişkisi araştırılmış ve duvarlarında çatlak bulunan evlerde radon konsantrasyonunun istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Duvarlarda Çatlak Bulunmasına Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Duvarda Çatlak</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Var</i>	39	63.9	22	26.1	61	40.0
<i>Yok</i>	38	42.3	60	57.7	104	60.0
<i>TOPLAM</i>	77	46.7	88	53.3	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 11.59$$

$$p < 0.001$$

Evlerde son 3 ayda tamirat yapıp yapılmaması ile oturma odalarında bulunan radon konsantrasyonu arasındaki ilişki değerlendirildiğinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.16)

Çizelge 4.16. Ankara’da Evlerde Oturma Odalarında Son 3 Ayda Tamirat - Tadilat Yapılması Radon Konsantrasyonları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Evde Son 3 Ayda Tadilat</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Var</i>	21	55.3	17	44.7	38	23.0
<i>Yok</i>	56	44.1	71	55.9	127	77.0
<i>TOPLAM</i>	77	46.7	88	53.3	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 1.47$$

$$p > 0.05$$

Oturulan kat ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki değerlendirildiğinde zemin kat ya da zemin altı katlarda, 1. kat ya da daha üst katlara oranla radon konsantrasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.17).

Çizelge 17. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Oturulan Kata Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Oturulan Kat</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Zemin ve daha alt katlar</i>	45	70.3	19	29.7	64	38.8
<i>1. katve daha üst katlar</i>	42	40.8	61	59.2	103	61.2
<i>TOPLAM</i>	87	52.7	80	47.3	165	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 10.53$$

$$p < 0.01$$

Evlerde kullanılan zemin malzemesine göre yatak odalarının radon konsantrasyonu değerlendirildiğinde zemini şap beton olan evlerde radon konsantrasyonunun beton olan evlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$)

Çizelge 4.18. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Kullanılan Zemin Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Zemin Malzemesi</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>
<i>Şap Beton</i>	47	72.3	18	27.7	65	38.9
<i>Beton</i>	40	39.2	62	60.8	102	61.1
<i>TOPLAM</i>	88	52.7	80	47.3	167	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 17.42$$

$$p < 0.001$$

Yatak odalarında radon konsantrasyonunun kullanılan duvar malzemesi ile ilişkisi araştırılmış ve briket kullanılan evlerde radon konsantrasyonunun istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.19)

Çizelge 4.19. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Kullanılan Duvar Malzemesine Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Duvar Malzemesi</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Briket</i>	22	95.7	1	4.3	23	13.8
<i>Beton-tuğla</i>	65	45.1	79	54.9	144	86.2
<i>TOPLAM</i>	87	52.1	80	47.9	167	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 18.3$$

$$p < 0.001$$

Yatak odalarında radon konsantrasyonunun duvarlarda çatlak bulunması ile ilişkisi araştırılmış ve duvarlarında çatlak bulunan evlerde radon konsantrasyonunun istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Duvarlarda Çatlak Bulunmasına Göre Radon Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Duvarda Çatlak</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Var</i>	41	69.5	18	30.5	59	35.3
<i>Yok</i>	46	42.6	62	57.4	108	64.7
<i>TOPLAM</i>	87	52.1	80	47.9	167	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 11.06$$

$$p < 0.001$$

Ev içinde ısınma amacı ile bir ev içinde yakılan bir ısınma aracı (kömür sobası, tüp gaz sobası vb.) kullanılması ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.21)

Çizelge 4.21. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Ev İçinde Yakılan Bir Isınma Aracı Bulunması İle Radon Konsantrasyonu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Ev İçinde Yakılan Bir Isınma Aracı</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Var</i>	75	56.4	58	43.6	133	79.6
<i>Yok</i>	12	35.3	22	64.7	34	20.4
<i>TOPLAM</i>	87	52.1	80	47.9	167	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 4.83$$

$$p < 0.05$$

Ev havalandırmanın yeterli olup olmaması ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki araştırıldığında bu fark yatak odalarında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.22)

Çizelge 4.22. Ankara'da Evlerde Yatak Odalarında Havalandırma İle Radon Konsantrasyonu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi (1996-1997)

<i>Evde havalandırma</i>	<i>Radon Konsantrasyonu</i>				<i>TOPLAM</i>	
	<i>Yüksek</i>		<i>Düşük</i>			
	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%</i>	<i>Sayı</i>	<i>%*</i>
<i>Yetersiz</i>	50	61.7	31	38.3	81	48.5
<i>Yeterli</i>	37	43.0	49	57.0	86	51.5
<i>TOPLAM</i>	87	52.1	80	47.9	167	100.0

* Sütun yüzdesi verilmiştir

$$X^2 = 5.85$$

$$p < 0.05$$

Çizelge 4.23'de evlerde oturma odalarında radon konsantrasyonunun ilişkili olabileceği düşünülen faktörler istatistiksel olarak özetlenmiştir.

Çizelge 28. Oturma Odalarında Radon Konsantrasyonu İle İlişkili Olabilecek Faktörlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

<i>Araştırılan Faktör</i>	<i>X²</i>	<i>P</i>
<i>Evde oturulan kat</i>	<i>16.85</i>	<i><u>0.00004</u></i>
<i>Evin bulunduğu ilçe</i>	<i>10.11</i>	<i>0.07</i>
<i>Ev sahibi olmak</i>	<i>3.30</i>	<i>0.69</i>
<i>Duvar malzemesi</i>	<i>15.60</i>	<i><u>0.00078</u></i>
<i>Zemin Malzemesi</i>	<i>16.38</i>	<i><u>0.00051</u></i>
<i>Isınma aracı</i>	<i>3.53</i>	<i>0.06</i>
<i>Yakıt tipi</i>	<i>1.86</i>	<i>0.1731</i>
<i>Evde tadilat yapılması</i>	<i>0.20</i>	<i>0.65</i>
<i>Duvarlarda çatlak bulunması</i>	<i>11.59</i>	<i><u>0.0006</u></i>
<i>Evin yetersiz havalandırılması</i>	<i>1.00</i>	<i>0.31</i>
<i>Evda sigara içilmesi</i>	<i>0.00</i>	<i>0.9461</i>
<i>Ev yakınında yüksek gerilim hattı bulunması</i>	<i>0.03</i>	<i>0.85</i>
<i>Evde elektrikli araçlar bulunması</i>	<i>14.91</i>	<i>0.06</i>

Çizelge 4.24. Yatak Odalarında Radon Konsantrasyonu İle ilişkili Olabilecek Faktörlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

<i>Araştırılan Faktör</i>	χ^2	<i>P</i>
<i>Evde oturulan kat</i>	7.23	<u>0.007</u>
<i>Evin bulunduğu ilçe</i>	4.70	0.45
<i>Ev sahibi olmak</i>	0.37	0.54
<i>Duvar malzemesi</i>	18.30	<u>0.00018</u>
<i>Zemin Malzemesi</i>	16.38	<u>0.0005</u>
<i>Isınma aracı</i>	4.83	<u>0.0279</u>
<i>Yakıt tipi</i>	1.08	0.2996
<i>Evde tadilat yapılması</i>	0.20	0.65
<i>Duvarlarda çatlak bulunması</i>	11.06	<u>0.0008</u>
<i>Evin yetersiz havalandırılması</i>	5.82	<u>0.001</u>
<i>Evda sigara içilmesi</i>	0.75	0.38
<i>Ev yakınında yüksek gerilim hattı bulunması</i>	0.84	0.35
<i>Evde elektrikli araçlar bulunması</i>	5.91	0.76

Çizelge 4.24’de evlerde yatak odalarında radon konsantrasyonunun ilişkili olabileceği düşünülen faktörler istatistiksel olarak özetlenmiştir.

4.4. *Logistik Regression Bulguları*

Ankara’da evlerde oturma ve yatak odalarında radon konsantrasyonlarına etkili olabilecek değişkenlerin tek tek analizinden sonra bu değişkenlerin birbirleriyle kontrol edilerek, birlikte etkilerini ölçmek amacıyla logistik regresyon yöntemi uygulanmıştır. Bu analizde kullanılan değişkenlerin açıklaması aşağıda görülmektedir (Çizelge 4.25). Bağımlı değişken evlerin oturma ve yatak odalarında ölçülen radon konsantrasyonlarıdır. Radon konsantrasyonları düşük ve yüksek olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır.

Regresyon modeline daha önce yapılan analizlerde önemli bulunan değişkenler konulmuştur. Oturma odaları için kullanılan değişkenler evin bulunduğu kat, evin havalandırması, kullanılan duvar, zemin ve tavan malzemeleri ve duvarlarda çatlak bulunup bulunmaması, yatak odaları için kullanılan değişkenler ise evin havalandırması, evin bulunduğu kat, kullanılan duvar ve zemin malzemeleri, ev içinde yakılan ısınma aracı ve duvarlarda çatlak bulunup bulunmamasıdır. Bu değişkenler içinden oturma odalarında tavan malzemesi ve çatlak değişkenleri önemsiz bulunduğundan “backward eliminasyon” yöntemi ile modelden çıkartılmıştır.

Çizelge 4.25. Modelde Kullanılan Değişkenlerin Referans ve Risk Kategorileri

<i>Değişkenler</i>	<i>Referans Kategorileri</i>	<i>Risk Kategorileri</i>
<i>Kat</i>	1. Kat ve Üzeri	Zemin Kat ve Altı
<i>Havalandırma</i>	Yeterli	Yetersiz
<i>Duvar Malzemesi</i>	Beton ve Tuğla	Briket
<i>Zemin Malzemesi</i>	Beton	Şap Beton
<i>Tavan malzemesi</i>	Beton	Ahşap
<i>Duvarda Çatlak</i>	Yok	Var
<i>Evde Kullanılan Isınma Aracı</i>	Ev İçinde Yakılan Isınma Aracı Yok	Ev İçinde Yakılan Isınma Aracı Var

Çizelge 4.26. Oturma Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı İlk Model

<i>Değişken</i>	<i>Regresyon Katsayısı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Wald Ki-kare</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>%95 GA</i>
<i>Intercept</i>	-1.61	0.48	11.25	0.01		
<i>Havalandırma</i>	0.71	0.36	3.94	0.05	2.04	1.01-4.15
<i>Kat</i>	0.63	0.36	2.90	0.09	1.89	0.91-3.95
<i>Duvar Malzemesi</i>	1.67	0.73	5.29	0.02	5.34	1.28-22.30
<i>Zemin Malzemesi</i>	0.73	0.41	3.19	0.07	2.08	0.90-4.64
<i>Tavan Malzemesi</i>	0.34	0.42	0.67	0.41	1.41	0.60-3.20
<i>Çatlak</i>	0.38	0.39	0.93	0.33	1.46	0.67-3.14

Çizelge 4.27. Oturma Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı Son Model

<i>Değişken</i>	<i>Regresyon Katsayısı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Wald Ki-kare</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>%95 GA</i>
<i>Intercept</i>	-1.28	0.33	15.06	0.001		
<i>Havalandırma</i>	0.74	0.36	4.25	0.03	2.08	1.03-4.30
<i>Kat</i>	0.72	0.36	3.95	0.05	2.06	1.01-4.20
<i>Duvar Malzemesi</i>	1.83	0.72	6.53	0.01	6.23	1.53-25.30
<i>Zemin Malzemesi</i>	0.74	0.40	3.43	0.06	2.01	0.95-4.50

Son modelde oturma odaları için evlerde havalandırmanın yetersiz olmasının ($p<0.05$,OR: 2.08,GA:1.03-4.30) evin zemin ya da altı katlarda bulunmasının ($p<0.05$,OR: 2.06,GA:1.01-4.20), duvar malzemesi olarak briket kullanılmasının ($p<0.05$,OR: 6.23,GA:1.53-25.30) ve zeminin şap beton olmasının ($p=0.06$,OR: 2.01,GA:0.95-4.50) evlerde radon konsantrasyonunu artıran risk faktörleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27) Zemin malzemesinin analizde saptanan p değeri 0.06 olduğu halde modelden çıkartılmamıştır,çünkü modeldeki önemlilik düzeyi %10 olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.28. Yatak Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı İlk Model

<i>Değişken</i>	<i>Regresyon Katsayısı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Wald Ki-kare</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>%95 GA</i>
<i>Intercept</i>	-1.79	0.49	13.30	0.0003		
<i>Havalandırma</i>	1.42	0.38	13.60	0.0002	4.15	1.95-2.18
<i>Kat</i>	1.01	0.41	5.97	0.01	2.73	1.22-6.10
<i>Duvar Malzemesi</i>	2.96	1.11	7.15	0.075	19.39	2.21-170.0
<i>Zemin Malzemesi</i>	0.61	0.43	1.99	0.16	1.84	0.78-4.31
<i>Isınma Aracı</i>	0.28	0.64	0.37	0.54	1.33	0.35-3.28
<i>Çatlak</i>	0.28	0.41	0.46	0.49	1.32	0.59-2.99

Çizelge 4.29. Yatak Odaları İçin Değişkenlerin Yer Aldığı Son Model

<i>Değişken</i>	<i>Regresyon Katsayısı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Wald Ki-kare</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Odds Ratio</i>	<i>%95 GA</i>
<i>Intercept</i>	-1.56	0.36	18.78	0.00		
<i>Havalandırma</i>	1.44	0.38	14.19	0.002	4.26	2.00-9.04
<i>Kat</i>	1.06	0.40	6.98	0.01	2.90	1.32-6.97
<i>Duvar Malzemesi</i>	3.11	1.09	8.08	0.004	22.46	2.6-191.9
<i>Zemin Malzemesi</i>	0.71	0.41	2.95	0.08	2.04	0.9-4.61

Çizelge 4.29'da görüldüğü gibi son modelde yatak odaları için evlerde havalandırmanın yetersiz olmasının ($p<0.05$, OR: 4.26, GA: 2.00-9.04), evin zemin ya da altı katlarda bulunmasının ($p<0.05$, OR: 2.90, GA: 1.32-6.97), duvar malzemesi olarak briket kullanılmasının ($p<0.05$, OR: 22.46 ,GA:2.6-191.9) ve zeminin şap beton olmasının ($p=0.08$,OR: 2.04, GA: 0.90-4.61) evlerde radon konsantrasyonunu artıran risk faktörleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). Zemin malzemesinin analizde saptanan p değeri 0.06 olduğu halde modelden çıkartılmamıştır,çünkü modeldeki önemlilik düzeyi %10 olarak kabul edilmiştir.



TARTIŞMA

Konutlar insan yaşamının büyük bir bölümünün geçtiği yapay ortam koşullarının belirleyicisidir. Konut ile sağlık arasındaki ilişki ve yetersiz konut koşullarının sağlık üzerine zararlı etkileri en azından 150 yıldır bilinmektedir (64). Günümüzde kapalı ortam kirliliği terimi ile kapalı ortam iklimi ve kirlenmesi, biyolojik etkilenimler, değişik fizik travmalar söz konusu edilmektedir. Konutlarda bulunan fiziksel zararlı etkenler arasında toksik gazlar, solunabilir asılı parçacıklar, asbest lifleri radyasyon (öz. radon), non-iyonizan radyasyon ve sigara dumanı sayılabilir.

Evlerde radon konsantrasyonu ölçümü ilk kez 1956 yılında İsveç'te yapılmıştır. Bazı evlerde yüksek konsantrasyonda radon bulunmasına rağmen fazla üzerinde durulmamıştır. Ancak bundan 20 yıl sonra radonun her yerde bulunabileceği ve özellikle binalarda radon yoğunlaşmasına bağlı kanser riskinin artması bilgisinin yayılması radyasyon maruziyeti konusuna yeni bir bakış açısı getirmiştir (3). 80'li yılların ortalarından itibaren tüm dünyada değişik ülkelerde ev içi radon konusunda geniş ölçekli sistematik çalışmalar başlatılmıştır (5).

Türkiye'de henüz çok geniş ölçekli bir çalışma yapılmamıştır ancak İstanbul ve çevresinde bir kaç araştırma yapılmıştır (13, 65, 66).

Ankara'da kış dönemi radon konsantrasyonunu ve ilişkili olabilecek çeşitli faktörleri belirlemek amacı ile bu araştırma yapılmıştır. Evlerde radon düzeyini ölçüm yapılmaksızın belirlemek mümkün değildir (67). Bu nedenle Ankara'daki evlerde böyle bir ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra da mevsimsel değişiklikleri belirlemek amacı ile araştırmaya devam edilmesi planlanmaktadır.

Araştırmanın örnek seçimi DİE tarafından yapılmıştır. Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde bulunan semtler sosyoekonomik düzeylerine göre zengin, orta ve fakir olarak 3 gruba ayrılmış ve her bir semtin ağırlığına göre tabakalı olarak küme örnek seçilmiştir. İtalya'da ve ABD'de örnekler tabakalı random yöntemi ile seçilmiştir (25, 37, 68). Araştırma için malzemenin kısıtlı olması nedeni ile araştırma tüm Ankara ilçelerinde yapılamamış, yalnızca Büyükşehir Belediyesi sınırlarında olan ilçelerle sınırlandırılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü örneğin Ankara'yı temsil ettiği söylenebilir. Radon konsantrasyonu ölçümü için toplam 200 ev belirlenmiş, ancak 200 evden 191'i (%95.5) evlerinde bu araştırmanın yapılmasına izin vermiş ve 6 ayın sonunda da 167 haneden detektörler toplanıp değerlendirme yapılmıştır. Detektörlerin dağıtıldığı evlerin %83.8'i örneğe çıkan asıl listede, %16.2'si yedek listede bulunmaktadır. Araştırmaya devamlılık boyutu %83.5 olarak belirlenmiştir. %4.5 oranında katılım red edilmiş, %12 oranında detektörler kaybolmuş, kırılmış, atılmış ya da ev sahibi evinden taşınmıştır.

Radon ölçümü ile ilgili çok sayıda araç, gereç ve yöntem vardır. Bu ölçümlerin çoğu alfa parçacıklarının ölçümü esasına dayanmaktadır. Bu araçlarla değişik bozunum aşamalarında ortaya çıkan alfa parçacıklarının miktarı ölçülmektedir. Aktif kömür kutuları kullanılarak yapılan ölçümler, kısa süreli alfa ve

beta parçacık aktivitesini belirleyen monitörlerle yapılan ölçümler, pasif nükleer iz detektörleri kullanılarak iz kazıma yöntemi ile yapılan ölçümler ve CR 39 nükleer iz detektörleri ile çok hücreli kimyasal iz kazıma yöntemi ile yapılan ölçümler vardır (5, 60, 61, 69,70).

Tek ölçümlü teknikle 10 dakikalık ölçümler genellikle yeterli olmaktadır ve bu yöntemde sonuç mümkün olan en kısa sürede değerlendirilmelidir (5). Uzun süreli ölçümlerde ise analiz bir süre geçtikten sonra da yapılabilir. Sürenin uzunluğu oranında zamana bağlı değişimlerin genel etkisi daha kolay belirlenir (67). Kapalı ortam radon ölçümlerinde kullanılan aktif kömür kutularında su buharına bağlı olarak emilimin azalabileceği görüşleri doğrulanmıştır (71).

Radon ölçümleri için Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde, detektör olarak CR 39'un kullanıldığı pasif radon dozimetresi yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle yapılan ölçümler 1995 yılında İngiltere'de NRPB (National Radiation Protection Board) Laboratuvarlarına ve ABD'de Çevre Laboratuvarına (Environmental Measurements Laboratory) gönderilerek ölçüm karşılaştırmaları yapılmıştır. İngiltere laboratuvarlarında sonucun referans değerlerden - %25 ile +%13 arasında farklılık gösterdiği ve ABD laboratuvarından da %4'lük bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu hata oranlarının radon ölçümleri için kabul edilebilir düzeyin altında olduğu ve Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinin performans bakımından iyi bir yerde olduğu bildirilmiştir (72). Bu araştırmada da ölçümler CR 39'un kullanıldığı pasif radon dozimetresi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Dünya'da yapılan pek çok uzun süreli araştırmada bu yöntem kullanılmıştır (5, Çizelge 2.2).

Radon ölçümleri için kullanılan detektörler evlerde en çok zamanın geçtiği odalar olan oturma ve yatak odalarına yerleştirilmiştir. Evlerde yerleştirildikleri yerler araştırmacı tarafından belirlenmiş ve 6 ay süresince bir kez evlere gidilerek, 2 kez de telefonla kontrol yapılmıştır. Kontrollerde oturulan odanın değiştirilmesi nedeni ile yer değişikliği yapıldığı bunun dışında yer değişikliği yapılmadığı belirlenmiştir.

Araştırma 1 Temmuz 1996 - 1 Ağustos 1997 tarihleri arasında yürütülmüştür. Detektörler 1 Ekim 1996 - 5 Nisan 1997 tarihleri arasında evlerde bekletilmiştir. Bu tarihler Ankara'da evlerde ısınma aracının kullanıldığı döneme uymaktadır ve bu dönemde yapılan radon ölçümleri kış dönemi radon konsantrasyonları olarak değerlendirilmiştir. Birçok ülkede de özellikle evlerde ısınma aracının kullanıldığı dönemlerde radon ölçümleri yapılmıştır. (Çizelge 2.1, Danimarka, İsveç, İsviçre vb.).

Ankara'da kış dönemi ortalama radon konsantrasyonu oturma odaları için $34,7 \text{ Bq/m}^3$, yatak odaları için $40,15 \text{ Bq/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Her iki odanın ortalaması ise iki odada birden sonuç alınan evler için hesaplanmış ve $37,82 \text{ Bq/m}^3$ olarak bulunmuştur. Bu ortalamalar Avusturya (233 Bq/m^3) (5), Finlandiya (123 Bq/m^3) (5) ,Çin (233 Bq/m^3) (73), İsviçre (60 Bq/m^3) (35) ve ABD (63 Bq/m^3) (7), gibi ülkelerin değerlerinden düşük, Kanada (50 Bq/m^3) (6), İstanbul (50 Bq/m^3) (13)

değerlerine yakın, İngiltere (22.3 Bq/m^3) ve Polonya (26 Bq/m^3) (12), Japonya (23 Bq/m^3) (74) ve Güney Kıbrıs (7 Bq/m^3) (33) düzeylerinden yüksek bulunmuştur.

Ankara'da en düşük değer 2 Bq/m^3 , en yüksek değer ise 408 Bq/m^3 olarak ölçülmüştür. Ankara'da ölçülen değerlerin ortalaması dünya ortalamasına yakın (37 Bq/m^3) bulunmuştur (75).

Yapılan araştırmaların büyük bölümünde radon konsantrasyonları normal dağılıma uymamaktadır. Dağılımlarının logaritmik normal dağılıma uyduğu belirlenmiştir (8, 12, 31, 37, 76). Ankara'da belirlenen radon konsantrasyonu da normal dağılıma uymamaktadır ve logaritmik normal dağılıma uymaktadır. Sonuçlar bu yönden literatür ile uyumlu bulunmuştur. Oturma odalarında bulunan geometrik ortalama 20.2 Bq/m^3 , yatak odaları için 23.4 Bq/m^3 tür. Logaritmik normal dağılıma uyduğu SPSS paket programında Kolmogorov Simirnov testi ile gösterilmiştir.

Kapalı ortam radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri arasındaki ilişki artık bilinmektedir (5, 77, 78, 79). Bu konuyu araştıran çok sayıda çalışma yapılmıştır ve çalışmalar hala devam etmektedir. Bu nedenle araştırma sırasında ev sakinleri arasından akciğer kanseri tanısı almış kişiler olup olmadığı sorulmuş ancak 191 hanede akciğer kanseri tanısı alan kişi bulunmamıştır. Radon konsantrasyonu ile evde yaşayan kişilerin akciğer kanseri arasında ilişkiyi araştırmak için bir ipucu elde etmek amacı ile bu sorular sorulmuştur ancak bu evlerde yaşayan kişiler arasında akciğer kanseri olan bulunmamıştır. Bu evlerde yaşayan 2 kişinin akciğer kanseri tanısı ile öldüğü belirtilmiştir. Akciğer kanseri nedeni ile ölen 2 kişinin evlerinin radon konsantrasyonlarına bakıldığında radon konsantrasyonlarının düşük düzeylerde olduğu belirlenmiştir (4 ve 18 Bq/m^3). Araştırmanın amaçlarından birisi evlerde radon konsantrasyonunun yüksek olmasına bağlı oluşabilecek sağlık sorunlarını araştırmak amacı ile bir kohort oluşturmaktır. Ankara'da evlerde radon konsantrasyonları yüksek olan ev sayısı düşük olduğundan ve bu evlerde yaşayanlar arasından akciğer kanseri olan bulunmadığından böyle bir kohort oluşturulamamıştır. Ancak radon düzeyleri 200 Bq/m^3 üzerinde olan evlerde yaşayanların izlenmesi planlanmaktadır.

ICRP tarafından önerilen ev içi izin verilen en yüksek radon değeri olan 200 Bq/m^3 'den (5, 9, 19) yüksek radon düzeyi olan ev sayısı 6 olarak belirlenmiştir. Ankara'da evlerin 6 (%3.6) sında kış dönemi radon konsantrasyonunun 200 Bq/m^3 'i, %1.2 sinde de 400 Bq/m^3 'i geçtiği belirlenmiştir. İsveç, ABD, İngiltere, Almanya ve Kanada gibi ülkelerde evlerin %1-10'unda evlerin radon konsantrasyonlarının 200 Bq/m^3 'i, evlerin %0.5-3'ünde de 400 Bq/m^3 'i geçtiği belirlenmiştir (5, 81). Bu sonuçların dünyanın bir çok ülkesi ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak yukarıda belirtilen ülkelerde ülke çapında büyük boyutlu araştırmalar sonucunda bu sonuçlar elde edilmiştir. Ankara'da yapılan araştırmanın tüm ülkede yaygınlaştırılması ve Türkiye'nin radon düzeyinin belirlenmesi yararlı olacaktır.

Ankara'da 100 Bq/m^3 üzerinde radon konsantrasyonu olan ev sayılarına bu oran %12.5 olarak bulunmuştur. Bu da İrlanda'da yapılan araştırma sonuçlarına yakındır (39).

Ankara’da toplam 6 evde radon düzeylerin 200 Bq/m³’i geçtiği belirlenmiştir. Bu değerlerin 2’si oturma odalarında 4’ü ise yatak odalarında ölçülmüştür. Evlerde radon konsantrasyonları ile ilişkili olduğu belirlenen faktörler evin havalandırmasının yeterli olup olmaması, evin bulunduğu kat, kullanılan duvar ve zemin malzemesi, duvarlarda çatlak bulunup bulunmaması ve ev içinde yakılan bir ısıtma aracının bulunup bulunmaması olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.23, 4.24). Radon düzeyinin yatak odalarında yüksek olmasının nedenleri arasında özellikle yatak odalarının yeterli havalandırılmaması olabileceği düşünülmektedir. Radon düzeyi yüksek olan 4 evde evin havalandırmasının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu evlerden 3’ünün Mamak Durali Alıç Mahallesi, 2’sinin Altındağ Gülpınar Mahallesi, 1 tanesinin ise Sincan’da olduğu belirlenmiştir. Bu semtlerin jeolojik yapılarına bakıldığında Mamak semtinin senozoik kuvaterner yapısında volkanik molozlar olduğu, diğer ilçelerde bu yapının alüvyon olduğu belirtilmektedir (Ek 4). Yüksek radon düzeyi olan evlerin 4 tanesi zemin katta bulunmaktadır. Beş tanesinin zemin malzemesi şap beton, 3 tanesinin duvar malzemesi brikettir. Evlerin 5 tanesinde evde bir ısıtma aracı yakılmakta ve tümünde yakıt olarak kömür kullanılmaktadır. Beş evin duvarlarında da çatlak vardır. Tüm bu belirlenen özellikler radon konsantrasyonu ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin gösterildiği özelliklere uymaktadır. Bu evlerde radon konsantrasyonunun düşürülmesi için evlerde gerekli önlemlerin alınması için öneriler yapılması ve girişimlerde bulunulması planlanmıştır. Radon düzeylerinin bölgenin toprak yapısı ile ilişkili olduğu daha önce belirtilmişti. Bundan sonra yapılacak olan çalışma radon konsantrasyonları yüksek olan evlerin bulunduğu toprağın radon düzeyini belirlemek olacaktır. Ancak aynı bölgelerde bulunan evlerin hepsinde radon düzeylerinin yüksek bulunmaması nedeni ile yüksek bulunan evlerde öncelikle havalandırmanın artırılması, duvarlarda çatlak varsa tamir edilmesi, zemini şap beton olan evlerin zeminine beton dökülmesi öncelikle önerilmektedir. Bunlar yapıldıktan sonra yeniden ölçülen radon düzeyleri de yüksek bulunursa, bundan sonra yapılacak olan çalışma radon konsantrasyonları yüksek olan evlerin bulunduğu toprağın radon düzeyini belirlemek olacaktır.

Ankara’da araştırmanın yürütüldüğü ilçeler arasında en yüksek radon konsantrasyonuna sahip olan ilçe Mamak’tır (92 Bq/m³) ve bunu sırası ile Altındağ, Sincan ve Keçiören izlemektedir. En düşük radon ölçüm sonuçları ise Çankaya ilçesinde ortalama 27 Bq/m³ olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizde ilçe ile radon konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. Ancak daha önce belirtildiği gibi Mamak ilçesinin jeolojik yapısı bu yükseklikten sorumlu olabilir. Kayalık ve volkanik molozların bulunduğu bölgelerde radon konsantrasyonlarının yüksek olduğu çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir (5, 36, 37, 39).

Bazı ülkelerde yapılan araştırmalarda ülkede sık kullanılan yapı malzemelerinin radyoaktivite düzeyleri belirlenmiştir. Ölçüm yapılan briket, hazır beton gibi çeşitli malzemelerde radyoaktivite (radon) düzeyinin yüksek bulunmadığı ve bina yapı malzemelerinde bulunan radyoaktivitenin radon düzeyine katkısının İngiliz evlerinde %1-15 arasında olduğu belirlenmiştir (34). Yapı malzemelerinin ev içi radon konsantrasyonuna çok az etkisi olduğu Fleicher ve Turner tarafından da bildirilmiştir (76). Türkiye’de bina yapı malzemelerinin radon düzeylerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada duvar malzemesi olarak

briket kullanılan evlerde radon düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Bu nedenle özellikle briketten örnek alınıp radon ölçümü yapılması planlanmıştır.

Dünyanın çeşitli ülkelerinde yapılan araştırmalarda evlerdeki radon konsantrasyonu ile ilişkili olabilecek çok çeşitli faktörler araştırılmış ve evin tipi, evin yapıldığı yıl, evin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı, binanın yapımında kullanılan yapı malzemeleri, evin havalandırma sistemi, ısınma sistemi, kullanılan yakıt, evin duvarlarında çatlak bulunması, evde özellikle zemin ya da bodrum katlarda tadilat yapılması gibi faktörlerin ev içi radon konsantrasyonunu etkileyen faktörler olduğu belirlenmiştir (5, 8). Ankara'da evlerde bu faktörler ile radon konsantrasyonu arasında ilişki araştırılmış ve evin bulunduğu kat, kullanılan zemin malzemesi, duvar malzemesi, duvarda çatlak bulunması, ısınma sistemi, havalandırma ile radon konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0.05$, Çizelge 4.23, 4.24). Bunların dışında evlerde tamirat yapılması, evin bulunduğu ilçe , ev yakınında yüksek gerilim hattı bulunması evde mikrodalga fırın, bilgisayar gibi elektrikli aletlerin bulunması ($p<0.05$, Çizelge 4.23, 4.24) ile radon konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Ankara'da evlerde oturma ve yatak odalarında radon konsantrasyonlarına etkili olabilecek değişkenlerin tek tek analizinden sonra bu değişkenlerin birbirleriyle kontrol edilerek, birlikte etkilerini ölçmek amacıyla logistik regresyon yöntemi uygulanmıştır. Regresyon modeline daha önce yapılan analizlerde önemli bulunan değişkenler konulmuştur. Oturma odaları için kullanılan değişkenler evin bulunduğu kat, evin havalandırması, kullanılan duvar, zemin ve tavan malzemeleri ve duvarlarda çatlak bulunup bulunmaması, yatak odaları için kullanılan değişkenler ise evin havalandırması, evin bulunduğu kat, kullanılan duvar ve zemin malzemeleri, ev içinde yakılan ısınma aracı ve duvarlarda çatlak bulunup bulunmamasıdır. Bu değişkenler içinden oturma odalarında tavan malzemesi ve çatlak değişkenleri önemsiz olduğundan “backward eliminasyon” yöntemi ile modelden çıkartılmıştır.

Son modelde oturma odaları için evlerde havalandırmanın yetersiz olmasının ($p<0.05$, OR: 2.08, GA: 1.03-4.30) evin zemin ya da altı katlarda bulunmasının ($p<0.05$, OR: 2.06, GA: 1.01-4.20), duvar malzemesi olarak briket kullanılmasının ($p<0.05$, OR: 6.23, GA: 1.53-25.30) ve zeminin şap beton olmasının ($p=0.06$, OR: 2.01, GA: 0.95-4.50) evlerde radon konsantrasyonunu artıran risk faktörleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27). Oturma odalarında evin zemin ya da zemin altı katlarda bulunması, 1.kat ve üzerinde bulunmasına göre radon konsantrasyonunu yaklaşık 2 kat artırmaktadır. Duvar malzemesi olarak briket kullanılması ise beton ya da tuğla kullanılmasına göre radon konsantrasyonunu 6 kat artırmaktadır. Zemin malzemesinin analizde saptanan p değeri 0.06 olduğu halde modelden çıkartılmamıştır, çünkü modeldeki önemlilik düzeyi %10 olarak kabul edilmiştir. Zeminin şap beton olması, beton olmasına göre radon düzeyini 2 kat artırmaktadır.

Son modelde yatak odaları için evlerde havalandırmanın yetersiz olmasının ($p<0.05$, OR: 4.26, GA: 2.00-9.04), evin zemin ya da altı katlarda bulunmasının ($p<0.05$, OR: 2.90, GA:1.32-6.97), duvar malzemesi olarak briket kullanılmasının ($p<0.05$, OR: 22.46, GA: 2.6-191.9) ve zeminin şap beton olmasının ($p=0.08$, OR:

2.04, GA: 0.90-4.61) evlerde radon konsantrasyonunu artıran risk faktörleri olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). Yatak odalarında ise havalandırmanın yetersiz olması radon düzeyini 4 kat artırmaktadır. Duvar malzemesi olarak briket kullanılması ise beton ve tuğla kullanılmasına göre radon konsantrasyonunu 22 kat artırmaktadır. Yatak odaları ve oturma odalarında kullanılan duvar malzemesine göre radon düzeyi arasındaki ilişkinin bu kadar farklı olmasının nedeni olarak evlerin yatak odalarında duvar malzemesi olarak diğer odalara oranla daha fazla briket kullanılması olabilir. Çünkü radon düzeyinin yüksek bulunduğu evler genellikle gecekondu mahallelerinde bulunmaktadır ve bu evlere ek odalar yapılırken malzeme olarak genellikle briket kullanılmaktadır. Ayrıca briket kullanılan ev sayısının az olması nedeni ile de güven aralığı çok büyük bulunmuş olabilir. Ancak yapılan ankette odalarda kullanılan zemin malzemeleri ayrı ayrı sorgulanmamıştır. Zemin malzemesinin analizde saptanan p değeri 0.06 olduğu halde modelden çıkartılmamıştır, çünkü modeldeki önemlilik düzeyi %10 olarak kabul edilmiştir. Zeminin şap beton olması, beton olmasına göre radon düzeyini 2 kat artırmaktadır.

Literatürde su kaynaklarından da radon salınabileceği ve bunun ev içi radon konsantrasyonuna katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Ancak Ankara’da evlerde su kaynaklarında radon düzeyleri belirlenmediği için bu konuda yorum yapmak mümkün değildir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Ankara’da evlerde kış dönemi için radon konsantrasyonunu belirlemek, radon konsantrasyonu ile ilişkili olabilecek faktörleri belirlenmek ve kapalı ortamlarda radon konsantrasyonu ile ilişkili olabilecek sağlık sorunlarını araştırabilmek için bir kohort oluşturmak amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucunda Ankara’da evlerde kış dönemi radon konsantrasyonu ortalama olarak oturma odaları için 34.7 Bq/m^3 , yatak odaları için ise 40.15 Bq/m^3 olarak ölçülmüştür. Her iki odada birden ölçüm yapılan evlerin oturma ve yatak odaları konsantrasyonları ortalama 37.53 Bq/m^3 olarak belirlenmiştir. Belirlenen en düşük değer 2 Bq/m^3 , en yüksek değer ise 408 Bq/m^3 tür.

Ankara’da, ICRP tarafından evlerde izin verilen en yüksek değer olan 200 Bq/m^3 ’ü geçen evlerin oranı %3.6 dır. Bu evlere sonuçlar bildirilecek ve evin yapısı ile ilgili olan ve aksaklıkların (duvarda çatlak bulunması, havalandırma, şap betonun değiştirilmesi) düzeltilmesine yönelik önlemler alınması sağlanacaktır. Bu önlemler alındıktan sonra yeniden ev içi radon düzeyleri belirlenecektir. Bunların yanı sıra bu evlerin yapı malzemeleri, bulunduğu bölgenin toprağı ve suyunun radon analizlerinin yapılması planlanmaktadır.

Bu araştırmada yalnızca Ankara Büyükşehir Belediyesi Sınırları içinde bulunan evlerde radon düzeyleri belirlenmiştir. Bundan sonra Ankara’nın kırsal bölgelerinde de ölçüm yapılması yararlı olacaktır. Ayrıca, mevsimsel farklılıkları belirlemek üzere Ankara Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yaz dönemi için de ölçümlerin yapılması da önerilmektedir.

Türkiye’nin farklı jeolojik özellikleri olan bölgelerinde de ölçümlerin planlanması ve Türkiye’nin radon haritasının yapılmasının yararlı olacaktır.

Radon insanlar için karsinojen bir madde olduğundan ve evlerde biriktiğinden önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle konutlarda bulunan radona bağlı sağlık risklerini ortaya çıkarmak için çeşitli epidemiyolojik araştırmaların planlanması önerilmektedir. Bunun için en hassas ve en güçlü epidemiyolojik çalışma tipinin vaka-kontrol araştırmaları olduğu bilinmektedir. Bu amaçla vaka-kontrol çalışmaları planlamak ve yürütmek yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1 - Güler Ç. Çobanoğlu Z., Elektromanyetik Radyasyon. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 32, Ankara, 1994.

2 - Bertan M. Güler Ç., Halk Sağlığı Temel Bilgiler. Bölüm 9: 227-35 , Güneş Kitabevi , Ankara, 1995.

3 - Donohoe K. Royal H. Importance of Radon as a Treat to Public Health. Otolaryngology-Head and Neck Surgery . 114: 271-76, 1995.

4 - Botkin D. Keller E., Environmental Science. Earth as a Living Planet. Section 23:278-87, Canada 1995.

5 - Report on a WHO Working Group. Indoor Air Quality: A Risk-Based Approach to Health Criteria for Radon Indoors. Eliat, Israel 28 March- 4 April 1993.

6 - Grasty RL, Summer Outdoor Radon Variations in Canada and Their Relation to Soil Moisture. Health Phys. 66(2): 185-93; 1994.

7 - Wilkening M. Wicke A., Seasonal Variation Indoor Radon at a Location in the Southwestern United States. Health Phys. 51: 427-36 ; 1986.

8 - Gunby J.A, Darby S.C. Factors Affecting Indoor Radon Concentrations in the United Kingdom. Health Phys. 64: 2-12; 1993.

9 - Leenhout H.P. Stoutjesdijk J.F., The Use of Reference Levels in the Dose Limitation Procedure. The Science of the Total Environment. 45: 585-91; 1985.

10 - Hoffmann W. Kranefeld A. Feuerhake I. S., Radium-226 Contaminated Drinking Water: Hypothesis On An Exposure Pathway In A Population With Elevated Childhood Leukemia. Environmental Health Perspectives Supplements . 101: 113-15; 1993.

11 - Viel J.F., Radon Exposure and Leukaemia in Adulthood. International Journal Of Epidemiology. 22: 627-31; 1993.

12 - Vaupotic J. Szymula M., Preliminary Indoor Radon Investigations in Lubnin Region, Poland. Health Phys. 64: 420-22; 1993.

13 - Köksal E.M. Göksel S.A., İstanbul ve Çevresi Ev İçi Radon Konsantrasyonları Ölçümü. I. Ulusal Medikal Fizik Kongresi Bildiriler Kitabı. Cerrahpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayını , 105-6; 1988.

14 - Köksal E.M. Çelebi N. Özçınar B., Indoor ²²²Ra Concentrations in Istanbul Houses. Health Phys. 65: 87-88; 1993.

- 15 - Bilir N., Radyasyon ve Sağlık. Teknik Rapor No:1. Hasak Yayını, Ankara, 1994.
- 16 - Harley N. H. Harley J. H., Potential Lung Cancer Risk from Indoor Radon Exposure. *Ca- A Cancer Journal for Clinicians*. 40: 265-75; 1990.
- 17 - Maillie H.D. Simon.W., The Influence of Life Table Corrections For Smokers and Nonsmokers on the Health Effects of Radon Using the Beir IV Method. *Health Phys*. 66:615-19; 1994.
- 18 - Zaider M. Varma M.N., Carcinogenic Risk Coefficients at Enviromental Levels of Radon exposures: A Microdosimetric Approach. *Health Phys*. 70: 837-43; 1996.
- 19 - Lubin J. H. Boice J.D., Radon- Exposed Underground Miners and Inverse Dose-Rate Effects. *Health Phys*. 69: 494-99; 1995.
- 20 - Warner K.E. Mendez D. Toward a More Realistic Appraisal of the Lung Cancer Risk from Radon: The Effects of Residential Mobility. *American Journal of Public Health*. 86:1222-27; 1996.
- 21 - Ennemoser O. Oberdorfer E., Mitigation of Indoor Radon in an Araea with Unusually High Radon Concentrations. *Health Phys*. 69: 227-32; 1995.
- 22 - Swedjmark G.A. Mjönes L., Radon and Radon Daughter Concentration in Swedish Homes. *Radiat. Prot. Dosim*. 7: 341-45; 1984.
- 23 - Renken K.J. Rosenberg T., Laboratory Measurements of the Transport of Radon Gas Through Concrete Samples. *Health Phys*. 68: 800-08; 1995.
- 24 - Sun H., Monte Carlo Simulation of Radon Emanation from Dry Building Materials. *Health Phys*. 68: 553-60; 1995.
- 25 - Sciocchetti G. Clemente G.F., Results of a Survey on Radioactivity of Building Materials in Italy. *Health Phys*. 45: 385-88; 1993.
- 26 - Campos Venugi G. Colilli S., Indoor Exposure in Region of Central Italy. *Radiat. Prot. Dosim*. 7: 271-74; 1984.
- 27 - Mancini C. Gianelli G., Determination of Water- borne ^{222}Rn Concentrations Using AC Canisters. *Health Phys*. 69: 403-05; 1995.
- 28 - Hightower J. H. Watson J.E., ^{222}Rn in Water: A Study of Two Sample Collection Methods, Effects of Mailing Samples and Temporal Variation of Concentrations in North Carolina Groundwater. *Health Phys*. 69: 219-26; 1995.

- 29 - Yamamoto M. Hinoide M., Concentration of ^{226}Ra in Human Teeth. Health Phys. 67: 535-39; 1994.
- 30 - Hildingson E., Radon Measurements in 12.000 Swedish Homes. Environ.Int. 58-67; 1982.
- 31 - Mc.Gregor. R.G. Vasudev P., Background Concentration on Radon and Radon Daughters in Canadian Homes. Health Phys. 39: 285-89; 1980.
- 32 - White S.B. Bergsten J.W., Indoor ^{222}Rn Concentrations in Probability Sample of 43.000 Houses Across 30 States. Health Phys. 62: 41-50; 1992.
- 33 - Chirostofides S. Christoduolides G., Air-borne ^{222}Rn Concentration in Cypriot Houses. Health Phys. 64:392-96; 1993.
- 34 - Cliff K.D. Green B.M.R., The Levels Radioactive Materials in some Common U.K. Building Materials . The Science of Total Environment. 45: 181-86; 1985.
- 35 - Crameri H. Brunner H. H., Indoor Radon Levels in Different Jeological Areas in Sweetzerland. Health Phys. 57: 29-38; 1989.
- 36 - Buchli R. Burkard W., Influence of Subsoil Jeology and Constuction Technique on Indoor Air ^{222}Rn Levels in 80 Houses of the Central Swiss Alps. Health Phys. 56: 423-29; 1989.
- 37 - Tell I. Johnsson G., Indoor Radon-Daughter Concentration and Gamma Radiation in Urban and Rural Homes Geologically Varying Ground. The Science of Total Environment 128:191-203; 1993.
- 38 - Papastefanou C. Stoulus S., Indoor Radon Concentrations in Greek Apartment Dwellings. Health Phys. 66:270-273; 1994.
- 39 - Mcaulay I.R. Mclaughlin J.P., Indoor Natural Radiation Levels in Ireland. The Science of Total Environment. 45:319-25; 1985.
- 40 - Cosma C. Ristoiu D., Indoor Radon and Radon Emanation in the Herculane Spa Area Romania. Indoor Built Environ. 5: 236-40; 1996.
- 41 - Wrixon A.D. Green B.M.R., Natural Radiation Exposure in U.K. Dwellings NRPB-R 190 Chilton, Ditch, Oxon, 1988.
- 42 - Goble R. Socolow R., High Radon Houses: Questions about Log-Normal Distributions and Implications for the Epidemiology and Risk Assessment. Atlanta U.S. Environmental Protection Agency EPA / 600 / 9 - 90 / 005a, II; 1990.
- 43 - Dudney C.S. Wilson D.L., How to Screen ^{222}Rn in Large Buildings. Health Phys. 70: 250-57; 1996.

- 44 - Stidley A.C. Samet M.J., Assessment of Ecologic Regression in the Study of Lung Cancer and Indoor Radon . American Journal of Epidemiology. 139 :312-22; 1994.
- 45 - Stidley A.C. Samet M.J., A Review of Ecologic Studies of Lung Cancer and Indoor Radon. Health Phys. 65: 234-51; 1993.
- 46 - Axelson O. Edling C., Lung Cancer and Residency - A Case Referent Study on the Possible Impact of Exposure to Radon and Its Daughters in Dwellings. Scand. J. Work Environ. Health . 5: 5-10; 1976.
- 47 - Edling C. Kling H., Radon in Homes - A Possible Cause of Lung Cancer Scand. J. Work Environ. Health. 10:25-34; 1984.
- 48 - Swensson C. Eklund G., Indoor Exposure to Radon from the Ground and Bronchial Cancer in Women. Int. Arch. Occup. Environ. Health . 59: 123-31;1987.
- 49 - Axelson O. Andersson K., Indoor Radon Exposure and Active and Passive Smoking in Relation to the Occurrence of Lung Cancer. Scand. J. Work Environ. Health. 14: 286-92; 1988.
- 50 - Pershagen G. Liang Z.H., Residential Radon Exposure and Lung Cancer in Women. Health Phys. 63: 179-86; 1992.
- 51 - Pershagen G. Axelson O., Residential Radon Exposure and Lung Cancer in Sweden. N. Engl. J. Med. 330: 159-64; 1994.
- 52 - Rousteenoja E. Indoor Radon and Risk of Lung Cancer: An Epidemiological Study in Finland. Finnish Center for Radiological and Nuclear Safety , Helsinki, Finland 1991.
- 53 - Klotz J.B. Petix J.R., Mortality of a Residential Cohort Exposed to Radon from Industrially Contaminated Soil. Am. J. Epidemiol. 129: 1179-86; 1989.
- 54 - Schoenberg J.B. Klotz J.B., Case-Control Study of Residential Radon and Lung Cancer Among New Jersey Women . Cancer Res. 50: 6250-54; 1990.
- 55 - Less R.E.M. Steele R. A., Case-Control Study of Lung Cancer Relative to Domestic Radon Exposure. Int. J. Epidemiol., 16: 7-12; 1987.
- 56 - Blot W.J. Xu Z.Y., Indoor Radon and Lung Cancer in China. J. Natl. Cancer Inst. 82: 10-25; 1990.
- 57 - Henshaw D.L. Eatough J.P., Radon: A Causative Factor in the Induction of Myeloid Leukaemia and Other Cancers in Adults and Children. The Lancet. 335 1008-12; 1990.

58 - Viel J.F. Radon Exposure and Leukaemia in Adulthood. Int. J. Epidemiol. 22:627-31; 1993.

59 - Greenberg S.R. Medical Epidemiology. First Edition Appleton and Lange. Atlanta 1993.

60 - Pershore Mouldings Limited. Trading Estate Pershore Worcestershire England WR10 2DH CR-39. 1995.

61 - Köksal M.E. Göksel A.S., Pasif Nükleer İz Detektörleriyle Alçak Konsantrasyonda Radon Ölçümleri , TFD 7. Ulusal Fizik Kongresi Bildiriler Kitabı , Yıldız Fen Bilimleri Fakültesi. 384-90; 1985.

62 - Miles J.C.H. Driscoll C.M.H., Passive Monitoring of Radon 222 and Gamma Ray Exposures in Houses . National Radiological Protection Board. Chilton 42: 14-19; 1981.

63 - Kleinbaum D.G. Kupper L.L., Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. Kent Publishing Company ; Second Edition , 1996.

64 - Theodore D.F., Edwards J.N. , Housing, Stress and Well- Being , Evidence from Thailand. Soc.Sci. Med., (36) 1417-28, 1993.

65 - Çelebi N. Alkan H., Evaluation of Natural Radiation in the Kestanol Spa Region. Radiat. Prot. Dos. 69: 227-30; 1997.

66 - Köksal M. Özçınar B., Bursa Evlerinde Radon Gazı Radyoaktivite Konsantrasyonları, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, 1995.

67 - Güler Ç. Çobanoğlu Z. , Radon Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 44, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü Yayını. Ankara, 1997.

68 - Alexander B. Rodma N., Areas of United States with Elevated Screening Levels of ²²²Rn , Health Phys. 66: 50-4; 1994.

69 - Köksal E.M. Çelebi N., CR-39 Nükleer İz Detektörleri için Çok Hücreli Elektrokimyasal İz Kazıma Sistemi .III. Ulusal Nükleer Bilim Kongresi Bildiri Kitabı. 856-60; 1990.

70 - Yeager W. Rodma N.F. White S.B., A Performance Evaluation of Bare Alpha Track Detectors , Health Phys. 66:163-71; 1994.

71 - Scarpitta S.C., A Theoretical Model for ²²²Rn Adsorption on Polanyi's Potential Theory. Health Phys. 68: 332-9; 1995.

72 - Köksal M. Özçınar B., NRPB ve EMLPasif Radon Detektörleri Intercomparison Sonuçları, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Yayınlanmamış Rapor, 1995.

73 - Wang Z.Y. Lubin J.H., Radon Measurements in Underground Dwellings from Two Prefectures in China. Health Phys. 70:192-98; 1996.

74 - Doi M. Fujimoto K., Spatial Distribution of Thoron and Radon Concentrations in the Indoor Air of a Traditional Japanese Wooden House. Health Phys. 66:43-49; 1994.

75 - Cohen B.L. Shah S. R., Radon Levels in United States Homes by States and Counties. Health Phys. 60:243-59; 1991.

76 - Fleischer R.L. Turner L.G., Indoor Radon Measurements in the Newyork Capital District. Health Phys. 46:999-1011; 1984.

77 - Muirhead R.C., Radon Risks. The Lancet . 344:143-4; 1994.

78 - Samet M.J., Stolwijk J., Summary: International Workshop on Residential Rn Epidemiology. Health Phys. 60:223-27; 1991.

79 - Bowie C. Bowie S.H.U, Radon and Health. The Lancet. 337:409-13; 1991.

ÖZGEÇMİŞ

Dr. Songül Acar Vaizoğlu 1960 yılında Ankara'da doğdu. Keçiören Mecidiye İlkokulu'nu (1972), Ankara Atatürk Anadolu Lisesi'ni (1978) ve Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'ni (1984) bitirdi. 1984-1987 yılları arasında Yozgat Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezinde, 1987-1989 yılları arasında Ankara Şentepe 7 No'lu Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezinde çalıştı. 1989-1992 tarihleri arasında Ankara Numunu Hastanesi'nde Aile Hekimliği asistanlığı yaptı. 1992 yılında Aile Hekimliği Uzmanı oldu. 1993-1994 yıllarında Ankara Aktepe 8 No'lu Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezinde görev yaptı. Aralık 1993-Haziran 1994 tarihleri arasında Sağlık Bakanlığı bursu ile Liverpool School of Hygiene ve Tropical Medicine'de Epidemiyoloji ve İstatistik kursuna katıldı. Eylül 1994 - Haziran 1996 tarihleri arasında Hasköy 18 No'lu Aile Hekimliği Merkezinde çalıştı. 1995 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında, Halk Sağlığı Yüksek Lisans öğrenciliğine başladı. Halen Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Görüşmecinin adı-soyadı :

EV ORTAMI DEĞERLENDİRME
ANKET FORMU

Sıra No :

Görüşme Tarihi

1-Detektör No :

Oturma Odası :

Yatak Odası :

2-Görüşme Yapılan Kişinin Adı-Soyadı :

3- Adresi :

Telefon Numarası :

4- Yaşı :

5- Eğitim Durumu :

6- Mesleği :

7-Evde yaşayan kişi sayısı;
1-16 yaşından küçük :
2-16 -65 yaş arası :
3-65 yaş üzeri :

8-Şu anda oturduğunuz evde kaç senedir oturuyor sunuz ?

Detektörün Eve Yerleştirilme Tarihi :

Evden Alınma Tarihi :

BİNA ve BİNANIN YAPISI İLE İLGİLİ SORULAR :

10-Evin Tipi :

- 1- Apartman zemin kat ,
- 2- Apartman 1. kat veya daha üst kat
- 3- Müstakil bodrumlu
- 4- Müstakil bodrumsuz
- 5- Yarı müstakil bodrumlu
- 6- Yarı müstakil bodrumsuz
- 7 -Diğer , açıklayınız

11-Bu eviniz size mi ait ?

- 1- Evet
- 2- Hayır

12-Eviniz Kaç Yılında Yapıldı :

13-Evinizin Duvarlarının Yapı Malzemesi Nedir ? :

- 1- Beton
- 2- Tuğla
- 3- Ahşap
- 4- Taş
- 5- Briket
- 6- Toprak
- 7- Diğer , belirtiniz

14-Evinizin Zemininin Yapı Malzemesi Nedir ?:

- 1- Toprak
- 2- Şap beton
- 3- Beton
- 4- Ahşap
- 5- Mermer
- 6- Diğer , belirtiniz

15-Evinizin Tavanının Yapı Malzemesi Nedir ?:

- 1- Beton
- 2- Ahşap
- 3- Diğer, belirtiniz

16-Yatak Odanız Kaçınıcı Katta Bulunmaktadır :

17-Oturma Odanız Kaçınıcı Kattadır:

18-Oturma Odası Kaç M² dir:

19-Yatak Odası Kaç M² dir :

20-Pencerelerin Durumu :

- 1- Pencereler tek camlı
- 3 - Pencereler çift camlı

21-Pencere çerçevelerinin yapı malzemesi nedir ?

- 1- Pimapenli
- 2- Ahşap çerçeveli
- 3- Alüminyum
- 4- Demir
- 5-Diğer , açıklayınız

22-Size göre pencereleriniz dışarıdan gelen havayı yeterince engelliyor mu ?

- 1- Evet , tamamen kesiyor
- 2- Evet kısmen kesiyor
- 3 - Hayır

23-Yatak odasına yada oturma odasına açılan balkon kapısı var mı?

- 1-Evet
- 2- Hayır

24-Cevabınız evet ise balkon pencereleriniz nasıl ?

- 1- Tek cam
- 2-Çift cam
- 3-Diğer

25-Balkon kapılarının çerçeveleri nasıl ?

- 1-Pimapenli
- 2-Ahşap çerçeveli
- 3- Alüminyum
- 4-Diğer , açıklayınız

26-Havalandırma sisteminiz nasıl :

- 1- Yatak odasında ve oturma odasında doğal havalandırma
- 2- Yatak odasında doğal havalandırma , oturma odasında cihaz ile havalandırma (Aspiratör yada klima)
- 3- Oturma odasında doğal havalandırma , yatak odasında cihaz ile havalandırma
- 4- Yatak odası ve oturma odasında cihaz ile havalandırma,

27-Genel olarak evin havalanması :

- 1- İyi havalanıyor
- 2- Az havalanıyor
- 3- Hiç havalanmıyor
- 4- Diğer, belirtiniz

28-Evde Elektrikli Vantilatör ya da Aspiratör Var mı ?

- 1- Yatak odasında ve oturma odalarında en azından bir vantilatör yada aspiratör var,
- 2- Her hangi bir başka odada en azından bir vantilatör yada aspiratör var .
- 3- Hiç bir odada (banyo ve mutfak dahil) vantilatör veya aspiratör yok
- 4- Diğer , açıklayınız

29-Son 24 Saat İçinde Oturma Odasının Penceresini Hiç Açtınız mı ?

- 1 Hayır . Gece- gündüz sürekli kapalı idi . Hiç bir pencere açık değildi.
- 2- Gece kapalı idi . Ancak gündüz saat açık idi.
- 3- Gündüz kapalı idi . En azından bir pencere gece saat açık idi.

30-Kullandığınız Isınma Aracı Nedir ?

- 1- Kömür sobası
- 2- Kalorifer
- 3- Elektrik sobası
- 4-Tüp gaz sobası
- 5-Doğal gaz sobası
- 6- Diğer ,açıklayınız

31-Kullandığınız Yakıt Tipi Nedir?

- 1-Kömür ve odun
- 2-Doğal gaz
- 3- Elektrik
- 4-Tüp gaz
- 5- Diğer , belirtiniz..

32-Bu evde önemli yapı değişiklikleri (tadilat) yapıldı mı ?

- 1- Bodrum açıldı ve dolduruldu Yılı :
- 2-Zemin toprakken beton döküldü Yılı:
- 3- Isıtma sisteminde değişiklik yapıldı Yılı:
- 4- Diğer , belirtiniz

33-Evinizin duvarlarında çatlak var mı?

- 1-Evet
- 2-Hayır

34-Evin yakınında yüksek gerilim hattı var mı ?

- 1 - Evet
- 2- Hayır

35-Bu evde yaşayanlar arasından akciğer kanseri olan var mı ?

- 1- Evet
- 2- Hayır

36-Aile bireylerinizden akciğer kanseri nedeniyle ölen var mı ?

- 1-Evet
- 2- Hayır

37-Ailede (1.derece akrabalarından) akciğer kanseri olan var mı?

- 1-Evet
- 2-Hayır

37-Ailede (1. derece akrabalarıda) herhangi bir organ kanseri var mı ?

- 1-Evet, kimde ve hangi organ kanseri olduğunu belirtir misiniz ?
- 2-Hayır

38-Evinizde sigara içen var mı ?

- 1- Evet
- 2- Hayır

39-Ev et ise evde kimler sigara içiyor ?

40-Ev içi hava kirliliğini ölçen detektör marketlerde satılsa , bunlardan satın alıp eviniz yerleştirir misiniz?

- 1-Evet
- 2- Hayır

TEŞEKKÜR EDEREK GÖRÜŞMEYİ BİTİRİNİZ.

ANKET DOLDURMA YÖNERGESİ

ANKARA İLİ SINIRLARINDA EV ORTAMI DEĞERLENDİRME ARAŞTIRMASI

ANKETÖRLERİN DİKKATİNE !

UYGULAMA ÖNCESİ VE UYGULAMA SIRASINDA DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR:

- * Alana çıkarken görev kağıdınızı mutlaka yanınızda bulundurunuz.
- * Kıyafetinizin ve görünümünüzün sade olmasına özen gösteriniz.
- * Görüşme için gittiğiniz evlerde konuşmalarınızın ve davranışlarınızın ölçülü ve saygılı olmasına dikkat ediniz.unutmayınız ki karşınızdaki kişinin sizin sorularınızı yanıtlamak gibi bir yükümlülüğü yoktur.
- * Anket formunuzu mutlaka kurşun kalem ile doldurunuz ;yanlışları karalamayınız, silip doğrularını kaydediniz.
- * Anket formlarını doldururken yazılarınızın okunaklı olmasına özen gösteriniz.
- * Görüşmek için gideceğiniz evleri seçerken denetleyicilerinizin talimatlarına kesinlikle uyunuz.Tersi davranışlarınız yanlış bilgilerin toplanmasına yol açabilecek ve çalışmanın değerini düşürecektir.

ANKETİ ÖNGÖRÜLEN SÜRENİN ÇOK ALTINDA TAMAMLAMANIZ DEĞİL,ELDE ETTİĞİNİZ BİLGİLERİN EKSİKSİZ VE DOĞRU OLMASIÖNEMLİDİR; UNUTMAYINIZ !

EV ORTAMI DEĞERLENDİRME ANKET FORMU
ANKET DOLDURMA YÖNERGESİ

Görüşmecinin adı- soyadı : Kendi adınızı ve soy adınızı açık ve okunaklı olarak yazınız.

Sıra No: Boş bırakınız.

Görüşme Tarihi :Anketi uyguladığınız tarihi gün ,ay , ve yıl olarak yazınız.

1)Detektör No :

Oturma odası:Naylon torba içinde sarılı olan detektörlerden , üzerinde mavi tükenmez kalemle“oturma odası” yazılmış etiket bulunan ve 06.ile başlayıp, 1 ile biten detektörün numarasını buraya okunaklı olarak yazınız.

Yatak odası:Naylon torba içinde sarılı olan detektörlerden ; üzerinde kırmızı tükenmez kalemle “yatak odası” yazılmış etiket bulunan ve 06. ile başlayıp, 2 ile biten detektörün numarasını buraya okunaklı olarak yazınız.

Her iki numara da toplam 6’şar rakamdan oluşmalıdır.

2-Görüşme Yapılan Kişinin Adı-Soyadı :Anketi uyguladığınız kişinin adını ve soyadını açık ve okunaklı olarak yazınız.

3- Adres: Mahalle : Mahalleyi açık olarak yazınız.

Sokak , Apartman No, Kapı No : :Anketi uyguladığınız evin bulunduğu sokağı ve apartman ve kapı numarasını açık olarak yazınız.Eğer sokak ve/veya kapı numarası yoksa (-) işareti ile belirtiniz.

Semt : Evin bulunduğu semtin adını açık olarak yazınız

Telefon Numarası : Anket uyguladığınız evin telefon numarasını açık ve okunaklı olarak yazınız

4-Yaşı : Anketi uyguladığınız kişinin yaşını bitirdiği yaş olarak açık ve okunaklı yazınız.

5-Eğitim Durumu : Anketi uyguladığınız kişinin mezun olduğu okulu, eğer herhangi bir okuldan mezun olmamışsa okur-yazar olup olmadığını kaydediniz.

6-Mesleği : Ev hanımı

Memur

İşçi

Küçük Sanat Erbabı

İşsiz

Diğer

7-Evde Yaşayan Kişi Sayısı :

1-16 yaşından küçük kişi sayısı

2-16 ve 65 yaşları dahil olmak üzere , 16 ve 65 yaşları arasındaki kişi sayısı

3-65 yaşın üzerindeki kişi sayısını yazınız.

Detektörün eve yerleştirilme tarihi :Anketin bu bölümü ,anket tamamlandıktan sonra en son doldurulacaktır.

Detektörler naylon torbalarından çıkarıldıktan sonra üzerinde oturma odası yazılı olan etiket bulunan detektörü oturma odasında pencereden ve soba kalorifer gibi ısınma kaynaklarından uzak, oturma hizasında bir yere yerleştiriniz ve ev içinde yerleştirildiği yer ve tarihi (gün, ay, yıl olarak)açık ve okunaklı olarak yazınız.

Evden alınma tarihi :Burası boş bırakılacaktır.

BİNANIN YAPISI İLE İLGİLİ SORULAR:

10- Evin tipi

1-Apartmanın giriş katı

2-Apartmanın1. katı dahil üzerinde bulunan tüm katlar

3-Müstakil :3 yada 4 cephesi açık, genellikle bahçeli olan

5-Yarı müstakil :

11-Evin sahibi olup olmadıklarını sohbet arasında sorunuz , ve eğer ev sahibi değillerse evde oturmaya devam edip etmeyeceklerini , kiracı iseler ne kadar süre ile kira sözleşmeleri olduğunu sorunuz.Eğer 1 yıldan daha kısa süre önce evden taşınacaklarını kesin olarak belirtiyorlarsa ankete devam etmeyiniz . Bu evin yerine yedek listede olan evlerin birincisi ile ankete devam ediniz.

12-Evin yapıldığı seneyi yazınız , eğer kesinlikle bilmiyorlarsa bir sonraki ziyarette doldurmak üzere boş bırakınız. Bu soruyu boş bıraktığınızı anketin 1. sayfasına not ediniz.

16- ve 17-Bu soruların cevabı evin bulunduğu kat ile aynı olmalıdır.Ancak apartman içi dubleks , ya da müstakil, yarı- müstakil dubleks ya da tripleks evlerde bu sorunun cevabını daha ayrıntılı olarak sorunuz.

18 ve 19- Detektörün yerleştirileceği yatak odası ve oturma odasının kaç metre kare olduğu öğrenilmelidir.Eğer ev sahibi bu odaların kaç metre kare olduklarını bilmiyorlarsa bu soruları boş bırakın ve 3 ay sonraki ziyaretinize kadar ölçmelerini rica edin. Bu sorular boş bırakılırsa , boş bırakıldığını anketin 1. sayfasına mutlaka not edin !

20-Pencerelerin tek camlı mı çift camlı mı olduğunu kaydedin. Bu soruya diğer cevabı eklenmemiş olduğundan , başka bir seçenek varsa mutlaka 3. cevap şıkkı olarak kaydedin.

29- Pencerelerin açık oldukları saatleri yaklaşık olarak öğrenmeye çalışınız.

Diğer olarak bir şık ekleyiniz,(gece - gündüz sürekli açık olabilir , ya da gece ve gündüz birkaç saat açık olabilir.

32-Evde şu anda yaşayan anketi yaptığımız kişilerin bildikleri ,ev içinde yada apartmanın ortak kullanım alanlarında yapılan her türlü tamirat ve tadilat işlerini kaydediniz.Doğal gaz sistemine geçilmesi,mutfakta ve banyoda yapılan tadilatlar,kanalizasyon ve su sisteminde yapılan tadilatlargibi

33-Bu soru için siz de evin içine ve dışına bakarak çatlak olup olmadığını kontrol edin.

34-Yüksek gerilim hattını çok büyük üçgen direkler olarak anlatabilirsiniz.Eve daha giderken yolda siz yüksek gerilim hattı görürseniz cevap konusunda ev sahibini gerekirse aydınlatabilirsiniz.

35-36-37 Bu sorulara evet cevabının işaretlenmesi için mutlaka hastanede akciğer kanseri tanısı almış olmaları gerekmektedir. Sadece öksürük vb yakınmaları akciğer kanseri olarak kabul edilmemelidir.

36- 37. sorularda 1. Derece akraba ile ailedeki tüm bireylerin anneleri , babaları ve kardeşleri anlaşılacaktır.(Anne, baba, kardeşler, anneanne, babaanne, annenin ve babanın babaları(dedeler), hala , teyze, amca ve dayı)

38- Ailede sigara içen yoksa 39. soruyu atlayınız.

39- Ailede sigara içen varsa kimler olduğunu kaydediniz.Anne, baba, çocuklar .. Toplam olarak evde kaç kişinin sigara içtiğini de not ediniz.

40-Ev içi hava kirliliğini ölçen detektörlerin yurt dışında bazı ülkelerde marketlerde satıldığını, bunların yaklaşık 1-1,5 milyon lira olduğunu belirtiniz. Aynı yaklaşık fiatta bu detektörlerin ülkemizde de satıldığı takdirde satın alıp almayacaklarını öğrenmeye çalışınız

TŞEKKÜR EDEREK GÖRÜŞMEYİ BİTİRİNİZ.

EV ORTAMI DEĞERLENDİRME
ANKET FORMU II

Sıra No :

Tarih :

Detektör no : oturma odası: yatak odası:

Detektör yer :

Detektörün yerini değiştirme nedeni nedir ? (Açıklayınız)

Evinizde : (1- var 2- yok)

televizyon:

bilgisayar :

radyo- teyp:

buzdolabı :

bulaşık makinası:

mikrodalga fırın :

otomatik çamaşır makinası :

elektrikli fırın :

elektrik süpürgesi: var mı?

Evinizde son 6 ay içinde tamirat , boya vb yapıldı mı?

1- evet

2- hayır

Cevabınız evet ise ne yapıldı? (Açıklayınız)