

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**İZMİR İLİ FON RADYASYON DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ, İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE COĞRAFİ
BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞI İLE DAĞILIMIN
GÖSTERİLMESİ**

HALİM TAŞKIN

**DANIŞMAN
PROF. DR. S.BİLGE HAPÇIOĞLU**

**HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI
HALK SAĞLIĞI PROGRAMI**

İSTANBUL-2018

TEZ ONAYI

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.



Halim TAŞKIN



İTHAF

Bu tezi annem Emine TAŞKIN'ın aziz ruhuna ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Her konuda yardım ve desteğini hissettiğim, hoşgörülü, samimi ve güler yüzlü tavrı ile bizlere örnek olan, önerileri ile yol gösteren, eşsiz insan danışman hocam sayın Prof. Dr. S.Bilge HAPÇIOĞLU'na en içten duygularımla teşekkür ederim.

Bilgilerini bizimle paylaşarak iyi yetişmemiz için ellerinden gelen her türlü gayreti gösteren İ.Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalının değerli öğretim üyelerine;

Tez çalışmam için her türlü imkânı sağlayan ÇNAEM Müdürü Sayın Doç. Dr. Gürsel KARAHAN'a;

Tez çalışmamın her aşamasında yardım ve desteğini sürekli yanımda hissettiğim ÇNAEM Metroloji Birimin'den SSDL uzmanı Sayın Enis KAPDAN'a;

Radon dedektörlerinin değerlendirilmesinde her türlü desteği sağlayan ÇNAEM Sağlık Fiziği Bölümün'den Sayın Dr. Berna ATAKSOR'a;

Örneklerin hazırlanması ve analizinde yardımcı olan tüm ÇNAEM RAD Birimi personeline;

Saha çalışmalarında emeği geçen tüm arkadaşlara;

Ayrıca her zaman yanımda olan beni teşvik eden eşime, bana en güzel duyguları yaşatan ve daima moral kaynağım olan oğluma çok teşekkür ederim.

Bu çalışma, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu çalışma programında yer alan A3.H2.F4 kodlu “Çevresel Radyolojik İzleme ve Dozimetrik Değerlendirme Yapılması” ve A3.H2.F5 kodlu “ Kapalı Ortamlardaki Radon Gazı Aktivite Derişiminin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi” Faaliyetleri kapsamında desteklenmiştir. Radon çalışması “Ulusal Radon Kontrol Programı”na ilişkin TAEK ve THSK arasında yapılan protokol kapsamında gerçekleştirilmiştir. Her iki kuruma ve çalışmada emeği geçen herkese ayrıca teşekkür ederim

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
BEYAN.....	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Radyasyon.....	3
2.1.1 İyonlaştırıcı Radyasyonlar	4
2.1.2 İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonlar	4
2.2 Radyoaktivite	4
2.2.1 Alfa Parçacıkları	5
2.2.2 Beta Parçacıkları	5
2.2.3 Gama Işınları.....	6
2.2.4 Nötronlar	6
2.3 Radyasyon Birimleri ve Doz Limitleri	6
2.3.1 Radyasyon Birimleri	6
2.3.2 Radyasyon Dozu Limitleri.....	8
2.4 Radyasyon Kaynakları.....	10
2.4.1 Doğal Radyasyon Kaynakları	10
2.4.2 İnsan Müdahalesi ile Oluşan Radyasyon Kaynakları	13
2.4.2.1 Teşhis ve Tedavi Amaçlı Uygulamalar	14
2.4.2.2 Nükleer Silah Denemeleri.....	16
2.4.2.3 Nükleer Santral Kazaları.....	17
2.5 Kozmik Radyasyonlar.....	20
2.5.1 Galaktik Kozmik Radyasyonlar	20
2.5.2 Solar Kozmik Radyasyonlar	21
2.5.3 İkincil Kozmik Radyasyonlar	21
2.5.4 Kozmik Radyasyon Maruziyeti	21

2.6 Karasal Radyasyonlar	25
2.6.1 Dış Işıma Yapan Doğal Radyasyon Kaynakları	25
2.6.1.1 Topraktaki Doğal Radyasyon Kaynakları.....	25
2.6.1.2 Yapı Malzemelerindeki Radyasyon Kaynakları	34
2.6.1.3 Karasal Yüksek Fon Radyasyon Bölgeleri	37
2.6.2 İç Işıma Yapan Doğal Radyasyon Kaynakları.....	38
2.6.2.1.Solunum Yoluyla Oluşan Radyasyon Maruziyeti	38
2.6.2.2. Sindirim Yoluyla Oluşan Radyasyon Maruziyeti	39
2.7 Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	49
2.7.1 Radyasyonun Hücre ile Etkileşmesi	50
2.7.2 Radyasyonun Deterministik ve Stokastik Etkileri	51
2.7.2.1 Radyasyonun Deterministik Etkileri.....	51
2.7.2.2 Radyasyonun Stokastik Etkileri.....	52
2.7.3 Radyasyon ve Kansere İlişkisi.....	52
2.8 Radon Gazı	54
2.8.1 Radon gazı ve Özellikleri	54
2.8.2 Evlerde ve Kapalı Ortamlardaki Radon Kaynakları	56
2.8.3 Radon Gazının Sağlık Etkileri	59
2.8.4 Radonla İlgili Standartlar ve Eylem Seviyeleri	61
2.8.5 Radon Ölçüm Yöntemleri.....	64
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	65
3.1 Araştırma Yeri, Süresi, Tipi ve Örneklem Seçimi.....	65
3.1.1 Araştırma Sahası ve Süresi	65
3.1.2 Araştırmanın Tipi.....	66
3.1.3 Araştırma Evreni ve Örneklem Seçimi.....	66
3.2. Veri Analizi.....	69
3.2.1 İzmir Evlerinde Radon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi Çalışmaları	69
3.2.1.1 Konutlara Radon Dedektörlerinin Yerleştirilmesi Ve Toplanması	70
3.2.1.2 Dedektörlerin kimyasal kazıma işlemi	71
3.2.1.3 İz Okumaları ve Konsantrasyon değerlendirmelerinin Yapılması	73
3.2.1.4 Doz ve Kansere Riski Hesaplamaları	75
3.2.2 İzmir İli İçme Sularındaki Toplam Alfa/Beta Radyoaktivitesinin Tayini	77
3.2.2.1 Su Örneklerinin Sahadan Toplanması	78
3.2.2.2 Su Örneklerinin Analize Hazırlanması	78
EPA 900.0 İçme Sularında Toplam Alfa/Beta Analiz Metodu	81

3.2.2.3 Su Örneklerinin Toplam Alfa ve Toplam Beta Sayımları	83
3.2.2.4 Su Örneklerinin Toplam Alfa ve Toplam Beta Dozlarının Hesaplanması	85
3.2.3 İzmir İli Dış ve İç Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi	86
3.2.3.1 İzmir İli Dış Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi	86
3.2.3.2 İzmir İli İç Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi	87
3.2.3.3 İzmir İli Dış ve İç Ortam Gama Eşdeğer Doz Hızlarının ve Kanser Risklerinin Hesaplanması	87
3.2.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi	88
3.2.4.1 Toprak Örneklerinin Sahadan Toplanması	88
3.2.4.2 Toprak Örneklerinin Gama Spektrometrik Analizler İçin Hazırlanması	89
3.2.4.3 Toprak Örneklerinin Gama Spektrometrik Analizleri	89
3.2.4.4 Toprak Örneklerindeki Radyonüklitlerden Kaynaklanan Dozların Hesaplanması	91
3.2.5 Çalışmada Kullanılacak Diğer Ekipmanlar	92
4. BULGULAR	93
4.1 İzmir ili Evlerinde Belirlenen Radon Konsantrasyon Düzeyleri	93
4.2 İzmir İli İçme Sularında Belirlenen Toplam Alfa ve Beta Aktivite Düzeyleri ...	104
4.2.1 Toplam Alfa Aktivite Düzeyleri	105
4.2.2 Toplam Beta Aktivite Düzeyleri	109
4.3 İzmir İlinde Ölçülen Dış ve İç Ortam Gama Doz Hızı Düzeyleri	113
4.3.1 İzmir İli Dış Ortam Gama Doz Hızı Ölçüm Sonuçları	114
4.3.2 İzmir İli İç Ortam Gama Doz Hızı Ölçüm Sonuçları	119
4.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Radyoaktivite Düzeyleri	123
4.4.1 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Potasyum (^{40}K) Düzeyleri	124
4.4.2 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Radium (^{226}Ra) Düzeyleri.	129
4.4.3 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Toryum (^{232}Th) Düzeyleri.	134
4.4.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Sezyum (^{137}Cs) Düzeyleri	139
4.5 İzmir İli Yıllık Doğal Radyasyon Doz Düzeyleri	143
5. TARTIŞMA	145
5.1 İzmir ili Evlerindeki Radon Konsantrasyon Düzeylerinin Değerlendirilmesi	145
5.2 İzmir İli İçme Sularındaki Toplam Alfa-Beta Aktivitelerinin Değerlendirilmesi	154
5.3 İzmir İlinde Ölçülen Dış ve İç Ortam Gama Doz Hızlarının Değerlendirilmesi	161
5.4 İzmir İli Toprak Örneklerindeki Radyoaktivite Düzeylerinin Değerlendirilmesi	164

KAYNAKLAR	171
HAM VERİLER	188
FORMLAR	276
ETİK KURUL KARARI	279
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	282
ÖZGEÇMİŞ	283



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Radyasyon birimleri ve çevirim faktörleri.	7
Tablo 2-2: Radyasyondan Korunma Komitesinin (ICRP) Tavsiye Ettiği Doz Sınırları.	9
Tablo 2-3: Dünya Geneline İnsanların Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynaklarından Aldıkları Ortalama Yıllık Efektif Dozların Dağılımı.	12
Tablo 2-4: Bazı tıbbi uygulamalar nedeniyle maruz kalınan doz düzeyleri.	14
Tablo 2-5: Dünyada Teşhis Amaçlı Kullanılan Radyolojik Testlerden Kaynaklanan Radyasyon Dozlarının 1988-2008 arası artışı (UNSCEAR 2008).	15
Tablo 2-6: Teşhis Amaçlı Tıbbi Uygulamalardan Maruz Kalınan Yıllık Doz düzeylerinin Ülke kategorilerine göre Dağılımı (1997-2007) (UNSCEAR 2008).	15
Tablo 2-7: Deniz Seviyesinde Kozmik Doz Hızlarının Dünyada Nüfusa Dağılımı (UNSCEAR 2008).	23
Tablo 2-8: Çeşitli kayalardaki ortalama Uranyum konsantrasyonu.	28
Tablo 2-9: Doğal Uranyumun izotopik bileşimleri ve özellikleri.	28
Tablo 2-10: Dünya'nın değişik ülkelerindeki toprakta ölçülen radyoizotop konsantrasyonları.	33
Tablo 2-11: Türkiyede kullanılan bazı yapı kaplama malzemelerindeki, ²²⁶ Ra, ²³² Th ve ⁴⁰ K aktiviteleri (TAEK 2009).Ref.	36
Tablo 2-12: Dünyadaki Yüksek Fon Radyasyon Bölgeleri ve Dış Gama Doz Hızları (UNSCEAR 2008).	37
Tablo 2-13: Referans değerlere göre Uranyum ve Toryum serisi radyonüklitlerden solunum yoluyla alınan yıllık aktivite ve doz miktarları (Bq/kg) (UNCEAR 2000).	39
Tablo 2-14: Referans değerlere göre Uranyum ve Toryum serisi radyonüklitlerden sindirim yoluyla alınan yıllık aktivite ve doz miktarları (Bq/kg) (UNCEAR 2000).	40
Tablo 2-15: İçme sularında Trityum, toplam Alfa ve Beta radyoaktivisi ile toplam gösterge dozu limitleri.	43
Tablo 2-16: Dünya'nın Farklı Ülkelerinde İçme Sularındaki Doğal Radyonüklid Konsantrasyonları.	46
Tablo 2-17: Bazı yiyeceklerde Potasyum-40 ve Radyum-226 radyonüklidinin aktivite konsantrasyonu (Eisenbud ve Gesell 1997).	47
Tablo 2-18: Dünyada Referans Kabul Edilen Modele Göre Bebek, Çocuk ve Yetişkinlerin Tükettikleri Yıllık Yiyecek, İçecek ve Solunum Miktarları.	48

Tablo 2-19: Doğal radyonüklitlerin insan dokularındaki referans aktivite değerleri (mBq/kg) (UNCEAR 2008).....	49
Tablo 2-20: OECD ülkelerindeki Radon konsantrasyon düzeyleri.....	58
Tablo 2-21: Ev ve işyerlerindeki Radon düzeyleri ile ilgili eylem seviyeleri (ICRP 1993).	61
Tablo 2-22: Bazı uluslararası kuruluşlar ve ülkelere ait Radon gazı eylem seviyeleri (WHO 2007; EURATOM 2014; ICRP 2011).....	63
Tablo 2-23: Radon gazı ölçüm dedektörleri ve özellikleri (WHO 2009).....	64
Tablo 3-1: İzmir ilçe nüfusları ve yerleştirilen Radon dedektörü sayı ve oranları.....	67
Tablo 3-2: Su ve toprak örnekleri ile iç ve dış ortam gama ölçümlerinin ilçelere göre dağılımı.....	69
Tablo 4-1: İlçelere göre Radon konsantrasyon düzeylerinin dağılımı.	94
Tablo 4-2: İlçelere göre yıllık Radon maruziyet dozu düzeyleri ve yaşam boyu kanser riskleri.....	96
Tablo 4-3: İzmir ilinin ilçelerine göre Radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.....	98
Tablo 4-4: Yaşanılan ev tipine, evin yapıldığı tarihten sonra geçen süreye, havalandırma sistemine ve havalandırma süresine göre Radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.....	99
Tablo 4-5: Evin ısı sistemine, evde yaşanılan süreye, pencerelerin cam ve yalıtım durumlarına göre Radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	100
Tablo 4-6: Evin taban, tavan, duvar yapı malzemesi, kullanım alanı, oturma salonu alanı ve hanede sigara içilme durumuna göre Radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.	101
Tablo 4-7: İzmir ili içme sularının toplam Alfa aktivitelerinin ilçelere göre düzeyleri.....	106
Tablo 4-8: İzmir ili içme sularının toplam Beta aktivitelerinin ilçelere göre düzeyleri.....	110
Tablo 4-9: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının ilçelere göre düzeyleri.....	115
Tablo 4-10: İzmir ili dış ortam yıllık ortalama gama maruziyet dozları ve kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.	116
Tablo 4-11: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının ilçelere göre düzeyleri.	120
Tablo 4-12: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarından alınan ortalama yıllık dozlar ve kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.	121
Tablo 4-13: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum-40 düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	125
Tablo 4-14: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum-40 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.	126

Tablo 4-15: İzmir ili toprak örneklerindeki Radyum (^{226}Ra) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	130
Tablo 4-16: İzmir ili toprak örneklerindeki Radyum-226 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.	131
Tablo 4-17: İzmir ili toprak örneklerindeki Toryum (^{232}Th) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	135
Tablo 4-18: İzmir ili toprak örneklerindeki Toryum-232 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.	136
Tablo 4-19: İzmir ili toprak örneklerindeki Sezyum (^{137}Cs) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	140
Tablo 4-20: İzmir ili doğal radyasyon doz düzeylerinin kaynaklara ve ilçelere göre dağılımı.	144
Tablo 5-1: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş bina içi $^{222}\text{Radon}$ çalışmaları.....	148
Tablo 5-2: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş İçme sularında Toplam Alfa ve Beta çalışmaları.	159
Tablo 5-3: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş dış ortam havada gama doz hızı çalışmaları.	162
Tablo 5-4: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş toprakta radyonüklid çalışmaları	166

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1 Elektromanyetik dalga spektrumu.	3
Şekil 2-2: Dünya genelinde doğal radyasyon kaynaklarından alınan ortalama yıllık dozlar ve oransal değerleri (UNSCEAR 2008).	11
Şekil 2-3: Yapay kaynaklardan alınan dozların oransal değerleri.	13
Şekil 2-4: 1945 ile 1950 Yılları Arası Gerçekleştirilen Nükleer Silah Denemelerinden Kaynaklanan Maruziyet Dozlarının Yıllara göre Düzeyleri (UNSCEAR 2008).	16
Şekil 2-5: Çernobil kazasında çocuk yaşta olanların 1986-2005 yılları arası tiroid kanser insidansları.	18
Şekil 2-6: Kozmik Radyasyon Maruziyetinden Alınan Dozların Yüksekliğe Göre Değişimi (mikrosivert/saat).	22
Şekil 2-7: Kozmik radyasyon komponentlerinin deniz seviyesinden yükseltiye bağlı olarak toplam doza katkısı görülmektedir (UNSCEAR 2008).	24
Şekil 2-8: Dünyada dış gama radyasyonuna maruz kalan nüfus ile doz şiddeti arasındaki ilişki.	26
Şekil 2-9: U-238 Radyoaktif Bozunum Zinciri.	27
Şekil 2-10: Toryum-232'nin radyoaktif bozunum zinciri.	31
Şekil 2-11: İçme sularının radyolojik değerlendirilmesinde izlenen akış diyagramı.	42
Şekil 2-12: Bazı Ülkelerde İçme Sularında Uranyum konsantrasyon dağılımı (mBq/L).	44
Şekil 2-13: Radon gazı ve bozunum ürünleri.	56
Şekil 2-14: Radon gazının binalara giriş yolları.	57
Şekil 3-1: Alüminyum ambalaj içerisinde Radon dedektörleri.	71
Şekil 3-2: Radobath Kimyasal iz kazıma banyosu.	72
Şekil 3-3: a. Sodyum hidroksit kristallerinin Radobath cihazına konulması, b. Dedektör çiplerinin takılı olduğu kimyasal kazıma diskinin Radobath cihazına yerleştirilmesi.	73
Şekil 3-4: Radon dozimetresi, b. CR-39 çipi, c. Radoslayt.	74
Şekil 3-5: Radometer 2000 Radon iz okuma sistemi.	74
Resim 3.6: Toplanan Su Örnekleri.	79
Şekil 3-7: Hazırlanan Su Örnekleri.	80

Şekil 3-8: Berthol LB-770 Model gaz akışlı düşük fon sayımlı 10 kanallı orantılı sayıcı.	84
Resim 3-9: Thermo Scientific NBR Sintilasyon dedektörü.	86
Resim 3-10: Gama Spektrometre Sistemi.	90
Şekil 4-1: İzmir evlerindeki Radon düzeylerinin sınır değerlere göre oransal değerleri.	95
Şekil 4-2: İzmir İl genelinde 2004 konutta ölçülen Radon konsantrasyon düzeylerine ait histogram grafiği.	102
Şekil 4-3: İzmir ili Radon düzeylerinin ilçelere göre değişiminin grafik sel gösterilmesi.	103
Şekil 4-4: İçme sularındaki Alfa aktivite konsantrasyon düzeylerinin dağılımı.	107
Şekil 4-5: İzmir içme sularındaki toplam Alfa aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	108
Şekil 4-6: İzmir ili içme sularındaki Beta aktivite konsantrasyon düzeylerinin dağılımı.	111
Şekil 4-7: İzmir içme sularındaki toplam Beta aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.	112
Şekil 4-8: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının dağılımı.	117
Şekil 4-9: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının İlçelere göre dağılımı.	118
Şekil 4-10: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının dağılımı.	122
Şekil 4-11: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının İlçelere göre dağılımı.	123
Şekil 4-12: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum (^{40}K) konsantrasyonlarının dağılımı.	127
Şekil 4-13: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.	128
Şekil 4-14: İzmir ili toprak örneklerindeki Radyum (^{226}Ra) konsantrasyonlarının dağılımı.	132
Şekil 4-15: İzmir ili toprak örneklerindeki Radyum (^{226}Ra) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.	133
Şekil 4-16: İzmir ili toprak örneklerindeki Toryum (^{232}Th) konsantrasyonlarının dağılımı.	137
Şekil 4-17: İzmir ili toprak örneklerindeki Toryum (^{232}Th) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.	138
Şekil 4-18: İzmir ili toprak örneklerindeki Sezyum (^{137}Cs) konsantrasyonlarının dağılımı.	141
Şekil 4-19: İzmir ili toprak örneklerindeki Sezyum (^{137}Cs) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.	142

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

AD	Absorblanmış Doz
ARS	Akut Radyasyon Sendromu
ATSDR	Agency for Toxic Substances Disease Registry
ÇNAEM	Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi
DF	Doza Çevirme Faktörü
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EC	European Commission
EEC	Equilibrium Equivalent Concentration
ELCR	Excess Lifetime Cancer Risk
EPA	Environmental Protection Agency
GPS	Global Positioning Systems
HGK	Harita Genel Komutanlığı
IAEA	International Atomic Energy Agency
IARC	International Agency for Research Protection Cancer
ICRP	International Commission on Radiological
ICRU	Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi
LET	Linear Energy Transfer
NRC	National Research Council
RERF	Radyasyonun Etkilerini Araştırma Kuruluşu
RF	Risk Faktörü
SI	Uluslararası Birimler Sistemi
SRM	Sertifikalı Referans Maddeler
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TCCŞB	Türkiye Cumhuriyeti Şehircilik Çevre ve Bakanlığı
TGD	Toplam Gösterge Dozu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee Effects of Atomic Radiation
WHO	World Health Organization
YAD	Yıllık Absorblanmış Gama Doz
YED	Yıllık Effektif Doz
Bq	Becquerel
Ci	Curie
Gy	Gray
R	Röntgen
Rad	Roentgen Absorbed Dose
Rem	Roentgen Equivalent Man
Sv	Sievert
WLM	Working Level Month

Cs	Sezyum
Pb	Kurşun
Po	Polonyum
Ra	Radyum
Rn	Radon
Th	Toryum
U	Uranyum

γ	Gama
α	Alfa
β	Beta

c	coulomb
dk	dakika
eV	elektronvolt
g	gram
j	joule
L	litre
m	metre
s	saat
sn	saniye
y	yıl

p	pico
n	nano
μ	mikro
m	mili
k	kilo
M	mega
G	giga
T	tera

ÖZET

Taşkın, H (2018). İzmir İli Fon Radyasyon Düzeylerinin Belirlenmesi, İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığı ile Dağılımın gösterilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu çalışmada İzmir ilinin ev içi radon derişimleri, içme suyu ve yüzey toprağındaki radyoizotopların derişimleri, iç ve dış gama radyasyon düzeylerinin belirlenmesi ve dağılımın coğrafi bilgi sistemleri ile gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kesitsel tiptedir. Ev içi radon gazı ölçümleri ili temsilen TÜİK tarafından belirlenen 2004 konutta gerçekleştirilmiştir. İl genelinde 868 adet içme suyu örneğı, 187 noktadan toprak örneğı alınmış, 287 noktada dış gama ve 248 konutta iç gama ölçümleri yapılmıştır. Ev içi radon derişimlerinin belirlenmesinde, Dünya’da yaygın olarak kullanılan CR-39 pasif nükleer izdetektörleri kullanılmıştır. İçme suyu örneklerinin toplam alfa ve beta aktivitelerinin belirlenmesi, Berthold, LB770, 10 kanallı, orantılı sayıcı kullanılarak, toprak örneklerinin radyonüklit konsantrasyonları, Gama Spektrometri Sistemi kullanılarak ve gama ışınlama doz hızları ise Thermo RadEye NBR, sintilasyon detektörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İl geneli için ev içi ortalama radon konsantrasyonu 89 ± 10 Bq/m³ olarak bulunmuştur. Konut tipi, bina yaşı, kullanım alanı ve duvar yapı malzemesi ile radon derişimi arasında ilişki tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Su örneklerindeki ortalama alfa aktivitesi $0,072 \pm 0,030$ Bq/L, ortalama beta aktivitesi $0,217 \pm 0,028$ olarak tespit edilmiştir. Toprak örneklerindeki ortalama gama aktiviteleri K-40, Ra-226, Th-232 ve Cs-137 izotopları için sırasıyla 463 ± 43 , 43 ± 4 , 41 ± 4 ve $3,1 \pm 1$ Bq/kg olarak belirlenmiştir. Yerden 1 metre yükseklikte ki dış ve iç gama doz hızı ortalamaları sırasıyla 88 ± 41 ve 74 ± 24 nGy/saat olarak ölçülmüştür. Değerlendirilen-detektörlerden 11 (%0,6) tanesi ülkemizde kapalı ortamlar için müsaade edilen 400 Bq/m³’lük sınır değeri, 576 (%28,7) tanesi de DSÖ’nün önerdiği 100 Bq/m³’lük sınır değerin üzerinde çıkmıştır. Ayrıca doğal kaynaklardan alınan ortalama yıllık dozlar ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri hesaplanmış ve ilin fon radyasyon haritası çıkartılmıştır.

Anahtar kelimeler: "Doğal radyoaktivite", "Gama doz hızı", "Toplam Alfa-Beta", "Ev içi radon konsantrasyonu", "Yıllık etkin doz", "Coğrafi bilgi sistemi"

Bu çalışma, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu çalışma programında yer alan A3.H2.F4 kodlu “ Çevresel Radyolojik İzleme ve Dozimetrik Değerlendirme Yapılması” ve A3.H2.F5 kodlu “ Kapalı Ortamlardaki Radon Gazı Aktivite Derişiminin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi” Faaliyetleri kapsamında desteklenmiştir. Radon çalışması “Ulusal Radon Kontrol Programı”na ilişkin TAEK ve THSK arasında yapılan protokol kapsamında gerçekleştirilmiştir.

ABSTRACT

Taşkın, H (2018). The Determination of Background Radiation Level for İzmir, The Evaluation of Impact on Human Health and Demonstrating of Distribution By Using Geographical Information Systems. İstanbul University, Institute of Health Science, Public Health. Doctoral Thesis. İstanbul.

The aim of this study is to determine the indoor radon concentration, gross alpha beta activity concentration in drinking water, radionuclide concentration of surface soil, indoor and outdoor gamma dose rate for the İzmir province and to obtain the spatial distribution of these radiologic parameters for around the province. Indoor radon concentrations were detected in 2004 dwelling by using the passive CR-39 nuclear track detector. Total of 868 drinking and tap water samples and 187 soil samples were collected. Gross alpha and beta radioactivity measurements in water samples were determined by using low level proportional counter system of LB770-PC model Berthold with 10 channel. Radionuclide concentration in soil samples were analyzed by using HP Germanium detector of Canberra. 287 outdoor and 248 indoor gamma dose rate measurements were carried out with NBR model of Thermo portable plastic scintillation detector. The average indoor Radon concentration was determined as 89 ± 10 Bq/m³, the average Gross Alpha and Beta activity in water was measured as $0,072 \pm 0,030$ and $0,221 \pm 0,029$ Bq/L respectively. The average radionuclide concentration of ⁴⁰K ²²⁶Ra ²³²Th and ¹³⁷Cs in soil samples were found to be 463 ± 43 , 43 ± 4 , 41 ± 4 , and $3,1 \pm 1,0$ Bq/kg respectively. The average indoor and outdoor gamma dose rate were measured as 88 ± 41 nGy/hour and 74 ± 24 respectively. 11 (%0,06) of the detectors exceeded the acceptable indoor Radon limit for Turkey, which is 400 Bq/m³. Also, the Radon concentration level in 576 dwelling (%28,7) was higher than the limit value determined by WHO as 100 Bq/m³. In addition, annual average radiation exposure doses and lifetime cancer risks were calculated for inhabitants of İzmir province and radiation distribution maps were drawn.

Key Words: Natural Radioactivity, Gamma Dose Rate, Gross Alpha And Beta, Indoor Radon Concentration, Annual Effective Dose

The present work was supported by the Turkish Atomic Energy Authority, Project code: A3.H2.F4 and A3.H2.F5

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya'nın varoluşu ile birlikte yer kabuğunun yapısında yerini alan elementlerin bir kısmı demir (Fe-56), bakır (Cu-63) altın (Au-97) vb. gibi kararlı (stabil) iken diğer bir kısmı da (Uranyum, Radyum, Radon ve Toryum vb. gibi) kararsız elementlerden (radyoizotop) oluşmuştur. Kararsız elementler çekirdeklerindeki fazla enerjiyi değişik türde ışımlar yaparak etraflarına salarlar. Yer kabuğundaki bu uranyum, radyum, toryum, potasyum vb. kararsız elementler ile birlikte güneş ve dış uzaydan gelen kozmik ışınlar çevrede belirli bir radyasyon düzeyi oluşturmaktadır (UNSCEAR 1977). Teknolojik gelişmelerle birlikte hayatımıza giren bazı ürünler, gerçekleştirilen nükleer silah denemeleri, nükleer güç santralleri veya nükleer kazalar sonucu açığa çıkan radyasyonlar bu radyasyon düzeyini önemli oranda artırmaktadır (ICRP 1993). İnsanlar ve bütün canlılar hayatlarının her anında çevrelerinde bulunan doğal radyasyon kaynakları ve hatta kendi vücutlarında bulunan bazı kararsız elementler tarafından sürekli olarak radyasyona maruz kalmaktadırlar (UNSCEAR 2000). Günlük hayatımızı geçirdiğimiz tüm iç ve dış mekânlar, yediğimiz gıdalar, içtiğimiz su ve soluduğumuz hava değişik düzeylerde radyoaktif atomları içermektedir ve böylece, iç ve dış ışınlanmamıza neden olmaktadır. Dünya genelinde bireylerin aldıkları toplam radyasyon dozunun % 90 'ını doğal kaynaklar oluşturur (UNSCEAR 2008). Toplumun doğal radyasyonlara maruziyet düzeyleri bulundukları yerin veya bölgenin fon radyasyon düzeyine bağlı olarak önemli oranda farklılıklar gösterir (UNSCEAR 1982). Fon radyasyon düzeyini etkileyen en önemli etkenler; bölgenin enlemi, coğrafi ve jeolojik yapısı, deniz seviyesinden yüksekliği, toprak ve kayaçların minerolojik yapısı olarak bilinmektedir (UNSCEAR 2000). Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) yapılan epidemiyolojik ve deneysel çalışma sonuçlarına dayanarak iyonizan radyasyonun her türünü kanserojen kategorisine dâhil etmiştir (IARC 2012). Düşük düzeyli dahi olsa, doğal radyasyonlara uzun süre maruz kalınmasının, insanlarda bazı kanser türlerinin gelişmesinde etkili olabileceği, birçok çalışmada tartışılmıştır (NRC 1980; 1988; 1990; UNSCEAR 1982; 1993; 2000). Radyasyon kaynaklı kanser risklerini azaltmanın tek yolu alınan radyasyon dozunu mümkün olan en az düzeye indirmek veya sınırlandırmaktır. İnsanların maruz kaldığı tüm radyasyon kaynaklarının ve maruziyet düzeylerinin belirlenmesi durumunda, alınan dozlar ve kanser risklerinin hesaplanması mümkün olmaktadır. Bunun için ise doğru ve güvenilir yöntemlerle halkın aldığı doz

düzeylelerinin tespit edilmesi ve elde edilen sonuçlara göre eylem planlarının oluşturulması gerekmektedir.

İzmir ili gerek coğrafi konumu ve gerekse nüfus yoğunluğu yüksek olan illerimizden birisi olması sebebiyle incelemeye alınmıştır. Ülkemiz, özellikle yakınımızda bulunan Ermenistan'daki Metsamor Nükleer Santrali, Bulgaristan'daki Kozludoy ve Romanya'daki Cernavoda Nükleer Santralleri gibi oldukça eski teknolojiye sahip nükleer santrallerden dolayı büyük risk altındadır. Bu sebeple fon radyasyon seviyelerinin belirlenmesi ve mevcut durumun kayıt altına alınması halkımız ve diğer bütün canlılar açısından büyük önem taşımaktadır.

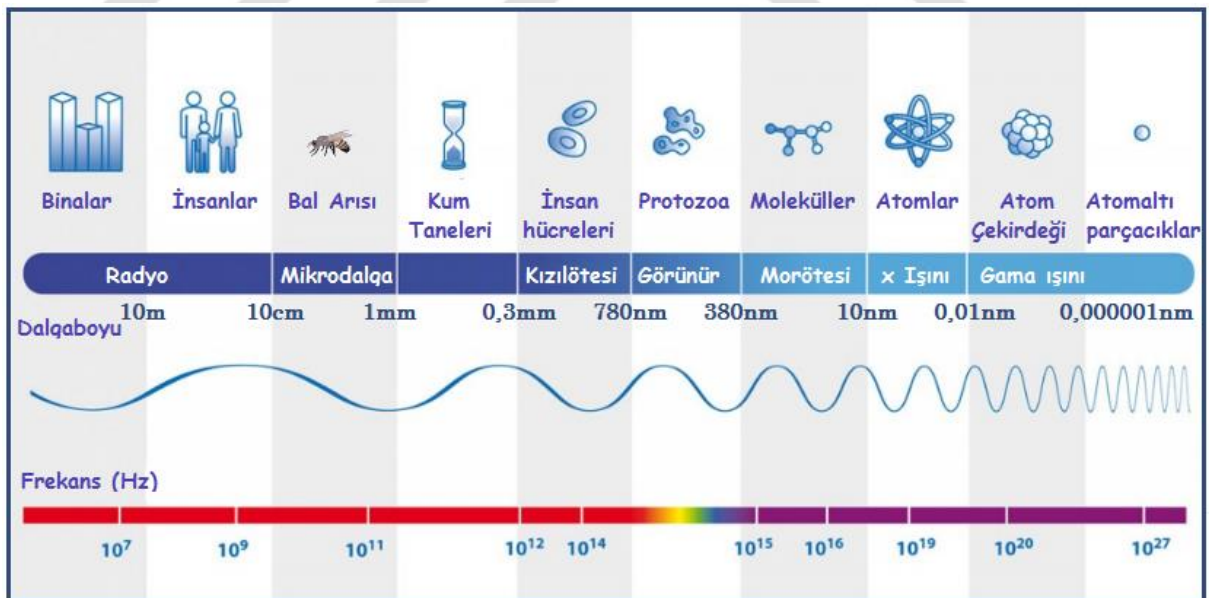
Bu çalışmada, İzmir ilinde yaşayanların doğal radyasyon kaynaklarından aldıkları yıllık ve ömür boyu radyasyon doz düzeylerinin belirlenmesi, buna bağlı sağlık risklerinin hesaplanması ve dağılımın harita bilgi sistemleri ile gösterilmesi amaçlanmıştır. Bunun için il genelini kapsayacak şekilde ev içi radon konsantrasyonları, sularda toplam alfa/beta radyoaktivitesi, toprak örneklerinin içerdiği doğal radyoaktif izotoplar ile fisyon ürünü olan ^{137}Cs radyoizotopunun konsantrasyonları, yerden 1 metre yükseklikteki iç ve dış gama ışınlama doz hızları belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen verilerden yararlanarak İzmir ilinde yaşayanların fon radyasyonuna bağlı kanser riskleri hesaplanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Radyasyon

Radyasyon; enerjinin elektromanyetik dalgalar veya elektrik yüklü parçacıklar halinde bir ortama, boşluğa veya uzaya yayılması olarak tanımlanır. Tabiatlarına göre elektromanyetik veya parçacık tipi, orijinlerine göre kara veya uzay kökenli, madde ile etkileşmelerine göre ise iyonize veya iyonize olmayan radyasyonlar olarak gruplandırılır (Taşkın 2006).

Her gün maruz kaldığımız uzay ve yer kökenli elektromanyetik dalgalar çok geniş bir spektrum oluşturmaktadır. Radyo ve televizyon dalgaları, mikrodalga, kızılötesi, görünür ışık, ultraviyole, x ışınları ve gama ışınları bu grup içinde yer almaktadır. Bunlardan x ışınları, gama ışınları ve yüksek enerjili kozmik ışınlar madde ile etkileşmelerinde iyonizasyon yapabilecek kadar yüksek enerjiye sahiptirler ve maruziyette önemli sağlık sorunları oluşturabilirler. Şekil 3.1’de elektromanyetik dalga spektrumu görülmektedir.



Şekil 2-1 Elektromanyetik dalga spektrumu.

Elektromanyetik radyasyonların kütlesi yoktur, ışık hızıyla (3×10^8 m/saniye) hareket ederler. Enerjileri dalga boyu ve frekansla ilişkilidir. Dalga boyu küçüldükçe frekansları artar ve böylece enerjileri ile giricilikleri de artar. Dalga tipi radyasyonun en

çok bilineni görünür ışık olup kırmızıdan başlayarak mor renge kadar gözle görülebilir, ancak mor ötesindekiler dalga boylarının küçülüp frekans ve enerjilerinin yükselmesi sebebiyle görülemezler. Ultraviyole ışınlarını göremeyiz ama ciltte meydana getirdikleri yanıklarla varlıklarını hissettirirler.

Parçacık radyasyonu; belli bir enerjiye sahip çok hızlı hareket eden minik parçacıkları ifade eder. Dalga ve parçacık tipi radyasyonları "iyonlaştırıcı" ve "iyonlaştırıcı olmayan" radyasyonlar olarak iki gruba ayırmamız mümkündür.

2.1.1 İyonlaştırıcı Radyasyonlar

İyonlaştırıcı radyasyon, etkileşime girdiği maddede iyon çiftleri oluşturabilecek düzeyde yüksek enerjiye sahip elektromanyetik veya parçacık tipi radyasyonlardır. Bunlar yüksek enerjili kozmik ışınlar, alfa parçacıkları, beta parçacıkları, x- ışınları, gama ışınları ve nötronlardır.

2.1.2 İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonlar

Bu tür radyasyonlar madde ile etkileşimlerinde iyonizasyon yapabilecek düzeyde enerjiye sahip olmayan ancak atomun yörünge elektronlarında değişim yapabilen radyasyonlardır. Bunlara örnek olarak elektromanyetik spektrumda yer alan radyo ve televizyon dalgaları, cep telefonları, mikrodalga, kızılötesi, görünür ışık ve ultraviyole ışınları verilebilir.

2.2 Radyoaktivite

Doğadaki elementler kararlı ve kararsız olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir. En basit çekirdeğe sahip olan "Hidrojen" atomu dışındaki bütün elementlerin çekirdeği pozitif yüklü proton (Z) ve yüksüz olan nötronlardan (N) oluşur. N/Z oranı izotopların kararlı olup olmadıkları hakkında önemli bilgiler verir. Eğer bir elementte N/Z oranı 1 ise izotop kararlıdır çünkü çekirdek yükleri dengededir. Bu oran arttıkça çekirdek enerjisi de artar ve oran 1,5'i geçerse çekirdek kararsız hale geçer. Elementler içerisinde bizmut (Bi-207) en ağır kararlı izotoptur ve ondan daha ağır çekirdeğe sahip izotoplar fazla enerjileri sebebiyle kararsızdırlar. Bunlar değişik ışınlar yayarak kendiliklerinden bozunup değişime uğrarlar. İşte bu duruma radyoaktivite ya da radyoaktif bozunma denir. Radyoaktivite kendiliğinden oluşan bir olaydır, dışardan müdahale ile yavaşlatılamaz, engellenemez, kontrol edilemez ve durdurulamaz.

Radyoaktif elementler tüm fazla enerjilerini bir üstel fonksiyon şeklinde tüketerek stabil hale geçerler. Bu radyoizotoplar sürekli olarak kütlelerinin ve aktivitelerinin bir kısmını yitirirler, aktivitelerinin ve kütlelerinin yarısını kaybetmeleri için geçen süreye yarılanma süresi veya yarı ömür denir. Bu süre tüm izotoplar için farklı olup salise mertebesinde milyarlarca yıla kadar çıkabilir.

Radyoaktivite doğal veya yapay olmak üzere iki farklı şekilde oluşabilir. Uranyum, radyum, radon ve toryum gibi doğada kararsız olarak bulunan elementlere doğal radyoizotoplar denir, bunlar hiçbir dış etki olmaksızın fazla enerjilerini alfa, beta ve gama ışıması şeklinde çevreye salarlar, bu olaya da doğal radyoaktivite denir. Stabil veya kararlı bazı elementler nükleer reaktörlerde veya hızlandırıcılarda radyoaktif izotoplara dönüştürülebilir, böyle izotoplara yapay radyoizotop, bunların bozunmasına da yapay radyoaktivite denir.

Radyoaktif element veya diğer bir deyişle radyonüklit sayısı 1500'den fazladır ve 3 temel grupta sınıflandırılabilirler. 1- Dünya'nın varoluşundan beri var olan (Primordial), 2-Kozmik ışınların atmosferdeki diğer atomlarla etkileşimleri neticesinde oluşan (kozmojenik), 3- Yapay olarak üretilen radyoizotoplar.

2.2.1 Alfa Parçacıkları

Pozitif yüklü olup 2 proton ve 2 nötrondan oluşan helyum çekirdeğine eşdeğer parçacıklardır. Enerjileri yayınladıkları atoma göre değişmekle birlikte çoğunluğu 3 ile 7 milyon elektron volt (MeV) mertebesinde. Salındıkları ortamda çok hızlı iyonizasyon yaptıklarından fazla yol alamadan iki elektron yakalayarak helyuma dönüşürler. Havada erişim menzilleri birkaç santimetriyi geçemez, bir kağıt sayfayla durdurulabilirler, cildin kuru derisini geçmeden absorblanırlar. Alfa ışıması yapan bir elementin atom numarası 2, kütle numarası da 4 birim azalır ve başka bir elemente (izotopa) dönüşür. Örneğin alfa ışıması yapan radyum (Ra-226) radona (Rn-222) dönüşür. Alfa parçacıkları veya diğer bir ifadeyle alfa radyasyonu insanlarda dış ışınlama yapamaz ancak iç ışınlamalar yaparak zarar verebilir.

2.2.2 Beta Parçacıkları

Atom çekirdeğinden salınan elektrona eşdeğer negatif veya pozitif yüklü parçacıklardır. Eğer atom çekirdeğindeki enerji fazlalığı proton fazlalığından kaynaklanıyorsa pozitif yüklü, nötron fazlalığından kaynaklanıyorsa negatif yüklü

parçacıklar oluşur. Havada erişim menzilleri metreler mertebesinde olup yolları boyunca iyonizasyon yaparak soğurulurlar. Beta parçacıklarının kütlesi alfalardan yüz kat daha hafif olduklarından giricilikleri daha yüksek fakat iyonizan özellikleri daha düşüktür. İnce bir alüminyum levha ile tutulabilirler. Beta ışıması yapan bir elementin atom numarası bir birim artarken kütlesinde bir değişiklik olmaz. Beta ışınları ciltde kuru deriyi aşacak enerjiye sahip olsada daha çok iç ışınlamalar yoluyla insanlara zarar verebilirler.

2.2.3 Gama Işınları

Elektromanyetik dalgalardır, ışık hızıyla hareket ederler, kütleleri ve elektrik yükleri yoktur. Bu yüzden gama ışınlarının giricilikleri çok yüksektir kalın beton duvarlarla veya birkaç cm kalınlığında kurşun tuğlalarla ancak durdurulabilirler. Elektriksel yükleri olmadığından madde ile etkileşimlerinde alfa ve betalar kadar yüksek iyonizasyon yapamazlar ve manyetik alanda sapma göstermezler. Büyük çekirdekli izotoplar alfa veya beta ışıması yaptıklarında çekirdek genellikle kararlı duruma geçemez ve kararlı duruma geçmek için fazla enerji gama ışıması şeklinde salınır. Gama ışıması geçiren bir elementin atom numarasında ve kütlesinde herhangi bir değişiklik olmaz. Gamalar dış ve iç ışımlar açısından oldukça zararlı ışınlardır.

2.2.4 Nötronlar

Kütlesi $1,67 \times 10^{-27}$ kg olup protonun kütlesine çok yakındır (IAEA 2017). Yüksüz olması sebebiyle maddelerin içine nüfuz edebilmeleri ve atomlarla etkileşmeleri kolaydır. Kendileri doğrudan iyonizasyon yapmazlar ancak atomlarla etkileşmeleri alfa, beta, gama veya x ışınlarının yayınlanmasına neden olabilirler. Nötronları durdurmak için su, kalın beton duvar veya parafin kütleleri kullanılır. Maruziyeti sağlık açısından büyük risk oluşturur.

2.3 Radyasyon Birimleri ve Doz Limitleri

2.3.1 Radyasyon Birimleri

Radyasyonla ilgili büyüklüklerin belirlenmesinde kullanılmak üzere "Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi (ICRU) tarafından özel birimler tanımlanmıştır. Bunlar sırasıyla "Işınlama dozu-Röntgen (R)", "Aktivite-Curie (Ci)", "Soğurulma dozu-rad" ve "Doz eşdeğeri-rem" dir. Bu birimler 1971 yılında

"International System of Unit" (SI) sisteminin kabul edilmesinden sonra MKS sistemi ile birlikte kullanılmış, 1986 yılından sonra yaygın olarak yeni sistem kullanılmaya başlanmıştır. "Uluslararası Birimler Sistemi (SI)" tarafından benimsenen yeni birimler sırasıyla "Işınlama dozu-Coulomb/kg", "Aktivite-Becquerel (Bq)", "Soğurulma dozu-Gray (Gy), ve "Doz eşdeğeri- Sievert (Sv) olarak kullanılmaktadır. Eski ve yeni radyasyon birimleri ve çevirim faktörleri Tablo 2.1'de listelenmiştir.

Tablo 2-1: Radyasyon birimleri ve çevirim faktörleri.

TERİM	BİRİMLER		ÇEVİRİM
	ESKİ	YENİ	
Işınlama Dozu	Roentgen (R)	Coulomb/kilogram (C/kg)	1 C/kg = 3876 R 1 R = 2,58 x10 ⁻⁴ C/kg
Aktivite	Cuire (Ci)	Becquerel (Bq)	1 Bq = 2,7x10 ⁻¹¹ Ci 1 Ci = 3,7x10 ¹⁰ Bq
Soğurulmuş Doz	Roentgen absorbed dose (Rad)	Gray (Gy)	1 Gy = 100 rad 1 rad = 0,01 Gy
Eşdeğer Doz	Roentgen equivalent man (Rem)	Sivert (Sv)	1 Sv = 100 rem 1 rem = 0,01 Sv

Işınlama Dozu: Eski sistemde Işınlama doz birimi olarak kabul edilen Röntgen (R) "Sıfır °C ve 760 mmHg basınçta 1kg'lık havada 2,58x10⁻⁴ Coulomb'luk elektrik yüküne eşit miktarda (+) ve (-) iyonları oluşturacak x ve gama radyasyonuna eşittir." "SI" sisteminde ise bu birim biraz daha sadeleştirilerek daha kolay anlaşılır ve kullanılabilir duruma getirilmiştir. Coulomb/kilogram (C/kg) "Sıfır °C ve 760 mmHg basınçta 1kg'lık havada 1 Coulomb'luk elektrik yüküne eşit miktarda (+) ve (-) iyonları oluşturacak x ve gama radyasyonuna eşittir." Görüldüğü gibi bu birim dalga tipi radyasyonun niteliği ile ilgilidir.

Aktivite: Atomun birim zamandaki bozunma miktarı aktivite olarak tanımlanır. Aktivite birimi ilk zamanlarda radyum ve bozunma ürünü olan radon atomu baz alınarak açıklanmaya çalışılmış ancak o zamanki bilgi ile radyumun kütlesi ve bozunum sabiti hassas olarak tespit edilemediğinden bu fikirden vazgeçilmiştir. Eski sistemde kullanılan Cuire (Ci) "1 saniyede bir atomun 3,7x10¹⁰ parçalanma veya bozunma

yapmasıdır. Yeni sistemdeki "Bequerel (Bq) ise bir atomun 1 saniyede 1 parçalanma veya bozunma yapması olarak tanımlanır.

Soğurulmuş Doz: Dokular, organlar, maddeler veya malzemelerin birim kütleleri tarafından soğurulan radyasyon enerjisi olarak tanımlanabilir. Işınlama doz birimi olan roentgen sadece x ve gama ışınlarını kapsadığından, tüm radyasyon türlerini, enerji ve soğurucu ortamdan bağımsız olarak tanımlayacak, yeni bir birime gereksinim duyulmuş ve soğurulmuş doz birimi rad kullanılmaya başlanmıştır. Işınlanan bir maddenin veya malzemenin 1 kg'ında 10^{-2} joule'lük enerji soğurması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarı 1 rad olarak tanımlanırken SI sisteminde soğurulan doz birimi olan Gray (Gy) ise ışınlanan 1 kg'lık bir maddeye 1 joule'lük enerji transfer eden radyasyon miktarı olarak tanımlanabilir (ICRP 1991; NRC 2006).

Doz Eşdeğeri: Radyasyonun oluşturduğu biyolojik etkiler ile ilişkilidir. Soğurulan radyasyon dozunun oluşturduğu biyolojik etkiler radyasyon türlerine göre farklılık gösterirler. Yani her bir radyasyon türü geçtiği ortamın birim uzunluğunda çevresine aktardığı enerji miktarı (LET: Linear Energy Transfer) farklıdır. LET değeri ne kadar büyükse biyolojik etki de o kadar büyüktür. Onun için eşdeğer doz birimi, soğurulmuş doz ile kalite faktörünün çarpılmasından türetilir. Kalite faktörü veya ağırlık faktörü alfa parçacıkları için 20, Beta parçacıkları, gama ve x ışınları için ise 1 olarak belirlenmiştir (ICRP 1991; IARC 2000). Doz eşdeğeri "Roentgen Equivalent Man" (rem), 1 Röntgenlik x ve γ ışını ile aynı biyolojik etki oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. Sievert (Sv) ise 1 Gray'lık x ve γ ışını ile aynı biyolojik etki oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır (NRC 2006).

2.3.2 Radyasyon Dozu Limitleri

Radyasyon nihayetinde kararsız bir atomun bozunması sonucu ortama salınan yüklü parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar şeklindeki enerji olarak tanımlanabilir. Bunlar çevrelerindeki tüm maddelere belirli düzeylerde enerji transfer ettikleri için çevreye ve insanlara zarar vermeleri kaçınılmazdır. Bu zararların en aza indirilmesi amacıyla doğal radyasyon kaynakları ile ilgili IAEA, UNSCEAR ve ICRP gibi uluslararası kuruluşlar tarafından birçok rehber, rapor ve teknik döküman yayınlanmıştır (IAEA 2015; ICRP 2007; UNSCEAR 2008).

İşte bu sebeple alınan radyasyon dozlarına bir sınırlama getirilmesi zarureti doğmuştur. Radyasyondan korunmak ve sağlık risklerini en aza indirmek için çalışanların ve toplumun maruz kaldığı dozlara sınırlamalar getirilmiştir. Maruziyet üç farklı şekilde gerçekleşebilir. Birincisi, planlanmış çalışmalardır ki burada planlanmış bir çalışma sırasında maruziyet söz konusudur. Buna en güzel örnek tıbbi uygulamalar sırasında maruz kalınan radyasyonlar gösterilebilir. Bu tür uygulamalarda hem hastalar hemde sağlık profesyonelleri belirli dozlara maruz kalmaktadırlar. Planlanmış uygulamalardan halkın aldığı doz en fazla 1 milisivert ile sınırlandırılmış olup asla bu düzeyin aşılmasına mücadele edilemez. İkincisi, Acil durumlardaki maruziyettir. Planlanmış bir çalışma sırasında oluşan kaza veya başka bir şekilde acil bir maruziyet durumu oluşmasıdır. Bu durumda halkın ve çevrenin korunması amacıyla kontamine olmuş hava, su, yiyecek, içecek ve çevreden alınabilecek dozları azaltmaya yönelik acil önlemler alınarak daha büyük zararların oluşması önlenmelidir. Üçüncüsü ise mevcut durumdan kaynaklanan maruziyettir ki, kontrol gerektirmez "Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi" 60' nolu raporunda doz sınırını, çalışanlar için yıllık 20 mSv, diğer toplum bireyleri için ise 1 mSv olarak belirlemiştir (ICRP-60 1991). Çalışanlar için göz merceği, cilt ve el-ayak dozları sırası ile 150, 500 ve 500 mSv, halk için bu değerlerin 1/10 oranı benimsenmiştir. 24.03.2000 tarih ve 23999 sayılı ve değişik 03.06.2010 tarih ve 27600 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) "Radyasyon Sağlığı Yönetmeliği"nde bu değerler ülkemiz için de aynı şekilde yer almaktadır (ICRP-103 2007). Tablo 2.2'de dozlarla ilgili limit değerler gösterilmiştir.

Tablo 2-2: Radyasyondan Korunma Komitesinin (ICRP) tavsiye ettiği doz sınırları.

Sınır Değer Tipi	Mesleki	Halk
Göz merceği	150 mSv/Yıl	15 mSv/Yıl
Cilt	500 mSv/Yıl	50 mSv/Yıl
El ve ayaklar	500 mSv/Yıl	-
Tüm Vücut	20 mSv/Yıl*	1 mSv/Yıl

*5 yıllık ortama 20 mSv'den yüksek olamaz

Temel amaç çalışanların ve halkın radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasının sağlanmasıdır. ICRP radyasyondan korunma ve maruziyet dozunu azaltmak için 3 temel prensip benimsemiştir. İlk ilke radyasyon uygulamasına gerek olup olmadığının saptanmasıdır (justification). Fayda ve zarar analizi yapılarak buna göre karar verilir. Net fayda sağlaması gerekir, eğer net fayda sağlamıyorsa uygulamaya müsaade edilmez, İkincisi optimizasyon ilkesi, şayet radyasyon uygulaması gerekli ise mümkün olan en az doz uygulanır (ALARA prensibi). Üçüncü prensip ise uygulama dozuna sınırlamayı içerir (limitasyon). Uygulanan doz hiç bir şekilde belirlenen doz limitlerini aşamaz, buna müsaade edilemez. Bu gün birçok meslek grubu radyasyonla ilişkili iş kollarında çalışmaktadır. Bunlardan önemli bir bölümü radyoloji, nükleer tıp ve radyasyon onkolojisi gibi sağlık hizmetleri alanında görev yapmaktadırlar.

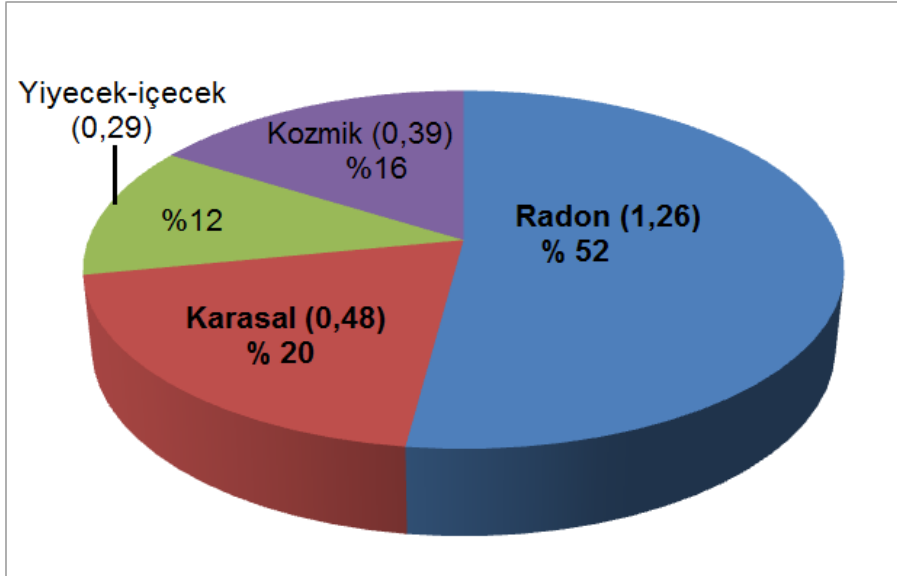
2.4 Radyasyon Kaynakları

Genel olarak Radyasyonlar, orijinlerine göre doğal ve yapay (man-made) radyasyonlar olmak üzere iki temel grupta değerlendirilir. Doğal kaynaklar doğada kendiliğinden varolan ve herhangi bir dış müdahale olmaksızın çevreyi ısınlayan kaynaklardır. Yapay kaynaklar ise normalde doğada var olmayıp ancak insan faaliyetleri ve müdahalesi ile oluşabilen radyasyon kaynaklarıdır. Doğal radyasyon kaynaklarından meydana gelen radyasyonlara toplumun tamamı maruz kalırken, yapay radyasyon kaynakları belirli meslek grupları için daha büyük risk teşkil eder. Tıbbi ve endüstriyel uygulamalar ile askeri nükleer faaliyetler, izotop üretimi, farklı radyofarmasötikler ve radyoaktivite içeren bazı ürünler ise yine maruziyet oluşturan yapay kaynaklardır.

2.4.1 Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyon kaynaklarının birincil kaynağı yer kabuğunun yapısında bulunan uranyum, toryum ve aktinyum serisinden gelen ve doğada tek başına bulunan kararsız elementlerdir. Yeryüzünü kaplayan kaya tabakası milyarlarca yıldır fiziksel ve kimyasal etkiler nedeniyle çözülmekte ve toprak katmanını oluşturmaktadır. Bu çözülmeler sonucunda aynı zamanda kayalarda bulunan diğer elementler gibi uranyum, toryum ve aktinyum serisi izotoplarda çözünürler ve toprağın, suyun ve havanın radyoaktif olmasına neden olurlar. Bu izotoplar topraktan bitkilere, sebze ve meyvelere, deniz göl ve nehirlerde balıklar ve diğer sucul bitki ve hayvanlara geçerler.

Bunlar doğrudan dış ışınlamalar yapabileceği gibi solunum ve sindirim yolu ile vücuda yerleşerek iç ışınlara da sebep olurlar. İkincil kaynak ise kozmik ışınlardır. Atmosferdeki gazlarla etkileşime girerek kozmojenik radyoizotoplar olarak adlandırılan trityum, Karbon-14, Berilyum-7 gibi izotopların oluşmasını sağlarlar. Atmosferin üst tabakalarında doz şiddetleri yüksektir ancak deniz seviyesine kadar çok azı ulaşabilirler. Atmosfer tabakası ve yerin manyetik alanı Dünyamızı kozmik ışınlara karşı korumaktadır. Doğal radyasyon kaynaklı maruziyetler farklı dört grupta değerlendirilir. Radon gazı en büyük doğal radyasyon kaynağıdır. Yıllık alınan ortalama dozun yarısından fazlası radon gazından kaynaklanır. Dünya genelinde yıllık ortalama radon kaynaklı doz yaklaşık 1,26 milisivert olup bu toplam dozun yaklaşık %52'sini oluşturmaktadır. Diğer ikinci, üçüncü ve dördüncü kaynaklar sırasıyla karasal gama radyasyonları, kozmik radyasyonlar ile yiyecek ve içeceklerden kaynaklanan radyasyonlardır. Bunlardan kaynaklanan yıllık ortalama maruziyet dozları sırası ile 0,48 milisivert (%20), 0,39 milisivert (%16) ve 0,29 milisivert (%12) olarak tahmin edilmektedir. Şekil 2.2'de doğal kaynaklardan kaynaklanan ortalama yıllık efektif dozlar ve oransal değerleri görülmektedir.



Şekil 2-2: Dünya genelinde doğal radyasyon kaynaklarından alınan ortalama yıllık dozlar ve oransal değerleri (UNSCEAR 2008).

İnsanların doğal radyasyon kaynaklarından maruz kaldıkları dozlar, yaşadıkları yerin jeolojik yapısı, yükseltisi, kutuplara olan uzaklığı, enlem, atmosferik şartlar ve yaşam şekilleri ile doğrudan ilişkilidir. Dünya genelinde doğal kaynaklardan alınan ortalama yıllık doz yaklaşık 2,42 mSv düzeyindedir. Tablo 2.3'te doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan dozların dağılımı gösterilmiştir. İnsanların doğal radyasyon kaynaklarından aldıkları toplam doza en büyük katkıyı karasal kökenli radyasyonlar sağlar. UNSCEAR 2008 raporuna göre Dünya genelinde karasal kökenli kaynaklardan alınan ortalama yıllık dozlar, radon, dış gama ile yiyecek ve içecekler için sırası ile 1,26, 0,48 ve 0,29 mSv olarak tespit edilmiştir (UNSCEAR 2008).

Tablo 2-3: Dünya genelinde insanların doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından aldıkları ortalama yıllık efektif dozların dağılımı.

RADYASYON KAYNAĞI		Yıllık Effektif Doz (mSv)	
		Ortalama	Min-Mak
DOĞAL RADYASYON KAYNAKLARI			
Kozmik Radyasyon	Protonlar ve Direkt İyonizanlar	0,28	
	Nötronlar ve Bileşenleri	0,10	
	Kozmojenik Nüklitler	0,01	
	Toplam kozmik ve kozmojenik	0,39	0,3-1,0 ^a
Dış Karasal Radyasyon	Dış Ortam	0,07	
	İç Ortam	0,41	
	Toplam Karasal Radyasyon	0,48	0,3-1,0 ^b
Solunum ile Maruziyet	Uranyum ve Toryum Serisi	0,01	
	Radon (Rn-222)	1,15	
	Toron (Rn-220)	0,10	
	Toplam Solunum ile Maruziyet	1,26	0,2-10 ^c
Sindirim ile Maruziyet	Potasyum-40	0,17	
	Uranyum ve Toryum Serisi	0,12	
	Toplam Sindirim ile Maruziyet	0,29	0,2-1,0 ^d
Doğal Kaynaklardan Alınan Toplam Doz		2,42	0,2-13
YAPAY RADYASYON KAYNAKLARI			
Tıbbi teşhis amaçlı yapılan uygulamaları		0,6	0 ile 10s
Atmosferik Nükleer Denemeler		0,005	
Mesleki Maruziyetler		0,005	0-20
Çernobil		0,002	
Nükleer yakıt çevrimi (halk dozu)		0,0002	
Yapay Kaynaklardan Alınan Toplam Doz		0,61	
Doğal ve Yapay Kaynaklardan Alınan Toplam Doz		3,01 mSv/yıl	

a. Deniz seviyesinden yüksekliğe çıktıkça artış gösterir.

b Toprak ve yapı malzemelerinin radyoizotop içeriğine bağlıdır.

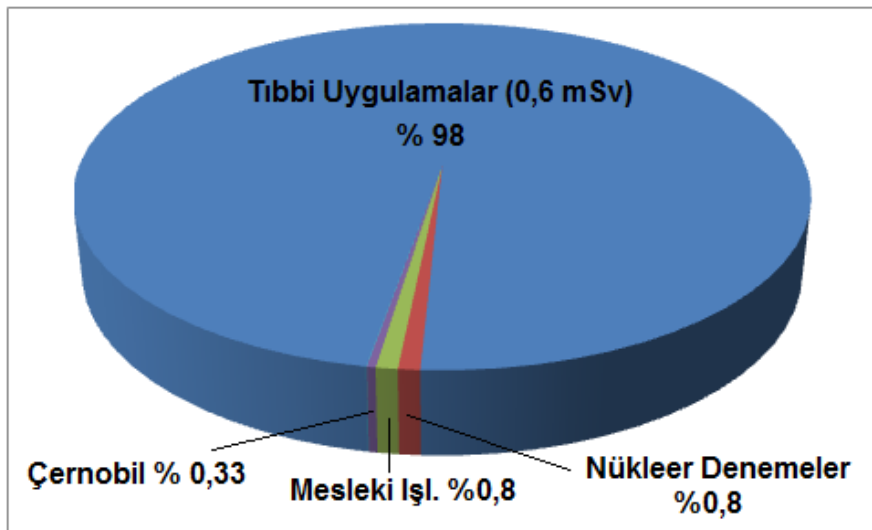
c Radon gazının iç ortamda birikmesine bağlıdır.

d Yiyecek ve içme sularındaki radyoizotop içeriğine bağlıdır.

2.4.2 İnsan Müdahalesi ile Oluşan Radyasyon Kaynakları

Bu tür radyasyon kaynakları planlanmış uygulamalar sırasında veya kaza vb. sonucu oluşan acil durumlar neticesinde maruziyet oluşturan kaynaklardır. Bunlar çeşitli alt gruplar altında değerlendirilirler. Ancak genel olarak, teşhis ve tedavi amaçlı (nükleer tıp, radyoloji ve radyasyon onkolojisi vb.) uygulamalar, radyoizotop üretimi, endüstriyel kullanım ve uygulamalar, tüketici ürünleri, uranyum madenciliği, fosfat endüstrisi, nükleer yakıt üretimi, nükleer santral kazaları ve nükleer silah denemeleri sonucu maruziyet oluşturan kaynaklardır. Yapay kaynaklar içerisinde yıllık alınan ortalama doza en büyük katkı tıbbi uygulamalardan kaynaklanmaktadır. Yapay kaynaklardan alınan toplam dozun yaklaşık %98'i tıbbi uygulamalardan oluşur. Bunun % 73'ü X ışınlarından, % 27'i de nükleer tıp uygulamalarından alınan dozlardır.

Diğer maruziyet kaynakları ise, nükleer yakıt çevrimi, nükleer reaktör kazaları, nükleer silah denemeleri, sigara, duman dedektörleri, toryumlu mercekler, televizyon, bilgisayar, floresan lamba vb. tüketici ürünleri olup yaklaşık toplam yapay radyasyon dozunun % 2'si olarak hesaplanmaktadır. Şekil 2.3'de yapay kaynaklardan alınan dozların kaynaklarına göre oransal değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2-3: Yapay kaynaklardan alınan dozların oransal değerleri.

2.4.2.1 Teşhis ve Tedavi Amaçlı Uygulamalar

Günlük hayatımıza giren teşhis ve tedavi araçlarının önemli bir kısmı bir taraftan tanı ve tedavi kolaylığı sağlarken diğer taraftan da doz almamıza sebep olurlar. Aşırı veya keyfi uygulamalar yüksek doz alınmasına ve buna bağlı sağlık sorunları oluşmasına neden olabilir. Tablo 2.4'te bazı tıbbi uygulamalardan alınan etkin dozlar gösterilmiştir.

Tablo 2-4: Bazı tıbbi uygulamalar nedeniyle maruz kalınan doz düzeyleri.

Uygulama Alanı	Uygulama Tipi	Doz Eşdeğeri (mSv)
Radyoloji	Akciğer Grafisi	0,04-0,14
	Akciğer Skopisi	0,29-0,98
	Mamografi	1
	Karın	0,22-1,1
	Barsaklar	4,1-5
	Tomografi	4,3
	Anjiyografi	6,8
Nükleer Tıp	Akciğer	1,1-1,4
	Böbrek	0,01-2,1
	Karaciğer/Dalak	0,9-2,2
	Troid	1,5-3,1
	Kemik	1,1-6,8
	Beyin	0,6-11,3
	Kalp	3,0-11,7

İlk değerlendirme yapılan 1991-1996 yılları arasındaki toplam tanısal radyografik muayene sayısı 2,4 milyar'dan 1997-2007'deki ikinci araştırma döneminde 3,6 milyara yükseldiği tahmin edilmektedir. Son yıllarda nükleer teknolojiye dayalı teşhis ve tedavi araçlarının kullanımının yaygınlaşması ile birlikte tıbbi uygulamalardan alınan ortalama yıllık kişisel dozlarda da artış gözlenmiştir. Tablo 2.5'te 1988 ile 2008 yılları arasında teşhis amaçlı uygulamalardan alınan yıllık dozların yıllara göre değişimi görülmektedir.

Tablo 2-5: Dünyada teşhis amaçlı kullanılan radyolojik testlerden kaynaklanan radyasyon dozlarının 1988-2008 arası artışı (UNSCEAR 2008).

YILLAR	Hasta Sayısı (Milyon)	Toplam Effektif Doz (mSv)	Kişi Başına Alınan Yıllık Doz (mSv)
1988	1.380	1.800.000	0,35
1993	1.600	1.600.000	0,30
2000	1.910	2.300.000	0,40
2008	3.100	4.000.000	0,60

UNSCEAR tarafından ülkeler, sağlık profesyonelleri ve sağlık sistemi alt yapısının durumuna göre 4 kategoride değerlendirilmiştir. I. kategori 1.000 kişiye en az bir doktor, II. kategori 1.000 ile 2.999 kişiye bir doktor, III. kategoride 3.000 ile 10.000 kişiye bir doktor ve IV. kategoride ise doktor başına düşen nüfus 10.000'den fazla olan ülkeler yer almıştır. Buna göre özellikle I. ve II. kategoride yer alan gelişmiş ülkelere tıbbi uygulamalardan kaynaklanan kişi başına dozların diğer kategorideki ülkelere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (UNSCEAR 2008). Tablo 2.6'da teşhis amaçlı uygulamalardan alınan yıllık dozların farklı kategorideki ülkeler arasındaki düzeyleri görülmektedir (1997-2007) (UNSCEAR 2008).

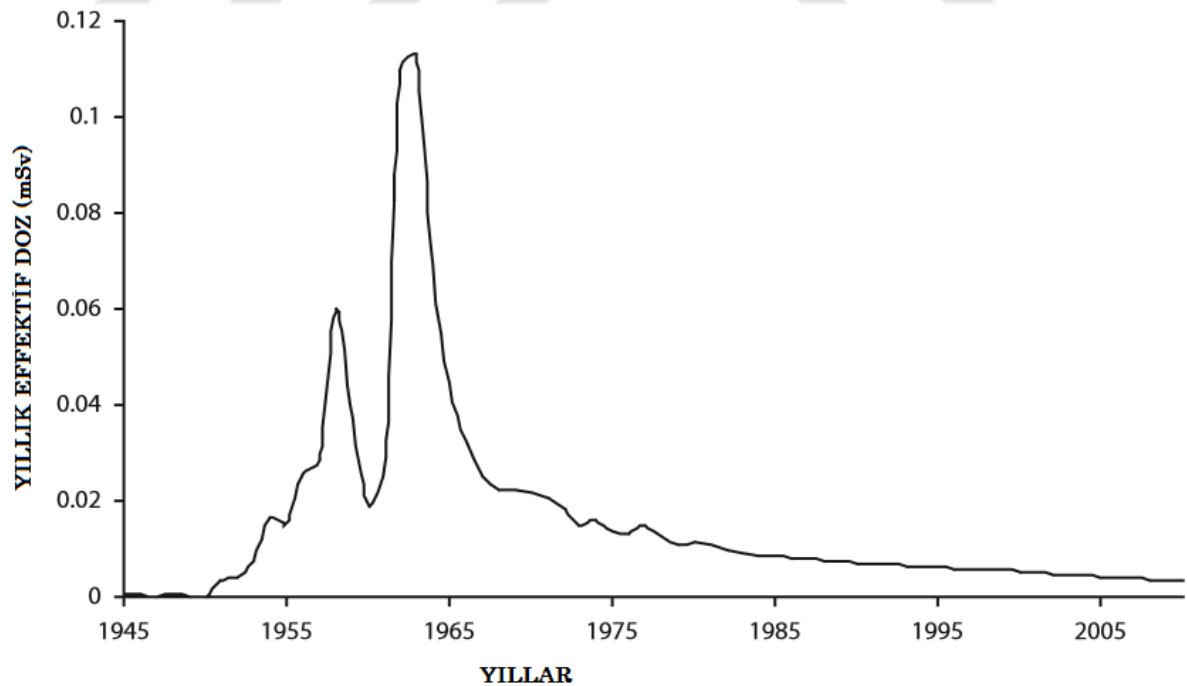
Tablo 2-6: Teşhis amaçlı tıbbi uygulamalardan maruz kalınan yıllık doz düzeylerinin ülke kategorilerine göre dağılımı (1997-2007) (UNSCEAR 2008).

Ülke Kategorisi	Nüfus (Milyon)	Kişi başına maruz kalınan yıllık doz (mSv)	
		Medikal uygulamalar	Dental uygulamalar
I	1.540	1,91	0,00640
II	3.153	0,32	0,00040
III	1.009	0,03	0,00005
IV	744	0,03	0,00005
Dünya Geneli	6.446	0,62	0,00200

Dünya genelinde tüm tıbbi uygulamalardan maruz kalınan kişi başı ortama yıllık efektif doz 0,6 mSv'tir.

2.4.2.2 Nükleer Silah Denemeleri

Nükleer silah denemeleri önemli yapay radyasyon kaynaklarından biridir. Özellikle 1950'li ve 1960'lı yıllarda önemli dercede çevreyi kirletmişlerdir. 1945 ile 1980 yılları arasında 500'den fazla atmosferik nükleer deneme gerçekleştirilmiş ve bunlarla atmosfere karışan polutonyum, trityum, sezyum, stronsiyum ve radyoaktif karbon gibi fisyon ürünü izotoplar çevrenin kirlenmesine sebep olmuştur (UNSCEAR 1993; 2008). Sezyum, stronsiyum ve radyoaktif karbon birlikte sindirim yoluyla vücuda alınırlar ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan doza en büyük katkırı sağlayan radyonüklitlerdir. Nükleer silah denemelerinden Dünya genelinde insanların maruz kaldıkları ortalama yıllık doz 1963 yılında en yüksek düzeyine (150 μ Sv) ulaşmış ondan sonraki yıllarda düşme eğilimine girerek 2000 yılında yaklaşık 5 μ Sv seviyesine inmiştir (UNSCEAR 2000). Şekil 2.4'te 1945 ile 2005 yılları arasında yapılan nükleer denemelerden salınan radyasyona bağlı yıllık efektif dozların yıllara göre değişimi görülmektedir. Kuzey yarımkürede daha fazla nükleer deneme yapıldığından güney yarımküreye göre yıllık ortalama doz % 10 daha yüksektir.



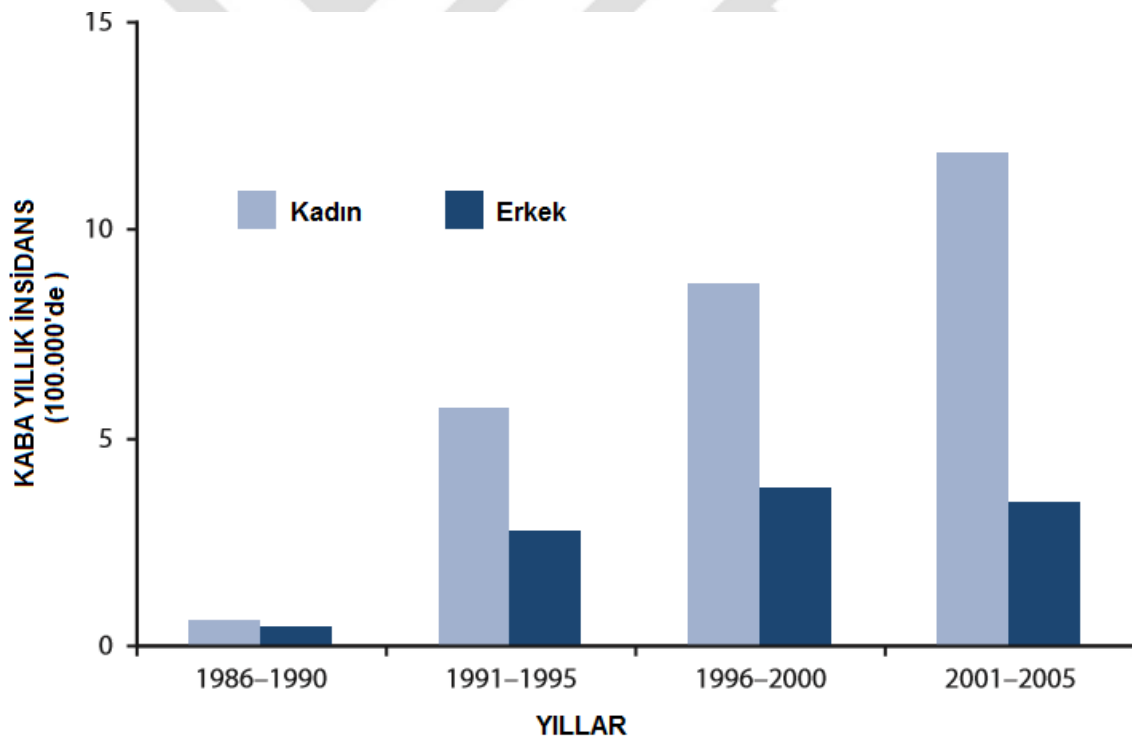
Şekil 2-4: 1945 ile 2005 Yılları arası gerçekleştirilen nükleer silah denemelerinden kaynaklanan maruziyet dozlarının yıllara göre düzeyleri (UNSCEAR 2008).

1960'lı yıllarda 0,1 mSv'ti geçen yıllık maruziyet dozu 1963 yılında yürürlüğe giren "Atmosferde Nükleer Silah Testlerinin Yasaklanması" anlaşmasından sonra iyice azalarak son yıllarda 0,002 mSv seviyelerine kadar inmiştir. Ancak eskiden kullanılan pek çok nükleer test sahası aşırı kontaminasyon sebebiyle hala önemli çevresel risk oluşturmaktadırlar. Bu sahalardan bazıları insansızlaştırılmıştır (UNSCEAR 2008).

2.4.2.3 Nükleer Santral Kazaları

1950'li yılların ortalarında ilk nükleer güç santralinin işletmeye alınmasından bu yana 30'dan fazla ülkede 450'nin üzerinde nükleer güç santrali faaliyet göstermektedir. Rapor edilen dört büyük nükleer reaktör kazası meydana gelmiştir. İlk kaza 1957 yılında İngiltere'nin "Cumberland, Windscale" reaktöründe meydana gelmiştir. 3 gün boyunca radyoaktif salınım devam etmiş ve özellikle salınan "İyot-131" sebebiyle önemli toplumsal maruziyetler oluşmuştur. İkinci kaza 1979 yılında ABD'de "Three Mile Island" reaktöründe operatör hatasından kaynaklanmıştır. Kalp erimesi neticesinde oluşan fisyon ürünü radyonüklitlerin büyük bölümü reaktörün koruyucu küresi sayesinde dışarı sızmamış olsa da yine de başta "Ksenon-133" ve "İyot-131" v.b radyoaktif gazlar atmosfere salınmıştır. Kazada herhangi bir ölüm vakası gerçekleşmemiştir. Üçüncü büyük kaza 1986 yılında Ukrayna'da meydana gelen "Çernobil Nükleer Santral" kazasıdır. Kaza, operatörlerin güvenlik talimatlarına ve mevzuata aykırı olarak deney yapmaları neticesinde aşırı güç artışı oluşması ve reaktör kalbinin erimesi şeklinde olmuştur. Kaza o güne kadar meydana gelmiş en büyük ve şiddetli nükleer kazadır. Çok büyük miktarda radyoaktif madde yaklaşık 10 gün boyunca kontrolsüz olarak atmosfere salınmıştır. Atmosfere bu kadar aşırı miktarda radyoaktif madde salınmasında reaktör tasarımının büyük etkisi olmuştur. Reaktörün koruyucu küresi olmaması kaza sonucu açığa çıkan tüm fisyon ürünlerinin çevreye salınmasına yol açmıştır. İki reaktör çalışanı o anda hayatını kaybetmiş, 134 acil müdahale personeli aşırı radyasyon dozuna maruz kalmış, "Akut Radyasyon Sendromu" (ARS) nedeniyle bunlardan 28'i ilk bir kaç ay içinde hayatını kaybetmiştir. 600 reaktör çalışanı 2 Gy ile 16 Gy arasında değişen yüksek dozlara maruz kalmıştır. Kazadan en fazla etkilenen kişilerden önemli bir bölümü kurtarma çalışmalarına katılan ve ortalama 100 mSv doza maruz kalan 240.000 kurtarma çalışanıdır. Bölgeden tahliye edilen 116.000 kişi de yaklaşık 30 mSv doz almışlardır (UNSCEAR 2000). Kaza sonucu

oluşan radyoaktif bulut başta Ukrayna, Balerus, Rusya Federasyonu olmak üzere Avrupa ülkelerinin büyük çoğunluğunda çevrenin kirlenmesine ve milyonlarca insanın belirli düzeylerde doz almasına neden olmuştur. Ukrayna ve Balerus'ta ilk bir kaç hafta içerisinde yüksek kontaminasyon bölgelerinden 116 bin kişi tahliye edilmiştir. Genel itibariyle kazayı takip eden ilk birkaç gün özellikle troid dozları için çok önemlidir. Çünkü kazada önemli miktarlarda salınan "İyot-131" yarı ömrü kısa (8 gün) olmasına rağmen tiroide tutunmaktadır ve tiroid kanserlerinin gelişmesine yol açmaktadır. Radyoaktif İyot-131 maruziyetine bağlı olarak kazadan 2016 yılına kadar geçen sürede, Ukrayna, Balerus ve Rusya Federasyonunda 11.000'den fazla troid kanseri vakası görülmüştür. Şekil 2.5'te 1986-2005 yılları arasında Balerus'ta tiroid kanser insidansı görülmektedir (WHO 2016).



Şekil 2-5: Çernobil kazasında çocuk yaştaki insanların 1986-2005 yılları arası tiroid kanser insidansları.

Ayrıca Stronsiyum-90, Sezyum-137 ve 134 vb. izotoplarda uzun yarı ömürlü olmaları ve gıda zinciri yolu ile vücuda alınması sebebiyle oldukça önemli düzeyde doz alınmasına yol açmıştır. Kuzey yarımkürenin hemen hemen tamamında bugün hala

sezyum ve stronsiyum gibi çernobil kökenli izotoplara rastlamak mümkündür. Bazı çalışmalarda Çernobil kökenli radyasyon maruziyetine bağlı solid kanserler ve lösemilerde artış görüldüğü rapor edilmiştir. Çernobil kazasının etkilerinin araştırılmasına yönelik Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, Dünya Sağlık Örgütü gibi uluslararası örgütler ve birçok ülke çok sayıda çalışma gerçekleştirmiş ve sonuçlarını yayınlamışlardır. Bunlardan bir kısmı hala devam etmektedir. "Dünya Sağlık Örgütü" (WHO) özellikle 1986-1990 yılları arasında kazadan sonraki çalışmalarda yer alan ve 20 ile 50 milisivert arasında doz alan 530.000 kişilik kayıtlı çernobil kohort grubunu izlemektedir (WHO 2016).

Fukushima Daiichi

Son büyük nükleer reaktör kazası, Japonya'nın "Fukushima Daiichi" reaktöründe meydana gelmiştir. 11 Mart 2011 yılında 9 şiddetindeki büyük japon depreminden sonra oluşan büyük tsunami dalgalarının bariyerleri aşarak nükleer reaktörlerin altyapılarını tahrip etmesi sonucu meydana gelmiştir. Kaza sırasında çevreye salınan izotoplar, radyoaktif İyot-131-132, Ksenon-133, Tellurtum-132, Sezyum-134-136-137, Baryum-140, Gümüş-110 m ve Telleryum-129m olarak tespit edilmiştir. Çevreye en fazla salınan radyo nüklitler, Ksenon-133, İyot-131 ve Cs-137'nin çevreye salınma düzeyi sırası ile 6.000–12.000 petabekerel (PBq), 7–20 PBq ve 100-400 PBq olarak hesaplanmıştır.

Japon yetkililer, uluslararası kuruluşlar ve Dünya'nın diğer ülkelerine ait yetkili kurumlar tarafından bu olayın olumsuz sonuçlarını yönetmek ve halk sağlığına etkilerini azaltmak için acil tedbirler alınmıştır. Çok hızlı ve iyi bir kriz yönetimi oluşturularak, kaza bölgesindeki radyasyon seviyeleri sürekli olarak izlenmiştir. Kaza alanı çevresinde 20-30 km'lik alan boşaltılarak halkın aşırı doza maruz kalmalarının önüne geçilmiştir. Radyoaktif iyot maruziyeti riski olan bölgede halka stabil İyot dağıtılarak koruyucu önlem alınmış, yiyecekler, içecekler ve tüm gıda ve tüketim maddelerindeki radyasyon düzeyleri düzenli olarak izlenerek sonuçlar halkla paylaşılmıştır. Hem merkezi hükümet hemde yerel yönetimler tarafından içme suları ve gıda maddelerinin ulusal ve uluslararası kabul edilen doz limitlerine uygunluğu sürekli olarak izlenmiş ve mücadele edilen radyoaktivite değerlerinin aşılması durumunda gıda maddelerinin tüketimi yasaklanmıştır.

Fukuşima Sağlık Yönetimi ilk dört ayda alınan dozları belirlemek için 7 bölge ve 421 394 kişiyi kapsayan bir çalışma yapmıştır. Buna göre bölgede yaşayanların % 62'si 1 mSv'den, % 94'ü 2 mSv'den ve % 99'u 3 mSv'den daha az doz almışlardır. Maksimum maruz kalınan doz ve ortalama doz sıra ile 25 mSv ve 0,8 mSv olarak tespit edilmiştir. Fukushima prefecture'deki çevresel radyasyon dozları erken etkiler oluşturacak kadar yüksek değildi. Bu nedenle Japon toplumunda erken etkiler oluşması beklenmiyor. Fukushima prefecture'nin en çok etkilenen bölgesinde ilk yıl için öngörülen efektif radyasyon dozları 12 ila 25 mSv arasında tespit edilmiştir. En yüksek doz düzeyinin olduğu bölgede lösemi, göğüs kanseri, tiroid kanseri ve solit kanser türlerinin gelişmesi ile ilgili tahmini risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Maruz kalınan doz baz alınarak yapılan hesaplamalara göre bu bölgedeki bebeklerde tahmini lösemi riski % 7, göğüs kanserleri riski yaklaşık % 6, solit kanserlerde % 4, tiroid kanserleri riski % 70 olarak tahmin edilmiştir (WHO 2016).

2.5 Kozmik Radyasyonlar

Kozmik radyasyonlar, orijinlerine, enerji türlerine ve parçacıkların akı yoğunluğuna göre farklı türlere ayrılabilir. Ancak insanlar için maruziyet oluşturan kozmik radyasyonların üç ana kaynağı vardır, bunlar galaktik, solar ve ikincil kozmik radyasyonlardır. Dünya'nın manyetik alanı ve atmosfer tabakası bu radyasyonlara karşı adeta bir zırh görevi yaparak Dünyadaki yaşamın korunmasına yardımcı olurlar. Koruma kalkanı oluşturan bu tabaka yaklaşık 10.000 kg/m^2 olup 10 m derinlikte su tabakasına eşittir. Böylece kozmik radyasyonların ancak %10'u maruziyet oluşturur (UNSCEAR 2008).

Kozmik ışınlar atmosferdeki diğer çekirdeklerle etkileşerek kozmojenik izotopların oluşmasını sağlarlar. Bunların en önemlileri "Karbon-14", "Tritiyum" ve "Berilyum-7"dir. Diğer kozmojenik radyonüklitler ^{10}Be , ^{26}Al , ^{36}Cl , ^{80}Kr , ^{32}Si , ^{39}Ar , ^{22}Na , ^{35}S , ^{37}Ar , ^{33}P , ^{32}P , ^{38}Mg , ^{24}Na , ^{38}S , ^{31}Si , ^{18}F , ^{39}Cl , ^{38}Cl , ^{34m}Cl 'dir (UNSCEAR 2000).

2.5.1 Galaktik Kozmik Radyasyonlar

Galaktik kozmik ışınlar, güneş sisteminin dışından, uzayın derinliklerinden kaynaklanır. Atmosferin üst katındaki galaktik kozmik radyasyonların %85,5'i proton, yaklaşık %12'i alfa parçacıkları, %2'i elektronlardan ve yaklaşık %1'i de uranyumdan

daha ağır çekirdeklerden oluşur. Bu birincil kozmik ışınlar 108 elektronvolt (eV)'dan 1020 eV'a kadar uzanan geniş bir enerji spektrumuna sahiptirler (UNSCEAR 2008).

2.5.2 Solar Kozmik Radyasyonlar

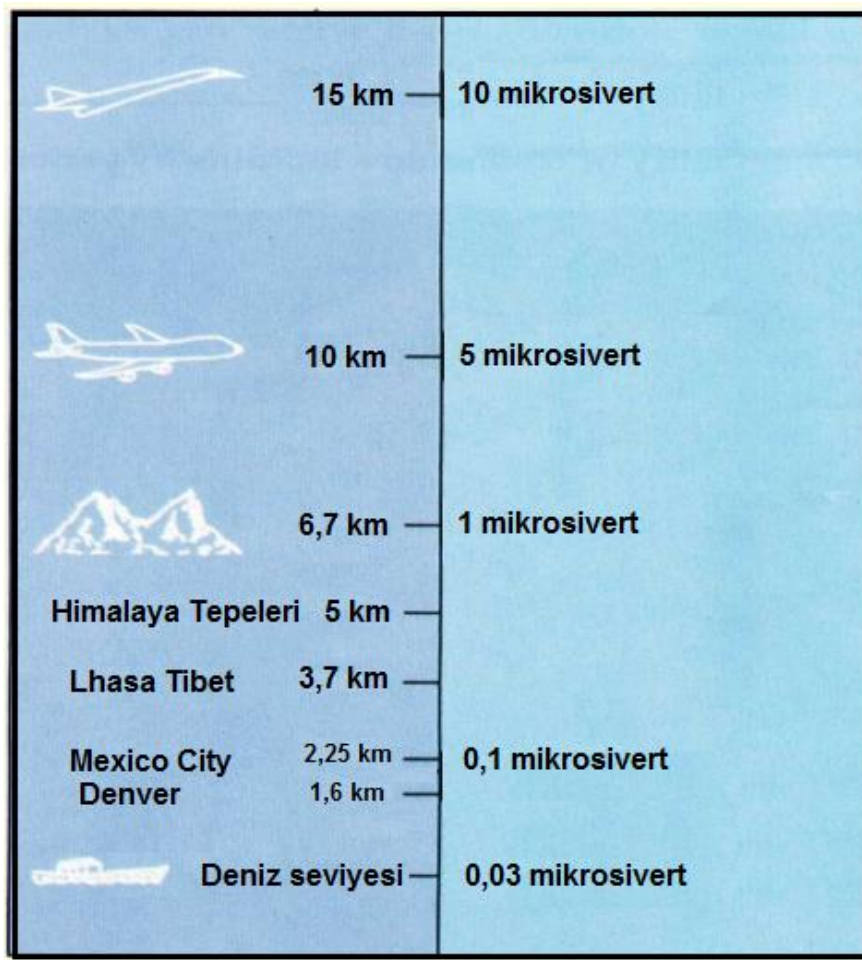
Bunlar güneş parıldamaları veya patlamaları sonucu oluşan radyasyonlardır. Yaklaşık %99'u protonlardan oluşur ve genellikle enerjileri 100 MeV'in altındadır çok nadiren 10 GeV 'tu geçerler. Bundan dolayı bu parçacıklar, yüksek rakımlarda önemli maruziyet yaratabilirler, ancak yer seviyesinde pek etkili olamazlar (UNSCEAR 2008).

2.5.3 İkincil Kozmik Radyasyonlar

Yüksek enerjili kozmik parçacıklar, atmosferdeki atomlar ve moleküller ile etkileşime girerek, protonlar, nötronlar, pilyonlar gibi ikincil parçacıkları ve küçük çekirdekli "Tritiyum, Berilyum-7, Berilyum-10 ve Sodyum-22 gibi kozmojenik izotopların oluşmasını sağlarlar. Yavaş kozmik nötronlarla Azot-14 'ün (^{14}N) etkileşimi sonucu Karbon-14 (^{14}C) oluşur. Bunlar hidrolojik döngüye katılarak atmosferik olaylarla yeryüzüne inerler ve bunların önemli bir kısmı gıda zinciriyle vücuda alınarak iç ışınlamalara sebep olurlar (UNSCEAR 2008).

2.5.4 Kozmik Radyasyon Maruziyeti

Deniz seviyesinde ortalama doz hızı 31 nGy/saat olarak tespit edilmiştir. Yaşayanların kozmik radyasyonlardan aldıkları yıllık ortalama doz 240 μSv 'tir. Deniz seviyesinden yükseldikçe kozmik radyasyonlara maruziyet de artar. Şekil 2.6'da Kozmik radyasyonlardan maruz kalınan dozların yükselti ile ilişkisi gösterilmektedir. En çok uçuş personelinin Avrupa birliği ülkelerinde olduğu rapor edilmiştir. Uçuş personelinin bu uçuşlar sırasında aldıkları ortalama yıllık dozun 1,3 ile 2,5 milisivert arasında olduğu, bu değerin 6 milisiverti geçemeyeceği rapor edilmiştir. Kısa uzay görevlerinde alınan dozlar ise 1,9 ile 27 milisivert olarak rapor edilmiştir (UNSCEAR 2008).



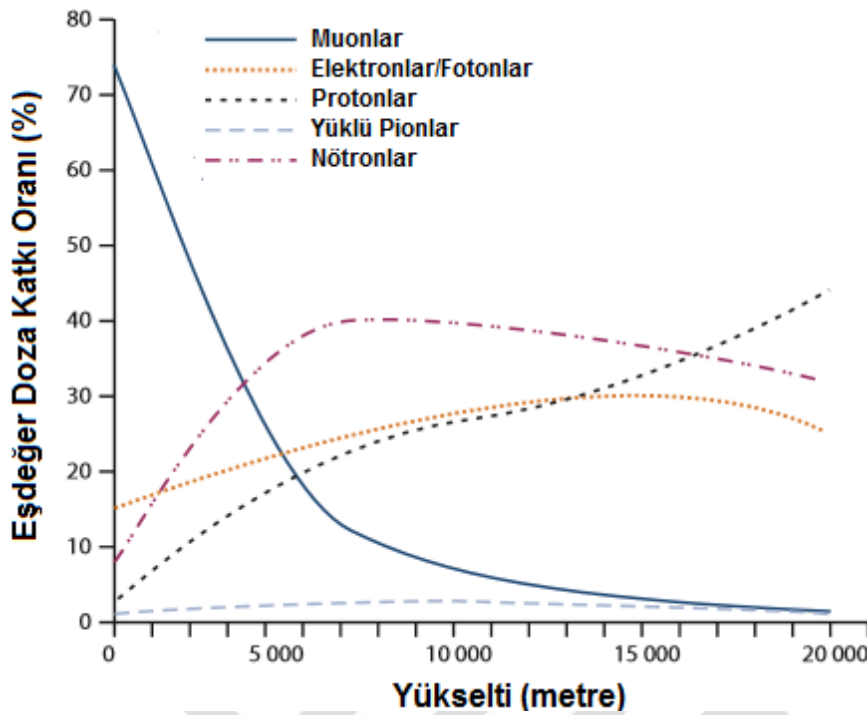
Şekil 2-6: Kozmik radyasyon maruziyetinden alınan dozların yüksekliğe göre değişimi (mikrosivert/saat).

Dünya'nın manyetik alanının etkisinden dolayı ekvator bölgesinde en düşük, kutuplarda ise en yüksek düzeydedir. Ekvator bölgesinde, kutuplara oranla %10 daha düşüktür. Ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe kozmik radyasyon maruziyeti artmaktadır. Dünya nüfusunun %90'ından fazlası 0 ile 50. enlemler arasında yaşadığından nüfus yoğunluğu bu enlemler arasında fazladır. Nüfus kuzey yarımkürede özellikle 20 ile 50. enlemler arasında yoğunlaşmıştır. 60. enlemden kutup noktalarına kadar ki olan bölgelerde nüfus yoğunluğu oldukça düşüktür. Güney yarımkürede ise nüfus yoğunluğu ekvator ile 20. enlem arasında yoğunlaşmıştır. Tablo 2.7'de kozmik radyasyonlardan maruz kalınan doz ile Dünya üzerinde yaşayan insanların enlemlere göre aldıkları dozlar gösterilmiştir.

Tablo 2-7: Deniz seviyesinde kozmik doz hızlarının Dünyada nüfusa dağılımı (UNSCEAR 2008).

Enlem Derecesi	Enlem Bandında Yaşayan Nüfus (%)		Effektif Doz (nSv/saat)	
	Kuzey Yarımküre	Güney Yarımküre	Direkt İyonizan Komponentleri	Nötron Komponentleri
80-90	0	0	32	11
70-80	0	0	32	11
60-70	0,4	0	32	10,9
50-60	13,7	0,5	32	10
40-50	15,5	0,9	32	7,8
30-40	20,4	13	32	5,3
20-30	32,7	14,9	30	4,0
10-20	11,0	16,7	30	3,7
0-10	6,3	54	30	3,6
Toplam	100	100		
Nüfus Ağırlıklı Ortalama				
Kuzey yarımküre Ortalaması			31,0	5,6
Güney Yarımküre Ortalaması			30,3	4,0
Dünya Ortalaması			30,9	5,5

Doğal kaynaklardan maruz kalınan yıllık dozun yaklaşık %16'sını (0,39 mSv) kozmik radyasyonlar oluşturur. Şekil 2.7'de kozmik radyasyon komponentlerinin doza katkılarının yükseklikle değişimi gösterilmiştir.



Şekil 2-7: Kozmik radyasyon komponentlerinin deniz seviyesinden yükseltiye bağlı olarak toplam doza katkısı görülmektedir (UNSCEAR 2008).

H-3, C-14, Na-22 ve Be-7 dışındaki kozmojenik radyonüklitlerin toplam doza katkısı çok azdır. Hidrolojik sistemlerde ve atmosferik olayların izlenmesinde izleyici olarak kullanılırlar. Karbon-14 (yarı ömrü = 5.730 yıl); Yavaş nötronların ^{14}N ile etkileşiminden $^{14}\text{CO}_2$ oluşur ve o da fotosentez döngüsüne katılır. Bugün toplam karbon içindeki C-14'ün spesifik aktivitesi 230 Bq/kg'dır. İnsan vücudundaki C-14'ün yaklaşık aktivitesi 2.700 Bq ve bundan kaynaklanan yıllık ortalama efektif doz 12 μSv 'dir.

Tritium (yarı ömrü = 12,3 yıl), kozmik ışınların azot ve oksijen çekirdeği ile etkileşiminden oluşur ve su döngüsüne katılır. Konsantrasyon seviyesi, kıta suyunda 400 Bq/m³, okyanuslarda 100 Bq/m³'dür. Ortalama olarak bir insan, sindirim yoluyla yılda 500 Bq aktivite H-3 tüketir ve sonuç olarak yıllık ortalama 0,01 μSv doz alır.

Berilyum-7 (yarı ömrü = 53.6gün) Havada 3 mBq/m³'lük bir konsantrasyona sahiptir. Yağmur suları ile yeryüzüne ulaşır ve taze sebzelerle sindirim yoluyla da bireylere ulaşır. İnsanlar yaklaşık olarak yılda 1.000 Bq'lık berilyum aktivitesi alırlar ve bundan kaynaklanan yıllık etkin doz 0,03 μSv 'tir. Sodyum-22 (yarı ömrü = 949,7 gün) yıllık 50 Bq 'lık Na-22 alınmasına rağmen yıllık efektif doza katkısı 0,15 μSv 'tir. Ancak, bu değer trityumdan önemli derecede yüksektir.

2.6 Karasal Radyasyonlar

Karasal kökenli doğal olarak oluşan radyonüklitler, primordiyal radyonüklitler olarak da adlandırılır ve insan vücudu da dâhil olmak üzere tüm çevresel ortamlarda çeşitli derecelerde bulunurlar. Toprakta, suda, yiyecek ve içeceklerde, yapı malzemelerinde, kısacası etrafımızdaki madde ve malzemelerde bulunurlar. Uranyum, toryum ve aktinyum serisi ve doğada tek olarak bulunan potasyum (^{40}K), rubidyum (^{87}Rb), lantan (^{138}La), samaryum (^{147}Sm) ve lutesyum (^{176}Lu) gibi radyonüklitler. Primordiyal radyonüklitlerden bazılarını oluştururlar ve bunlar karasal radyasyonların kaynağıdır. Yalnızca uzun yarı ömürlü olanlar ve onların bozunum ürünleri olan radyoizotoplar toplumun önemli derecede maruziyetine sebep olurlar.

2.6.1 Dış Işıma Yapan Doğal Radyasyon Kaynakları

Dış maruziyet oluşturan karasal doğal radyasyonlar, tüm topraklarda iz miktarlarda bulunan karasal radyonüklitlerden kaynaklanmaktadır. Seviyeleri, toprağı oluşturan anakaya türleri ile doğrudan ilgilidir. Granit gibi mağmatik kayalarda radyasyon seviyeleri daha yüksek ve tortul kayalarda ise daha düşüktür. Dünya genelinde ortalama dış ışıma doz hızı 58 nGy/saat olmakla birlikte ülkeden ülkeye hatta yakın bölgeler arasında da büyük farklılıklar gösterir. Genel olarak doz hızlarının 20 ila 100 nGy/saat aralığında olduğu kabul edilir ve bunlardan kaynaklanan yıllık efektif doz ise 0,3 ila 1,0 mSv olarak kabul edilmiştir. Dış ışınlamalardan alınan radyasyon dozuna en büyük katkı, toprakta eser miktarda bulunan Potasyum-40 (^{40}K), ile Uranyum-238 (^{238}U) ve Toryum-232 (^{232}Th) zinciri ailelerinden gelir. Dış maruziyet ölçümleri iki şekilde yapılabilir. Ya doğrudan ölçüm ya da topraktaki radyonüklit konsantrasyonlarının değerlendirilmesi yoluyla belirlenebilir.

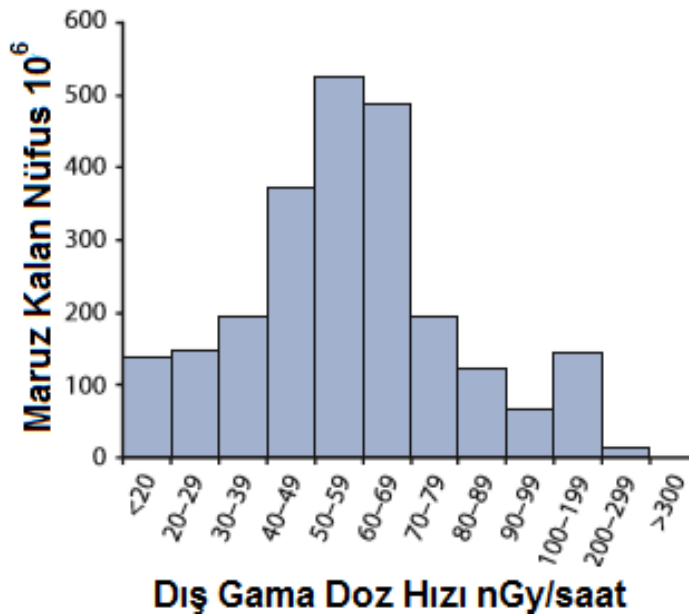
2.6.1.1 Topraktaki Doğal Radyasyon Kaynakları

Yer kabuğunu oluşturan kaya tabakası milyonlarca yıldır dış kuvvetlerin etkisiyle ufalanarak çözülmeaktadır. Bu çözülmede kayaların cinsi, sıcaklık farkı, su, havadaki gazlar ve organizmalar büyük rol oynar. Kayalar günlük sıcaklık farkları, donma-erime, ıslanma-kuruma, rüzgâr, akarsu, bitki kökleri vb. fiziksel etkenlerle çözülebileceği gibi sıcaklık ve yağışla gelen su kayaların kimyasal çözülmelerine neden olur. 1 cm kalınlığındaki bir toprak tabakası yaklaşık olarak 300 ila 1.000 yılda oluşmaktadır. Toprağın yapısında çeşitli mineraller, organik maddeler, su ve hava

bulunur. Oranları farklılık göstermekle birlikte yaklaşık olarak %45'i mineraller, %25'i hava, %25'i su ve %5'i organik maddelerden oluşur. (Akalan, İ. 1987)

Anakayanın yapısında bulunan "Uranyum", "Toryum" ve "Aktinyum"dan oluşan üç büyük radyoaktif seri ile potasyum gibi doğada tek başına bulunan radyonüklitler de anakayaların çözünmesi neticesinde toprağa geçmişlerdir (Guagliardi ve ark. 2016). Volkanik kökenli kayaçlar, fosfat ve granitte yüksek, tortul kütlelerde ise genellikle düşük konsantrasyonlarda bulunurlar (Baeza ve ark. 1992). Bazı tarımsal faaliyetler ve suni gübre kullanımı da kısmen aktivite artışına neden olabilir (Ahmed ve El-Arabi 2005). Uranyum ve toryum bozunma zincirindeki radyonüklitlerin radyoaktif dengede oldukları varsayılmaz.

Topraktaki radyonüklitlerin Dünya genelindeki ortalama derişimleri ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K için sırası ile 33 Bq/kg, 32 Bq/kg, 45 Bq/kg ve 412 Bq/kg düzeyindedir (UNSCEAR 2000). Dünya genelinde toprakta bulunan radyonüklitlerin neden olduğu karasal gama radyasyonundan kaynaklanan ortalama doz hızı 50-59 nGy/saat düzeyindedir. Şekil 2.8'de dış gama doz hızlarının nüfusa göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 2-8: Dünya'da dış gama radyasyonuna maruz kalan nüfus ile doz şiddeti arasındaki ilişki.

Toprakta bulunan radyoizotoplar ve özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Uranyum-238; yarı ömrü 4,468 milyar yıl, kimyasal simgesi "²³⁸U" veya "U-238" olup 92 proton ve 146 nötron ile uranyum izotopları arasında bolluğu en çok olan, gümüş renkli, ağır bir radyoaktif izotoptur (tüm uranyum izotopları içindeki oranı %99,284). Oldukça yüksek yoğunluklu bir metaldir (18,9 g/cm³). 14 radyonüklitli uranyum serisinin başlangıç izotopudur. Şekil 2.9'da Uranyum bozunum zinciri gösterilmiştir.

Radyasyon Türü	Radyonüklid	Yarıömür
Alfa	Uranyum-238	4,5 x 10 ⁹ yıl
Beta	Toryum-234	24,1 gün
Beta	Protaktinyum-234	1,17 dakika
Alfa	Uranyum-234	2,4 x 10 ⁵ yıl
Alfa	Toryum-230	7,7 x 10 ⁴ yıl
Alfa	Radyum-226	1,6 x 10 ³ yıl
Alfa	Radon-222	3,8 gün
Alfa	Polonyum-218	3,05 dakika
Beta	Kurşun-214	26,8 dakika
Beta	Bizmut-214	19,7 dakika
Alfa	Polonyum-214	0,000164 saniye
Beta	Kurşun-210	22 yıl
Beta	Bizmut-210	5 gün
Alfa	Polonyum-210	138 gün
	Kurşun-206	Kararlı

Şekil 2-9: U-238 Radyoaktif bozunum zinciri.

Uranyumun yer kabuğundaki konsantrasyonu ortalama 3 ppm (3 g/ton) ve deniz suyunda yaklaşık 3 ppb (3 mg/ton) dir. Uranyum tüm kayalarda ve topraklarda bulunmaktadır. Tablo 2.8’de toprak ve kaya çeşitlerinin ortalama uranyum konsantrasyonları verilmektedir. Uranyumun atmosferde ki varlığı, topraktan gelen toz parçacıklarının havada asılı kalmasından, sulardaki varlığı ise onunla temas halinde olan toprak veya kayalardan ileri gelmektedir. Uranyum, radon gazlarının bir habercisidir (UNSCEAR 1977; 1988).

Tablo 2-8: Çeşitli kayalardaki ortalama uranyum konsantrasyonu.

Kaya Tipleri	Ortalama Uranyum Derişimi ppm (gram/ton)
Magmatik Kayaçlar	2,6
Fosfat kayalar (Florida)	120
Fosfat kayalar (Kuzey Afrika)	20-30
Granit	2,8-4,0
Alkani Granit	10-100
Kireçtaşı	1,30
Kumtaşları	0,45
Tortul kayalar	1,2

Doğal olarak oluşan uranyum, hepsi radyoaktif olan üç izotoptan (U-238, U-235 ve U-234) oluşur. U-238 ve U-235 iki bağımsız bozunma serisinin ana nüklitleri iken U-234 ise U-238 serisinin bozunum ürünüdür. Tablo 2.9'da doğal uranyum izotoplarının özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 2-9: Doğal uranyumun izotopik bileşimleri ve özellikleri.

Özellikler	Uranyum-234	Uranyum-235	Uranyum-238	Toplam
Yarı ömrü	244.500 yıl	703,8x10 ⁶ yıl	4,47x10 ⁹ yıl	
İzotop oranı %	0,0054	0,72	99,275	100
Kütle oranı %	0,0053	0,711	99,284	100
Aktivite oranı %	48,9	2,2	48,9	100
Spesifik aktivitesi	231,3 MBq/g	80.011 Bq/g	12.445 Bq/g	
1 gr Uranyumdaki aktivite	12.356 Bq	568 Bq	12.356 Bq	25.280 Bq

Uranyum-238, uranyum izotopları arasında bolluğu en yüksek (%99,275) fakat radyoaktivitesi en az olan izotoplardandır. Spesifik aktivitesi 12.445 bekerel (12.445 Bq/g) dir. Uranyum-235 izotopunun spesifik aktivitesi yaklaşık olarak 80 kBq/g ve doğada ikinci derecede bolluğa (%0,72) sahiptir. Uranyum-234 ise doğada gerek kütleli gerekse de izotop oranı olarak en düşük orana sahiptir. Ancak spesifik aktivitesi yaklaşık 231 MBq/g olup bu değer U-238'den 18561,7 kat ve U-235'den 2887 kat daha yüksektir. Bir gram doğal uranyumdaki aktiviteleri sırası ile U-235, U-238 ve U-234'de 568 Bq, 12.356 Bq ve 12.356 Bq düzeyindedir. Bunlar bozunurken alfa ışıması yaptığından vücudun deri tabakasını geçemezler, ancak solunum veya sindirim yoluyla vücuda alınırsa iç ışımlar yoluyla maruziyet oluştururlar. Radyoaktiflik özelliği dışında ağır toksik elementler sınıfında değerlendirildiğinden kimyasal formu maruziyette oldukça önemlidir. Suda çözülebilen (uranyl nitrate, uranium hexafluoride, uranyl fluoride, uranium tetrachloride), az çözülebilen (uranium tetrafluoride, sodium diuranate, ammonium diuranate) ve çözülmeyen (uranium trioxide, uranium dioxide, uranium peroxide, triuranium octaoxide) olarak üç gruba ayrılırlar. Bunlardan suda çözülebilenlerin vücuttaki toksik etkileri oldukça yüksektir. Solunum yoluyla vücuda alınan uranyum, su veya besinlerle alınan uranyumdan daha toksiktir. Sindirim yoluyla yüksek konsantrasyonda alınması kemik ve karaciğer kanseri gelişmesine neden olur. Şayet solunum yoluyla yüksek konsantrasyonlarda uranyum alınırsa akciğer kanserine neden olur. Düşük düzeyde uranyuma maruz kalan uranyum ve metal işleme tesislerindeki işçiler üzerinde yapılan epidemiyolojik çalışmalar, uranyum maruziyetine atfedilebilir ölümlerde belirgin bir artış saptayamamıştır (Archer ve ark. 1973; Boice ve ark. 2008; Checkoway ve ark. 1988; Cragle ve ark. 1988; Hadjimichael ve ark. 1983; NIOSH 1987; Pinkerton ve ark. 2004; Polednak ve Frome 1981; Scott ve ark. 1972; Waxweiler ve ark. 1983).

Radyum-226; yarı ömrü 1600 yıl, sembolü "²²⁶Ra", atom numarası 88 atom ağırlığı 226, gümüşümsü beyaz renklidir. Uranyumun bozunumundan oluşur ve radyoaktivitesi oldukça yüksektir. Spesifik aktivitesi 36,6 ciga-bekerel (36,6 GBq/g), olup bozunumunda hem alfa hemde gama ışıması yaptığı için iç ve dış ışınlamalara neden olur. Radyum doğal olarak oluşan bir elementtir ve çevrede her yerde iz miktarda bulunur. Yer kabuğunda çok düşük konsantrasyonlarda, yani ppt (miligram/ton) düzeyindedir. Radyumun bilinen 25 izotopu vardır ve bunlardan sadece ikisi, Radyum-

226 ve Radium-228'in yarı ömrü bir yıldan daha uzundur, diğerleri kısa yarı ömürlüdür. Radiumun tüm izotopları radyoaktiftir. Bunlardan dört izotop doğal olarak bulunur. Bunlar, Radium-223, Radium-224, Radium-226 ve Radium-228'dir. Tüm uranyum ve toryum minerallerinde ve doğada radyum tuzları (bromid, klorür, karbonat ve sülfat) şeklinde bulunur, saf elementel formda bulunmaz.

Normal radyum düzeyi olan bir yerde yetişkin bir insanın diyetle aldığı günlük Radium-226 aktivitesi yaklaşık olarak 37-74 mBq ($0,1 \times 10^{-11}$ - $0,1 \times 10^{-11}$ gram) düzeyindedir. Vücuttaki toplam yükü ise $1,7 \times 10^{-8}$ gram olup bunun %99'u kemiklerde birikmiştir. En fazla kemik dokularına yerleşerek kalsiyumu taklit eder. Solunum ve sindirim yoluyla uzun dönem maruziyette osteogenic sarcoma, karaciğer kanseri, meme kanseri, lenfoma, lösemi ve aplastik anemi vb. hastalıkların gelişmesine neden olur (EPA 2017).

Radiumun işçilerde ilk olumsuz sağlık etkileri 1920'li yıllarda Amerikadaki bir saat fabrikasında radyumlu saat üretiminde çalışan kadın işçilerde görülmüştür. İşçiler radyumlu boyayı saat kadranına ve rakamlara sürerken fırçayı dudaklarıyla düzeltmeleri sırasında radyuma maruz kalmışlar ve çok geçmeden, dişleri dökülmeye, çene kemiklerinde anormal derecede deformasyonlar oluşmaya başlamış ve ölüm olayları görülmüştür. Bunlardan yaşları 20 ila 54 arasında değişen 18 işçinin ölüm nedeni anemi, çene nekrozu ve osteojenik sarkoma olarak rapor edilmiştir (Rowland ve ark. 1978; Martland 1931).

Oral yoldan radyum maruziyeti yaşayan 1.907 işçiden 41'inde kemik sarkomu, 16'sında kafa karsinomu ve 3 olguda her iki tipin birden geliştiği görülmüştür. İşçiler arasında radyum maruziyeti düşünülmeyen toplam 2.928 işçiden 20 olguda kemik sarkomu ve 5'inde kafa karsinomu tespit edilmiştir. Bilinen 4.835 boyacı işçinin 85'inde oral yoldan radyum alımına bağlı malignite gelişmiştir (Rundo ve ark. 1986).

Toryum-232; yarı ömrü 14 milyar yıl, kimyasal sembol ^{232}Th 'dir. 12 izotoptan oluşan toryum serisinin başlangıç izotopu olup toprak, kayalar, yeraltı ve yerüstü suları, bitkiler ve hayvanlarda iz miktarda bulunan ve doğal olarak oluşan radyoaktif bir metaldir. Doğal toryum izotoplarının %99'undan fazlası, Toryum-232 formunda bulunur. Şekil 2.10'da Toryum bozunum serisi gösterilmiştir.

Radyasyon Türü	Radyonüklid	Yarıömür
Alfa	Toryum-232	14 milyar yıl
Beta	Radyum-228	5,76 yıl
Beta	Aktinyum-228	6,13 saat
Alfa	Toryum-228	1,91 yıl
Alfa	Radyum-224	3,66 gün
Alfa	Radon-220	55 saniye
Alfa	Polonyum-216	0,15 saniye
Beta	Kurşun-212	10,64 saat
Beta	Bizmut-212	60,6 dakika
Alfa	Polonyum-212	$3,04 \times 10^{-7}$ saniye
Alfa	Kurşun-208	Sabit

Şekil 2-10: Toryum-232'nin radyoaktif bozunum zinciri.

Toryum-232'nin radyoaktivitesi çok düşüktür, bozunarak bozunum ürünlerine dönüşmesi çok yavaş gerçekleşir. Öyleki yarı ömrü 14 milyar yıl olup bu süre Dünya'nın yaşından 3 kat daha uzun bir süredir (Dünya'nın yaşı 4,54 milyar yıl). Bu durum yeryüzündeki toryum konsantrasyonunun çok uzun süre değişmeyeceği ve sabit kalacağı anlamına gelir. Topraktaki konsantrasyonu yaklaşık olarak 6 ppm (6 gram/ton) seviyesindedir ve silis örneğinde olduğu gibi doğal çevrede diğer mineraller ile çeşitli kombinasyonlarda bulunur, suda kolay çözünmez, topraktan veya sudan havaya buharlaşmaz.

Toryum dış ışınlama yapan en önemli nüklitlerden biridir. Karasal gama dozlarının önemli bir kısmı toryumdan kaynaklanır. Suda çözünürlüğü çok düşük olduğu için içme suları ve besin zinciriyle vücuda alınma düzeyi oldukça düşüktür, en önemli vücuda giriş yolu solunum yoluyla (ATSDR 2014).

Solunum ve sindirim yoluyla vücuda alınması durumunda kan dolaşımına katılır ve kemiklere yerleşerek uzun yıllar boyunca iç ışınlamalara neden olur. Solunum yoluyla toryum maruziyeti akciğer ve kemik kanserleri riskini artırır. İntra venöz olarak ThO_2 içeren "Thorotrast" farmasötiği uygulanan kişilerde yapılan "follow-up" çalışmaları bu kişilerde özellikle karaciğer kanseri (cholangiocarcinoma, angiosarcoma, hepatic cellular carcinoma), aplastik anemi, bazı kan kanserleri (erythroleukemia, acute myelogenous leukemia) ve safra kesesi kanseri gelişme riskinin arttığını göstermiştir (NRC IV 1988; Yamada ve ark. 1983; Ishikawa ve ark. 1992; Ishikawa ve ark. 1995; Kido ve ark. 1999; Mori ve ark. 1999; Mori ve Kato 1991; Mori ve ark. 1999; Sasaki ve ark. 1999, Andersson ve ark. 1995; Andersson ve ark. 1993; Andersson ve ark. 1994; Andersson ve ark. 1993; Andersson ve Storm 1992; Andersson ve ark. 1994; Andersson ve ark. 1995; Visfeldt ve Andersson 1995; dos Santos Silva ve ark. 1999; 2003; Martling ve ark. 1999; Nyberg ve ark. 2002; Schlemmer ve ark. 2000; Travis ve ark. 2001; 2003).

Potasyum-40; yarı ömrü $1,248 \times 10^9$, sembolü ^{40}K , 19 proton, 21 nötrona sahip, kütlesi 39,96 olan, radyoaktif bir elementtir. İki tane stabil bir radyoaktif olmak üzere doğal üç farklı potasyum izotopu vardır. Doğada potasyum izotopları arasında kütlece en bol bulunan izotop %93,26 oran ile ^{39}K , ikinci izotop %6,73'lük bolluk oranı ile diğer kararlı izotop olan ^{41}K 'dir. Potasyum izotopları içinde en düşük bolluğu olan ve tek radyoaktif izotop olan Potasyum-40 ise toplam potasyum izotoplarının sadece %0,0118'ni oluşturur ki topraktaki konsantrasyonu yaklaşık 120 ppm (120 gram/ton) düzeyinde olup spesifik aktivitesi 262,7 kBq/g'dır. Potasyum-40, normalde vücutta en çok bulunan radyoaktif elementler arasındadır ve yediğimiz tüm yiyeceklerle vücuda alınır. Genel olarak doğada bol bulunan bir elementtir, bitki büyümesinin vazgeçilmez bir unsurudur, çoğu toprakta bulunur ve bu nedenle topraktan bitkiye geçerek bitki büyümesine katkıda bulunur. Ayrıca insan diyetinin önemli bir parçasıdır. Vücuttaki potasyum seviyesi, homeostatik süreçlerle korunur. Ortalama yetişkin bir insan günlük yaklaşık 2,5 gram potasyum tüketir. Vücut içeriğinin yetişkinlerde %0,18'i çocuklarda ise %0,2'sini oluşturur. Vücut içinde sıkı homeostatik kontrol altında olduğu için nisbeten sabit bir seviyede yaklaşık 140 g/70 kg'da muhafaza edilir. Bu potasyum miktarı yaklaşık 4.000 Bq aktivitede Potasyum-40 içerir. Vücut, potasyum dengesini kontrol ettiği için, çevresel değişiklikler vücuttaki Potasyum-40 içeriği üzerinde çok az

etkiye sahiptir. Bu doğal Potasyum-40, gonadlara ve diğer yumuşak dokulara 0,2 mSv/yıl ve kemiğe 0,15 mSv/yıl bir doz verir.

Dünya'nın bazı ülkelerinde toprakta bulunan radyum, toryum ve potasyum düzeylerinin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Tablo 2.10'da farklı ülkelerdeki doğal radyoizotop konsantrasyonları gösterilmiştir (Al-Hamarneh ve Awadallah 2009; Obed ve ark. 2005; Çelik ve ark. 2008; Jabbar ve ark. 2010; Othman ve Yassine 1995; Bou-Rabee ve ark. 1997; Fernando ve ark. 2017; Rikhvanov ve ark. 2014; Sujo ve ark. 2016; Karunakara ve ark. 2014; Rabesiranana ve ark. 2008; Sroor ve ark. 2001; McAulay ve Morgan 1988).

Tablo 2-10: Dünya'nın değişik ülkelerindeki toprakta ölçülen radyoizotop konsantrasyonları.

Ülke Adı	Topraktaki konsantrasyon (Bq/kg)					
	Potasyum-40		Radyum-226		Toryum-232	
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
Azerbaycan	120	60-180	25	15-35	33	10-56
Çin	440	9-1.800	32	2-440	41	1-360
Hindistan	400	38-760	29	7-81	64	14-160
Bangladeş	1061	400-2.168	51	18-98	79	28-167
İran	640	290-710	30	20-97	39	13-55
Rusya Fed.	520	100-1.400	27	1-76	30	2-79
Romanya	490	250-1.100	32	8-60	38	11-75
Bulgaristan	400	40-800	45	12-210	30	7-160
Macaristan	370	79-570	33	14-76	28	12-45
Çek Cum.	613	262-1.599	44	18-275	41	18-168
Polonya	410	123-1.020	25,2	4,2-124	24,7	3,7-86
Finlandiya	640	300-1.200	41	13-110	46	20-115
Danimarka	460	240-610	17	8,5-29	19	8,1-30
Belçika	460	100-1.000	32	6-70	33	6-53
İrlanda	418	11-1.317	46	6-292	25	3-71
Portekiz	840	220-1.230	44	8-65	51	22-100
İspanya	578	31-2.040	38	8-310	41	2-258
Libya	270	265-282	8,8	8,3-9,4	9,5	7,6-9,7
Küba	328	20-2240	21,4	0,5-115	5	0,05-20
ABD	370	100-700	40	8-160	35	4-130

2.6.1.2 Yapı Malzemelerindeki Radyasyon Kaynakları

Yer kabuğu kökenli bütün madde ve malzemelerde doğal radyonüklitler olduğu gibi inşaat ve yapı malzemelerinde de bu izotopların bulunması kaçınılmazdır. Yapı malzemelerinde bulunan başlıca izotoplar, uranyum ve toryum serisi ile Potasyum-40 izotopudur. Bunun yanında Uranyum-235 ile başlayan aktinyum serisi izotopları ile Lantan-138, Rubidyum-87, Samaryum-147 ve Lutesyum-176 vb. izotoplar da bulunur ancak bunların toplam doza katkıları çok küçüktür. Yapı malzemelerindeki radyoizotop konsantrasyonları üretildikleri ana maddenin jeolojik ve jeokimyasal yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Doğal radyoizotop konsantrasyonları yüksek olan bir jeolojik bölgeden üretilen yapı malzemeleri doğal olarak iç mekenlarda daha yüksek radyasyon maruziyeti oluşturacaktır. Bu yüzden yapı malzemesi türü aynı olsa bile etrafa yaydıkları radyasyon farklı olacaktır. Ülkemizde ve Dünya'nın birçok ülkesinde bu alanda yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Trevisi ve ark. 2012; Guang Yang ve ark. 2013; Amrani ve Tahtat 2001; Ahmed 2005; Righi ve Bruzzi 2006; Kumara ve ark. 1999; Turhan ve ark. 2008; Sharaf ve ark. 1999; Beretka ve Mathew 1985; Mocsy ve Fulea 1983; Mavi ve Akkurt 2010).

Yapı malzemelerinde bulunan radyum, toryum ve potasyum vb. yayınladıkları gama ışınları ile insanların dışardan ışınlanmalarına, aynı zamanda bunların bozunum ürünleri olan radon ve toron gazlarının solunması ile de iç ışınlanmalarına neden olurlar. İnsanlar genel olarak yaşamlarının %80'ini kapalı mekânlarda geçirmektedirler, bu yüzden binalardaki radyasyon düzeyi sağlıkları açısından son derece önemlidir. İç ortam ve dış ortam gama radyasyonu ile ilgili yapılan Dünya genelindeki çalışmalar, iç ortam gama doz hızlarının dış ortam gama doz hızlarına oranla 1,4 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir (UNSCEAR 2008). Bu durum yapı malzemelerinden alınan dozların aşağıya çekilmesi için önlemlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Avrupa Komisyonu yapı malzemeleri ile ilgili belirli kriterler oluşturulması konusunda 1999 yılında bir rapor yayınlamıştır. Buna göre yapı malzemelerinin yayınladığı radyasyon dozu yıllık 1 milisivert düzeyini geçemez, bu düzeyin üzerindeki yapı malzemelerinin Avrupa Birliği ülkelerinde dolaşımı sınırlandırılmıştır (EC 1999).

Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 10 Temmuz 2013 tarih ve 28703 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği" (305/2011/AB) ek:1 (Yapı İşleri için Temel Gerekliler)'de yapı malzemeleri için "tehlikeli

radasyon yayılmamalıdır" ibaresi kullanılmaktadır (TCÇŞB 2013). Ancak, yer kabuğu kökenli maddelerden üretilen yapı malzemelerinden kaynaklanan radyasyon maruziyetinin sınırlandırılması ile ilgili herhangi bir hüküm içermemektedir. 24.03.2000 tarih ve 23999 sayılı ve değişik 03.06.2010 tarih ve 27600 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan TAEK "Radyasyon Sağlığı Yönetmeliğinin" 37. maddesinde "Maruz kalınan doğal radyasyon seviyesinin yapı malzemeleri nedeniyle artmasının önlenmesi ve toplum üyelerinin alacağı radyasyonun mümkün olan en düşük seviyede tutulması amacıyla bu malzemelerdeki radyoaktivitenin kontrolü esastır." ifadesi yer almaktadır (TAEK 2010). Konutlarda ve işyerlerinde Radon gazı düzeyi ile ilgili sınırlama getirilmiştir. Buna göre Radon için mücadele edilen konsantrasyon seviyeleri yıllık ortalama olarak evlerde 400 Bq/m^3 , işyerlerinde 1000 Bq/m^3 değerlerini aşamaz. Kapalı ortamlardaki doğal radyasyon maruziyetini azaltmanın en etkili yolu, binalar yapılmadan önce inşaat ve yapı malzemelerinin radyolojik incelemenden geçirilerek yüksek aktivite içeren malzemelerin kullanımının sınırlandırılması veya yasaklanmasıdır. Türkiye’de yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan bazı malzemelerin doğal radyoizotop konsantrasyonları Tablo 2.11’de gösterilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı gibi aynı türdeki yapı malzemeleri arasında dahi çok büyük aktivite farklılıkları vardır.

İç mekân maruziyetinin düzeyi, dış ortam toprağındaki ve yapı malzemelerindeki radyonüklit konsantrasyonlarına bağlı olarak değişim gösterir. Her bir radyasyon kaynağının nispi katkısı, evin ve yapı malzemesinin türüne çok bağlıdır. İç ortam ve dış ortam doz hızı oranı 1,4 olup Dünya geneli için ortalama iç ortam gama doz hızı 84 nGy/saat 'tir (UNSCEAR 2008). Yıllık efektif doz hesaplamaları için genel olarak insanların zamanlarının %80'ini iç (kapalı) ortamlarda ve %20'sini de dış ortamlarda yani açık alanlarda geçirdikleri varsayılarak yapılır. Soğurulmuş dozu efektif doza çevirim kat sayısı 0,7 (Sv/Gy) olarak kabul edilir. Bu durumda Dünya genelinde dış ışınlamalardan alınan ortalama yıllık efektif doz $0,07 \text{ mSv}$ ($58 \times 0,2 \times (365,25 \times 24) \times 10^{-6}$), iç ışınlamalardan $0,41 \text{ mSv}$ ($84 \times 0,2 \times (365,25 \times 24) \times 10^{-6}$) olmak üzere toplam olarak $0,48 \text{ mSv}$ 'tir. Genel olarak ülke ortalamaları 0,3 ile 0,6 mSv düzeyindedir.

Tablo 2-11: Türkiye’de kullanılan bazı yapı kaplama malzemelerindeki, ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktiviteleri (TAEK 2009).

Malzeme Türü	Aktivite Konsantrasyon (Bq/kg)					
	Radyum-226		Toryum-232		Potasyum-40	
	Ort	Min-Mak	Ort	Min-Mak	Ort	Min-Mak
Yapı Malzemesi						
Çimento	42,0	13-163	27,1	7-125	269	64-679
Hazır Beton	19	6-39	27	1,5-21,5	170	45-465
Gaz Beton	17	12-24	22	7-37	325	246-403
Tuğla	31	25-49	37	27-51	776	587-1092
Briket	70	66-75	70	53-79	923	723-1080
Ytong Tuğla	9	4-13	10	6-17	208	148-326
Çakıl	20	14-28	21	20-32	383	27-552
Kum	16	4-56	18	2-67	364	54-879
Katkılı Beton	42	6-258	9	2-27	93	24-436
Kaplama Malzemesi						
Mermer	9	0,5-56	4	1-12	41	1,5-367
Granit	88	3-332	85	1-226	901	1,5-1925
Seramik	111	38-326	78	45-123	533	11-1249
Traverten	0,8	0,5-1,1	0,9	0,6-1,1	4,1	3,1-5,1
Mozaik	2,4	0,7-3,8	4,6	3,1-6,6	48	3,3-111
Fayans	69,4	40-96	58	40-69	658	290-1060
Karo	98	38-297	64	41-89	426	170-640
Alçı/Alçıtaşı	10	0,7-37	4	0,6-18	48	2-186
Kireç/Kireçtaşı	23	1-125	6	0,8-58	64	4-493

Dünya genelinde topraktaki U-238, Th-232 ve K-40 radyoizotoplarının konsantrasyonları sırası ile 37 ± 4 , 33 ± 3 ve 400 ± 24 olarak belirlenmiştir (UNSCEAR 2008). Doza çevirim kat sayıları (Bq/kg başına nGy/saat) U-238, Th-232 ve K-40 için sırası ile 0,452, 0,604 ve 0,0417 alınarak gerekli hesaplama yapıldığında ortalama doz hızı 54 nGy/saat olarak esaplanır. Böylece topraktaki bu izotoplardan kaynaklanan yıllık ortalama iç ve dış küresel efektif doz 0,43 ve 0,066 mSv olarak hesaplanmaktadır. Buradan da anlaşılabileceği gibi yapı malzemelerinden kaynaklanan dozlar çok önemli olmaktadır.

2.6.1.3 Karasal Yüksek Fon Radyasyon Bölgeleri

Dünya'nın değişik ülkelerinde farklı bölgelerde normal fon düzeyinin üzerinde aktivite gösteren yüksek doğal radyasyon bölgeleri vardır. Bunlardan Hindistan'da Kerala ve Madra sahilleri, Brezilya'da Guarapari kumsalları ve Çin'de Yangjian Quandong bölgesi monazite kumlarındaki zengin toryum mineralinden kaynaklanmaktadır. Bu bölgelerin bazı yerlerindeki doz hızı Dünya ortamasından 50-60 kat hatta bazıları 100 kattan daha yüksektir. Diğer yüksek fon radyasyon alanları termal sularla oluşan bölgelerdir. Azerbaycan'da, İran'da Ramsar ve Mahallat, Çin'de Sichuan Jiangzha ve Endonezya Bangka Adası'nda termal kaplıcaların olduğu bölgelerde 1000 kattan daha yüksek bölgelere rastlanmıştır (UNSCEAR 1993, 2000, 2008). Bu durum için açık bir ölçüt yoktur. Ancak yüksek radyasyon bölgelerinde maruziyet dozlarına bağlı sağlık etkileri izlenmelidir. Tablo 2.12'de yüksek fon radyasyon alanları gösterilmektedir.

Tablo 2-12: Dünya'daki yüksek fon radyasyon bölgeleri ve dış gama doz hızları (UNSCEAR 2008).

Ülke	Bölge Adı	Bölgenin Özelliği	Dış Ortam Gama Doz Hızı nGy/saat
Brezilya	Guarapari	Monazite kum	84 (26-300)
Brezilya	R.G. Norte	Uranyum sahası	108 (54-253)
Çin	Yangjiang Quandong	Monazite	370
Mısır	Roseta kıyı alanı	Monazite kum	20-400
Hindistan	Kerala ve Madras	Monazite kum	1500 (845-5270)
Çin	Sichuan, Jiangzha	Termal su	256-9140
Endonezya	Batı Java	Termal su	97 (33-224)
İran	Ramsar	Termal su	765 (80-100000)
İran	Mahallat	Termal su	300-3800
Azerbaycan	-	-	877-8770
Endonezya	Bangka Adası	-	330 (90-540)
Filipinler	San Vicente	-	300 (75-1558)
İspanya	Güney Galiçya	-	136-260
Fransa	Orta bölgesi	Granit, şist, kumtaşı, Uranyum minerali	20-400
İsviçre	Güney batı Tessin, Alp dağları Jura	Karstik toprak	100-200
Çek Cum.	Orta Bohemya	Uranyum-Toryum alanı, volkanik	90-170
İtalya	Lazio	Uranyum-Toryum alanı, volkanik	175 (120-270)

2.6.2 İç Işıma Yapan Doğal Radyasyon Kaynakları

Uranyum ve toryum serisi radyonüklitler ile doğada tek başına bulunan radyonüklitler, iki farklı yoldan vücuda girerek kritik dokulara yerleşir ve vücudu içten ışınlama yaparlar. Solunum havasında havadaki partiküllere tutunmuş olan radyonüklitler ile gaz fazında bulunan radon, toron vb. izotoplar solunum yoluyla vücuda alınırlar. Benzer şekilde topraktan bitkilere geçmiş olan radyoizotoplar sindirim yoluyla vücuda alınırlar. En çok iç maruziyet radon gazından meydana gelir. Dünya genelinde radon gazı maruziyeti sebebiyle alınan yıllık ortalama iç ışınlama dozu 1,15 milisiverttir. Solunum yoluyla oluşan ortalama yıllık maruziyet dozu 1,26 milisivert, sindirim sistemi yoluyla alınan yıllık ortalama maruziyet ise 0,29 milisiverttir (UNSCEAR 2008).

2.6.2.1. Solunum Yoluyla Oluşan Radyasyon Maruziyeti

Solunum yoluyla oluşan maruziyet, karasal kökenli radyonüklitlerin teneffüs yoluyla veya yutulmasıyla ortaya çıkmaktadır. İnhalasyona bağlı dozlar, ^{238}U ve ^{232}Th bozunma zincirlerinde bulunan radyonüklitleri içeren toz partiküllerinin havada bulunmasından kaynaklanmaktadır. Teneffüs etmeye bağlı maruz kalmanın başlıca bileşenleri, radonun kısa yarı ömürlü bozunma ürünleridir. Öneminden dolayı radon ve bozunma ürünleri ayrı bir başlık altında değerlendirilecektir.

Radon ve bozunma ürünlerinin dışındaki doğal radyonüklitlerin teneffüs edilmesi, iç maruziyete yalnızca küçük bir katkıda bulunur. Bu radyonüklitler, toprak parçacıklarının değişik doğa koşullarında havada süspansiyon haline getirilmesi nedeniyle teneffüs edilirler. Hava içindeki toz miktarı bir metreküpte 50 mikrogram ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) olarak farzedilirse, topraktaki ortalama uranyum ve toryum aktivite derişimleri (Bq/kg) 1 kg toprakta 25 Bq ve 50 Bq olarak bilindiğı için bunların havadaki konsantrasyonları $1\text{-}2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ olması beklenir.

Bununla birlikte, iklim, toprak sınıfı ve topraktaki konsantrasyonlar gibi birçok faktör, yerel düzeyde büyük derişimler gösterir. Havadaki doğal radyonüklit konsantrasyon derişkenliğini etkileyen diğer faktörler, kıyı bölgelerinde iç bölgeler ve endüstriyel bölgelere oranla daha düşüktür. Uçucu küllerdeki konsantrasyonlar toprağa

kıyasla daha yüksek olduğundan termik santral ve diğer yakıt külleri havadaki konsantrasyonu artırır.

UNSCEAR 1993 Raporunda, havadaki karasal radyonüklit konsantrasyonlarının temsili değerleri seçilmiştir. Bu alandaki veritabanı çok az değiştiğinden, bu değerlerin çoğu hala geçerli sayılır. En yüksek konsantrasyon, $500 \mu\text{Bq/m}^3$ ile Kurşun-210 (^{210}Pb)'dur. Diğer radyonüklitlerin konsantrasyonları Polonyum-210 (^{210}Po) için $50 \mu\text{Bq/m}^3$; Uranyum-238 (^{238}U), Radyum-226 (^{226}Ra), Radyum-228 (^{228}Ra) ve Toryum-228 (^{228}Th) için $1 \mu\text{Bq/m}^3$; Toryum-232 (^{232}Th) ve Toryum-230 (^{230}Th) için $0,5 \mu\text{Bq/m}^3$; ve U-235 için de $0,05 \mu\text{Bq/m}^3$ tür. Havada bulunan uranyum ve toryum serisi radyonüklitlerin inhalasyonuna bağlı olarak maruz kalınan yıllık ağırlıklı etkili dozun yaklaşık $0,006 \text{ mSv}$ olduğu tahmin edilmektedir (UNSCEAR 1993). Tablo 2.13'te doğal radyonüklitlerin havadaki konsantrasyonları ile buna bağlı etkin dozları gösterilmiştir.

Tablo 2-13: Referans değerlere göre uranyum ve toryum serisi radyonüklitlerden solunum yoluyla alınan yıllık aktivite ve doz miktarları (Bq/kg) (UNSCEAR 2000).

İzotop	Havadaki Konsantrasyonu ($\mu\text{Bq/m}^3$)	Etkin Doz Katsayısı ($\mu\text{Sv Bq}^{-1}$)			Etkin Doz (μSv)		
		Bebek	Çocuk	Yetişkin	Bebek	Çocuk	Yetişkin
Uranyum-238	1	9,4	4	2,9	0,018	0,022	0,021
Uranyum-234	1	11	4,8	3,5	0,021	0,027	0,026
Toryum-230	0,5	35	16	14	0,033	0,045	0,051
Radyum-226	1	11	4,9	3,5	0,021	0,027	0,026
Kurşun-210	500	3,7	1,5	1,1	3,5	4,2	4
Polonyum-210	50	11	4,6	3,3	1	1,3	1,2
Toryum-232	0,5	50	26	25	0,048	0,073	0,091
Radyum-228	1	10	4,6	2,6	0,019	0,026	0,019
Toryum-228	1	130	55	40	0,25	0,31	0,29
Uranyum-235	0,05	10	4,3	3,1	0,001	0,001	0,001
Toplam					5	6	5,8

2.6.2.2. Sindirim Yoluyla Oluşan Radyasyon Maruziyeti

Sindirim yoluyla alınan dozlar temel olarak yiyeceklerde ve içme sularında bulunan Potasyum-40, Uranyum-238 ve Toryum-232 serisi radyonüklitlerden kaynaklanır. Bu radyonüklitlerin gıdalar ve içme sularındaki konsantrasyonları ile yeme

ve içme davranışı alınan dozda etkilidir. Tablo 2.14'te referans yiyecek tüketim davranışı gösterilmiştir.

Tablo 2-14: Referans değerlere göre uranyum ve toryum serisi radyonüklitlerden sindirim yoluyla alınan yıllık aktivite ve doz miktarları (Bq/kg) (UNCEAR 2000).

İzotop Adı	Besinler ve Su ile Alınan Yıllık Aktivite (Bq)			Etkin Doz Katsayısı ($\mu\text{Sv Bq}^{-1}$)			Etkin Doz (μSv)		
	Bebek	Çocuk	Yetişkin	Bebek	Çocuk	Yetişkin	Bebek	Çocuk	Yetişkin
^{238}U	1,9	3,8	5,7	0,12	0,068	0,045	0,23	0,26	0,25
^{234}U	1,9	3,8	5,7	0,13	0,074	0,049	0,25	0,28	0,28
^{230}Th	1	2	3	0,41	0,24	0,21	0,42	0,48	0,64
^{226}Ra	7,8	15	22	0,96	0,8	0,28	7,5	12	6,3
^{210}Pb	11	21	30	3,6	1,9	0,69	40	40	21
^{210}Po	21	39	58	8,8	2,6	1,2	180	100	70
^{232}Th	0,6	1,1	1,7	0,45	0,29	0,23	0,26	0,32	0,38
^{228}Ra	5,5	10	15	5,7	3,9	0,69	31	40	11
^{228}Th	1	2	3	0,37	0,15	0,072	0,38	0,3	0,22
^{235}U	0,1	0,2	0,2	0,13	0,071	0,047	0,011	0,012	0,012
Toplam							260	200	110

Gıdalardaki doğal radyonüklit konsantrasyonları, toprağın içerdiği radyonüklitlerin düzeyi, iklim ve mevcut tarım koşullarına bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir. Sebze, meyve ve balık kategorilerinde yer alan yerel gıda çeşitleri arasında da farklılıklar vardır. Bu nedenle, raporlanan konsantrasyonların geniş aralıklarından dolayı referans değerler seçmek zordur. Spesifik radyonüklitlerin doza katkısı topraktaki uranyum ve toryum oranına bağlıdır o da biryerden diğer bir yere farklılık gösterir. Toprak türü de radyonüklitlerin toprakta tutulumunu ve bitkiye geçişini etkiler. Çeşitli ülkelerdeki uranyum ve toryum serilerinden alınan yıllık radyonüklit miktarı, yaklaşık olarak her bir radyonüklit için log normal dağılıma sahiptir. Benzer dağılım gösteren Kurşun-210 ve Polonyum-210 radyonüklitleri en yüksek konsantrasyonlara sahiptir. Benzer dağılımlar gösteren Radium-226 ile Uranyum-238 orta konsantrasyonlara sahipken, Toryum-230 ile Toryum-232 en düşük konsantrasyonlara sahiptir.

2.6.2.2.1 Sulardaki Radyoaktivite ve Radyasyon Maruziyeti

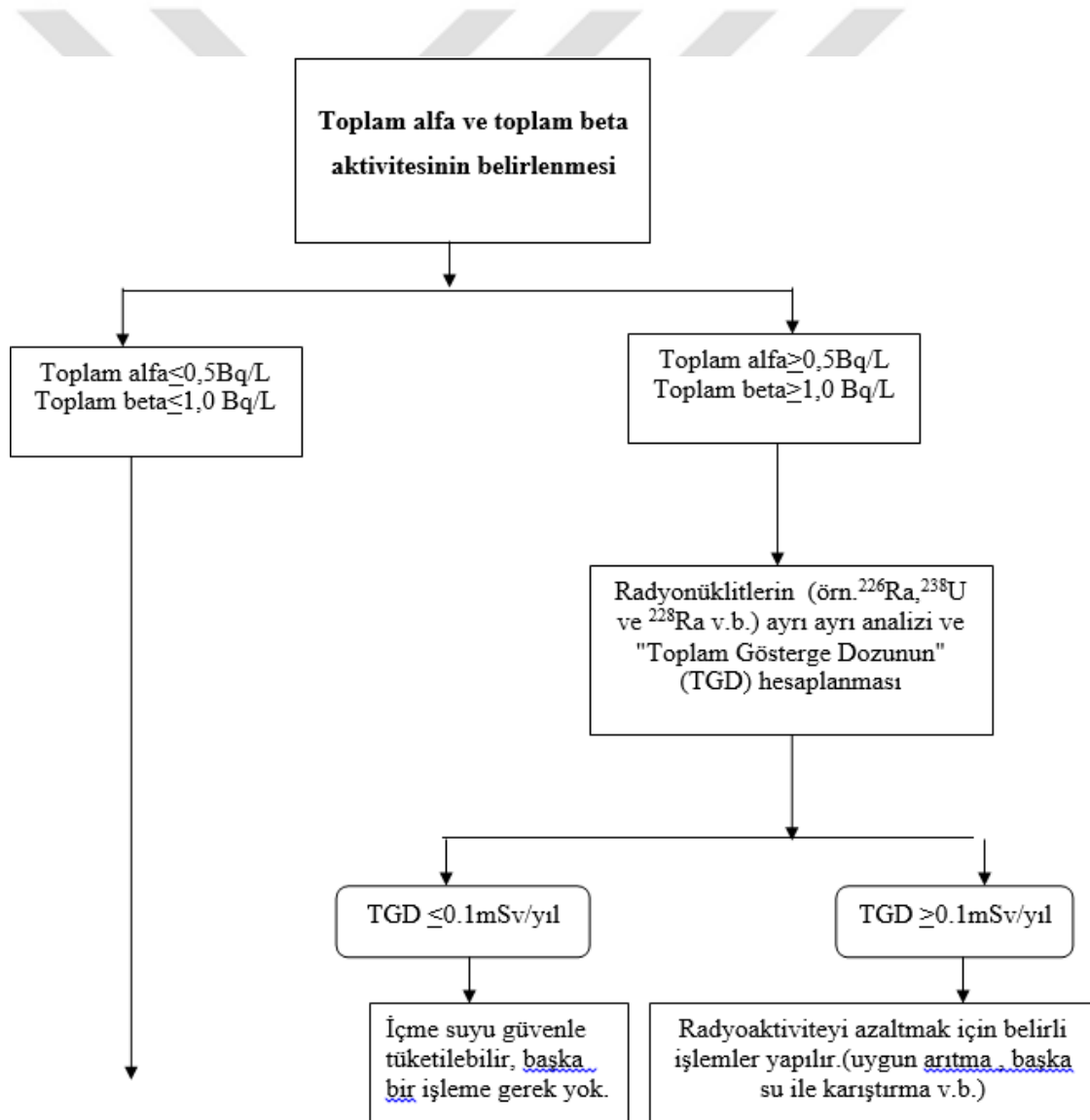
İnsanların ve tüm canlıların her türlü yaşamsal işlevleri için vazgeçilmez değere sahip olan su yaşamın temelidir. Dünyamızdaki miktarı sabit olup, okyanuslar, denizler, göller, akarsular, buzullar, yer altı suyu ve atmosferdeki su buharının tamamı yaklaşık olarak 1,386 milyar km^3 olarak tahmin edilmektedir. Bunun %96,5'ini okyanuslar, %2,5'ini de tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların %68 'i buzullarda, %30'u da yeraltında bulunmaktadır. Su bir taraftan yeraltı sularının oluşturduğu nehirler ve akarsular yoluyla denizlere, göllere ve okyanuslara akarken, diğer taraftan yeryüzünden buharlaşma yoluyla atmosfere yükselir ve tekrar yağışlar şeklinde yeryüzüne iner. Bu hidrolojik döngü sürekli devam etmektedir. İşte bu hidrolojik döngü sırasında yerkabuğunda ve atmosferde bulunan radyonüklitler suya karışarak bir yerden bir yere taşınırlar. Toprak yüzeyinden yeraltı rezerv alanına ilerlerken geçtikleri yerlerdeki toprak ve kayalarındaki radyonüklitleri çözerek bünyelerine alırlar ve böylece suyun radyoaktif olmasına neden olurlar. Yeraltı sularında en sık bulunan radyonüklitler uranyum serisinden Uranyum-238-234, Radyum-226, Radon-222, Kurşun-210 ile Potasyum-40 ve toryum serisinden Radyum-228 ve diğer bozunum ürünleridir. Bununla birlikte, Uranyum-235, Toryum-235 ve Rubidyum-87' gibi radyonüklitlerde düşük düzeyde bulunabilir.

Sulardaki radyonüklit içeriği ve aktivite düzeyi bulunduğu formasyonun jeokimyasal özelliklerine bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir. İçme sularında radyoaktivite artışına neden olan muhtemel diğer kaynaklar, uranyum madenciliği veya fosfatlı gübre üretimi gibi faaliyetler, nükleer yakıt çevrimi tesislerinden çıkan radyonüklitler, tıbbi veya endüstriyel kullanımlar sonucu oluşan radyoaktif atıkların düzenli çevre deşarjları sayılabilir (WHO 2006).

Analiz tekniklerinin gelişmesi ile birlikte sularda halk sağlığını tehdit eden kirleticilerin önemli boyutlarda bulunabileceği ve halk sağlığı sorunu oluşturduğu fikrinden hareketle belirli standartlar geliştirilmiştir (Schimmack ve ark. 1989; TS 266 1984).

Sulardaki radyonüklitlerden kaynaklanan radyasyon maruziyetinin insan sağlığını etkilemeyecek düzelda tutulması için ICRP ve DSÖ tarafından iki aşamalı radyolojik izleme önerilmiştir. İlk aşamada içme suları toplam alfa ve toplam beta

yayınlayıcılar açısından taranır ve sınır değerlerin aşılması durumunda güvenli olarak tüketilebilir. Ancak sınır değeri aşılması durumunda izotopik analiz yapılarak “Toplam Gösterge Dozuna” (TGD) bakılır. TGD bir insanın yıllık su tüketiminden aldığı doz olarak tanımlanabilir. DSÖ, Avrupa Komisyonu, ICRP gibi uluslararası kuruluşlar insanların yıllık tüketiminden kaynaklanan radyasyon dozunun 0,1 milisieverti aşmamasını önermektedirler. Bu değerin aşılması durumunda insan sağlığı açısından risk oluşturacağından ilgili suyun radyoaktivite düzeyini düşürecek tedbirler alınmalı veya tüketimi yasaklanmalıdır (WHO 2011). İçme sularının radyoaktivite değerlendirmeleri ile ilgili izlenecek yöntem Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



Şekil 2-11: İçme sularının radyolojik değerlendirilmesinde izlenen akış diyagramı.

DSÖ, ICRP, Avrupa Komisyonu ve Amerikan Çevre Koruma Ajansı gibi uluslararası kuruluşların tavsiyeleri doğrultusunda Dünyadaki ülkelerin büyük çoğunluğu içme sularındaki radyoaktivite düzeylerinin sınırlandırılması ile ilgili ulusal düzenlemeler yapmışlardır. Ülkemizde “Türk Standartları Enstitüsü” (TSE) tarafından oluşturulan “TS-266” Standardı’na göre içme sularındaki toplam alfa radyoaktivitesi için müsaade edilen maksimum değer 0,037 Bq/L, toplam beta için ise 0,37 Bq/L olarak belirlenmiştir. Ancak 2006 yılında radyoaktivite ile ilgili parametreleri revize etmiştir. TS-266 Nisan, 2006 tarihli içme suyu standardında müsaade edilen "Toplam Alfa, Toplam Beta, Tritiyum ve Toplam Gösterge Dozu" değerleri sırasıyla, 0,1 Bq/L, 1,0 Bq/L, 100 Bq/L ve 0,1mSv/yıl olarak belirlenmiştir. DSÖ'nün 2006 ve 2011 yılında yayınladığı "İçme Suları Kalite Rehberinde"de içme sularındaki radyoaktivite düzeyleri ile ilgili revizyona giderek toplam alfa/beta, trityum ve toplam gösterge dozu olmak üzere dört parametre için sınır değerler önermiştir. Buna göre "Toplam Alfa Aktivitesi 0,5 Bq/L", "Toplam Beta 1,0 Bq/L", "Tritiyum aktivitesi 100 Bq/L" ve "Toplam Gösterge Dozu 0,1 mSv/yıl" olarak belirlenmiştir. DSÖ'nün önerileri doğrultusunda Sağlık Bakanlığı tarafından "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" hazırlanmış ve "17/2/2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik revize edilerek 7 Mart 2013 tarih ve 28580 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Buna göre önceki yönetmelikte içme sularındaki toplam alfa aktivitesi sınır değeri 0,1 Bq/L, toplam beta aktivitesi 1,0 Bq/L, trityum aktivitesi 100 Bq/L ve toplam gösterge dozu 0,1 mSv/yıl olarak yer almıştır. Revize edilen yeni düzenlemede toplam alfa ve beta değerleri doğrudan yer almamış, "Tritiyum" ve "Toplam Gösterge Dozu" parametreleri yer almıştır. Tritiyum aktivitesi müsaade edilen sınır değeri 100 Bq/L, toplam gösterge dozu da 0,1mSv/yıl olarak belirlenmiştir. Tablo 2.15’te içme suları toplam alfa/beta, trityum ve toplam gösterge limit değerleri.

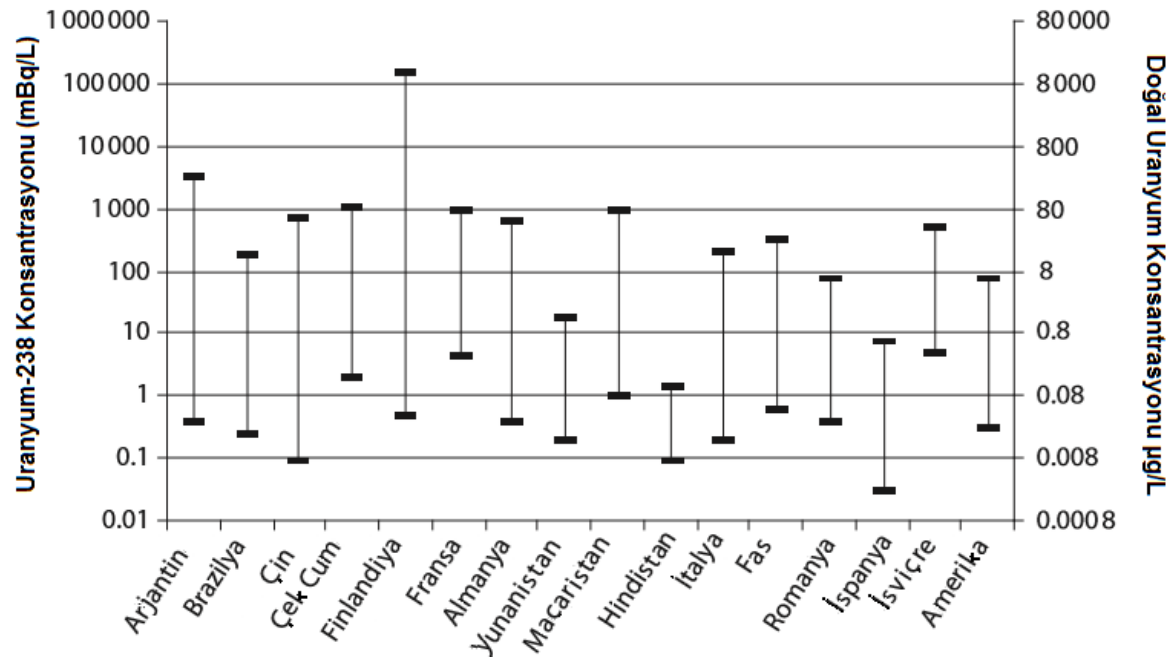
Tablo 2-15: İçme sularında trityum, toplam alfa ve beta radyoaktivitesi ile toplam gösterge dozu limitleri.

Parametre	TS-266 Türk Standartları Enstitüsü 2005	Sağlık Bakanlığı İçme Suyu Yönetmeliği 2005	WHO Dünya Sağlık Örgütü 2011	98/83/EC AB Direktifi 1998	EPA 2000
-----------	---	---	------------------------------	----------------------------	----------

Toplam Alfa	0,1 Bq/L	0,5	0,5 Bq/L	0,5 Bq/L	0,55 Bq/L
Toplam Beta	1,0 Bq/L	1,0	1,0 Bq/L	1,0 Bq/L	0,04 mSv/yıl
Trityum	100 Bq/L	100	100 Bq/L	100 Bq/L	
TGD	0,1 mSv/yıl	0,1 mSv/yıl	0,1 mSv/yıl	0,1 mSv/yıl	

İçme suları, uranyum ve radyum radyonüklitlerinin vücuda alınması için önem taşıdığından, diyetlerde alınan miktarlarının araştırılması ve risklerinin tahmin edilmesi gerekir. Doğal kaynak, mineralli su ve musluk sularındaki radyonüklit içeriklerin gözden geçirilmesi gerekir. Bu konuda ülkemizde ve Dünya'nın değişik ülkelerinde yapılmış birçok çalışma vardır (Douglas ve ark. 1990; Davila Rangel ve ark. 2002; Walsh ve ark. 2014; Desideri ve ark. 2007; Winde ve ark. 2017; Bonotto ve ark. 2009; El-Mageed ve ark. 2013; Meltem Degerlier ve Karahan 2010; M. Al-Amir ve ark. 2012; Fourtes ve ark 1990; Wagner ve ark. 2011, Turhan ve ark. 2013; Radespiel-Troger ve Meyer, 2013; Korkmaz Gorur ve Camgoz 2014).

Dünya'da içme sularındaki radyonüklit konsantrasyonları açısından çok büyük farklılıklar vardır. Şekil 2.12'de bazı ülkelerdeki içme sularında uranyum konsantrasyon dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 2-12: Bazı ülkelerde içme sularında uranyum konsantrasyon dağılımı (mBq/L).

Yapılan birçok çalışmada U-238 ile U-234 'ün dengede olmadığı görülmüştür. İtalya'da şişe sularında yapılan bir çalışmada $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ oranı 0,99 ile 1,6 arasında çıkmıştır. ABD'de başka bir çalışmada bir bölgede 1,16 ile 2,92, başka bir bölgede de 5,5 çıkmıştır. Ortalama oran 1,5 olarak önerilir, yani içme suyundan alınan dozların hesabı için sadece Uranyum-238 ölçümleri yapılmışsa, denge halinde olmadığı kabul edilerek oran 1,5 alınır.

Uranyum öncelikle vücutta iskelet içinde tutulur. Çeşitli kemik tiplerinde (vertebra, kaburga ve femur) konsantrasyonların yaklaşık olarak benzer olduğu, fakat farklı ülkelerde ve farklı yaş gruplarında büyük değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Uranyumun vücuttaki miktarının %70'inin kemiklerde biriktiği tahmin edilmektedir. Kemikteki ^{238}U referans konsantrasyonunun 100mBq/kg olduğu varsayıldığında, iskelette 500 mBq, tüm vücutta ise 710 mBq düzeyindedir. Yumuşak dokularda ortalama konsantrasyonu 3 mBq/kg olurken, akciğerler ve böbreklerde daha yüksek konsantrasyonlar ölçülür.

Toryum sindirim veya solunum yoluyla vücuda alınmasının ardından kemik yüzeylerine giderek yerleşir ve uzun süre orada kalır. Metabolizma modelleri vücuttaki toryumun %70'inin iskelette tutunduğunu varsaymaktadır. Referans konsantrasyondan yararlanarak kortikal ve trabeküler kemik miktarları sırası ile 4 ve 1 kilogram varsayıldığında vücuttaki Toryum-230 ve Toryum-232 yüklerinin 210 mBq ve 70 mBq olarak hesaplanabilir. Toryum ile uranyum vücutta benzer dağılım gösterir, fakat toryum konsantrasyonu biraz daha düşüktür. Radyum kemik dokusunda tutunur ve burada birikir. Vücuda doğrudan radyum alımının olmaması durumunda bile hem kurşun hem de polonyum, radyumun bozunması nedeniyle vücutta hala var olabilir, ancak direkt diyet alımı vücut içeriğinin oluşturulmasında en büyük öneme sahiptir. Erken ölçümler $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ konsantrasyon oranının kemikte 0,8, akciğerlerde 0,5 ve diğer yumuşak dokularda genellikle 1,0'a yakındır. Tütünde ^{210}Pb ve ^{210}Po bulunması sebebiyle sigara içenlerde bu radyonüklitlerin vücuda alınımı büyük ölçüde artırır. Sigara içenlerin akciğer parankimindeki ^{210}Po konsantrasyonu sigara içmeyenlere oranla yaklaşık üç kat daha fazladır. Vücut dokularındaki uranyum ve toryum serisi radyonüklitlerden kaynaklanan yıllık efektif doz 0,12 mSv olarak tahmin edilmektedir. Bu doza en büyük katkı ^{210}Pb 'dan gelir.

İçme sularındaki radyonüklitlerin konsantrasyonları çok büyük farklılıklar gösterir. En yoğun bulunan radyoizotoplar Uranyum-238, Uranyum-234, Radyum-226, Radyum-228 ve Kurşun-210 izotoplarıdır. Tablo 2.16'da Dünya'nın farklı ülkelerindeki içme sularının doğal radyonüklit konsantrasyonları gösterilmiştir.

Tablo 2-16: Dünya'nın farklı ülkelerinde içme sularındaki doğal radyonüklit konsantrasyonları.

Ülke	Uranyum-238 (mBq/L)		Radyum-226 (mBq/L)		Radyum-228 (mBq/L)		Kurşun-210 (mBq/L)	
	Ort.	Min-Mak	Ort.	Min-Mak	Ort.	Min-Mak	Ort.	Min-Mak
ABD	-	0,3-77	-	0,4-1,8	-	0-0,5	-	0,1-1,5
Brezilya	-	-	27	8,0-83	97	12-385	66	20-102
Fas	29,7	0,25-186	14	1-3.790	45	2-3.800	40	9-980
Fas	4,8	2,5-15,7	7,3	0,46-46	1,9	0,4-12		
Finlandiya	-	0,5-150.000	-	10-49.000		18-670		0,2-21.000
Finlandiya	4,2		0,44	-	-	-	0,43	-
Fransa	-	4,4-930		7-700	-	-	-	-
Almanya	5	0,4-600	5	0,5-32	3	0,5-23	1,5	0,2-170
Almanya	-	<10-30	-	30-30.200	-	410-7700	-	<200-300
İtalya	-	0,2-199	-	<1,2-23	-	1,5-12		
İtalya	-	0,5-119	-	0,5-126	-	0,1-44		
İspanya	4	0,028-7,6	1,75	1,3-2,2	<84,5	-	18,7	0,23-59
İngiltere	-	-	-	0-180	-	-	-	40-200
Çek Cum.	45	<2-1.080	28	40-302	-	-	-	<40-346
Macaristan	100	1-934	43	8-238	-	-	-	-
Romanya	-	0,4-37	-	0,7-21	-	-	-	7,0-44
Romanya	-	1,8-78,7	-	0,3-120	-	-	-	-
Rusya Fed.	-	-	7,4	2,6-23,4	12,6	2,4-34	26,9	2,3-67,9

2.6.2.2.2 Yiyeceklerdeki Radyoaktivite ve Radyasyon Maruziyeti

İster bitkisel kökenli isterse hayvansal kökenli olsun tüm yiyecekler eser miktarda radyonüklitleri içerirler. Topraktaki radyonüklitler diğer elementler gibi yapı elementi olarak bitkilerin yapısına katılmaktadır. Sucul bitkiler, balıklar veya diğer canlılar içinde bulundukları ortamdan aldıkları radyonüklitleri vücutlarında depolarlar ve böylece besin zinciriyle insanlara ulaşır ve iç ışınlanmalara neden olur. Besin maddelerinde en yaygın bulunan izotoplar, Potasyum-40, Uranyum-238 ve Radyum-

226 vb. radyonüklitlerdir. Tablo 2.17’de bazı yiyeceklerdeki Potasyum-40 ve Radyum-226 konsantrasyonları gösterilmiştir.

Tablo 2-17: Bazı yiyeceklerde Potasyum-40 ve Radyum-226 radyonüklitinin aktivite konsantrasyonu (Eisenbud ve Gesell 1997).

Yiyeceklerdeki Doğal Radyasyon		
Yiyecek	Potasyum-40 (Bq/kg)	Radyum-226 (Bq/kg)
Muz	130	0-0,037
Fındık	207	37-259
Havuç	126	0,200-0,074
Patates	126	0,037-0,092
Bira	14	-
Kırmızı et	111	0-0,019
Kuru fasulye	172	0,074-0,185
İçme suyu	-	0-0,006

Potasyum, gıdalarla alımdan sonra vücutta hemen hemen eşit dağılır ve vücuttaki konsantrasyonu homeostatik kontrol altındadır. Yetişkinlerde vücut içeriğinin %0,18, çocuklarda ise %0,2'sini potasyum teşkil eder. Doğal potasyumun %0,0117'sini Potasyum-40 oluşturur. Spesifik aktivitesi 26×10^8 Bq/kg, yaklaşık doz dönüşüm faktörü 0,003 mSv/yıl'dır. Vücut dokularında Potasyum-40'tan kaynaklanan yıllık eşdeğer doz yetişkinlerde 0,165, çocuklarda 0,185 mSv'tir. Sindirim ve solunum yoluyla vücuda yerleşen karasal kökenli radyonüklitlerden maruz kalınan yıllık toplam efektif doz 0,31 mSv'tir. Bunun 0,17 mSv'ti Potasyum-40'tan, gerikalan 0,14 mSv'ti de uranyum ve toryum serisinin uzun yarı ömürlü bozunum ürünleri olan radyonüklitlerden kaynaklanır. İç ışımalara neden olan radyonüklitlerin sindirim veya solunum yoluyla vücuda alınışı ve kritik organlarda birikme miktarlarının hesaplanmasında değişik

modeller kullanılır. Bu modellerde baz alınan ve küresel ölçekte referans olarak kabul edilen yiyecek, içecek ve solunum ile ilgili liste Tablo 2.18’de gösterilmektedir.

Tablo 2-18: Dünya’da referans kabul edilen modele göre bebek, çocuk ve yetişkinlerin tükettikleri yıllık yiyecek, içecek ve solunum miktarları (UNSCEAR 2008).

Diyet Türü	Bebek	Çocuk	Yetişkin
Yıllık Solunan Hava Miktarı (m³/yıl)			
Hava	1.900	5.600	7.300
Yıllık Kişi Başı Vücuda Alınan Besin ve Su Miktarı (kg/yıl)			
Süt ve Süt Ürünleri	120	110	105
Et ve Et Ürünleri	15	35	50
Tahıl Ürünleri	45	90	140
Yapraklı Sebzeler	20	40	60
Meyveler ve Köklü Besinler	60	110	170
Balık Ürünleri	5	10	15
Su ve İçecekler	150	350	500

Sindirim ve solunum yoluyla vücuda alınan radyonüklitler kritik organlara yerleşerek sürekli olarak dokuları ve hücreleri içerden ışınlırlar. Bu ışınlamalar sonucu maruz kalınan dozun hesaplanmasında diyet kritik öneme sahiptir. Beslenme davranışı ülkeler arasında çok büyük farklılıklar gösterdiği gibi ülkeler içerisinde lokal bölgeler arasında da önemli farklılıklar göstermektedir. Referans değerler baz alınarak yapılan hesaplamalara göre solunum, yiyecek ve içeceklerle doğal radyonüklitlerden yıllık alınan radyoaktivite ve etkin dozlar ile radyonüklitlerin vücut dokularındaki aktivite miktarları Tablo 2.19’da gösterilmiştir.

Tablo 2-19: Doğal radyonüklitlerin insan dokularındaki referans aktivite değerleri (mBq/kg) (UNCEAR 2008).

Radyonüklitler	Uranyum ve Toryum Serisi Radyonüklitlerin Referans Aktiviteleri (mBq/kg)				
	Akciğer	Karaciğer	Böbrek	Kas ve diğer	Kemik
Uranyum-238	20	3	30	5	100
Toryum-230	20	9	5	1	20-70
Radyum-226	4.1	4.1	4.1	4.1	260
Kurşun-210	200	400	200	100	3.000
Polonyum-210	200	600	600	100	2.400
Toryum-232	20	3	3	1	6,24
Radyum-228	20	3	2	2	100

2.7 Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

İyonlaştırıcı radyasyonlar ile ilgili ilk çalışmalar, Alman bilim adamı Wilhelm Conrad Roentgen'in 1895 yılında x ışınlarını keşfiyle başlamış, Henri Becquerelin Uranyum tuzlarının x ışınları ile benzer özelliklere sahip ışınlar yayınladığını keşfetmesi, Peter ve Marie Cuire'nin radyoaktivite ve radyoaktiflik üzerine yaptığı çalışmalar ile yeni bir düzeye ulaşmış ve hızlı bir gelişim göstermiştir. Radyoizotopların veya radyasyonun kontrolsüz ve korumasız kullanımının sağlık üzerine olumsuz etkileri ilk olarak bu alanda çalışanlar üzerinde görülmüş, birçok radyolog ve hastada aşırı doza bağlı eritemler ve organ kayıplarına varan yanıklar oluşmuştur (NRC 1999). Radyasyonun zararlı etkileri ile ilgili bilgiler çok uzun zamandır bilinmektedir. En çok bilinen zararlı etkisi kanser gelişmesine neden olmasıdır. Radyasyonun her türü kanserojen olarak kabul edilir ve hemen hemen tüm kanser türleri için en önemli risk faktörüdür. Diğer zararlı etkiler, doğal ömür kısalması, genetik anomaliler,

ülserasyonlar, katarakt, radyasyon hastalığı, saç dökülmesi, deride kızarıklık, üreme hücrelerinde sterilizasyon, hatta yüksek akut dozlarda ani ölümler dahi oluşturabilir (ICRP 1993).

Röntgen'in 1895 yılında x ışınını keşfinden sonraki ilk bir ay içerisinde radyasyon yanığı vakalarına rastlanmıştır. Radyasyon ve radyoaktivite ile ilgili ilk çalışmaları yapan bilim adamlarının çoğu yüksek radyasyon maruziyeti sebebiyle olumsuz etkilenmişlerdir. Henri Becquerel radyum numunesini cebine koymuş ve radyumdan yayınlanan gama ışınları sebebiyle cildinde yanıklar oluşmuştur. Aynı şekilde Peter ve Marie Curie çalışmaları sırasında kullandıkları radyumun gama ışınlarına maruz kalmışlar ve önemli derecede cilt yanıkları oluşmuştur (NRC 2006).

Radyasyonun kansere neden olduğuna dair bilimsel makaleler 1905 yılı itibariyle tıp dergilerinde yayınlanmaya başlamıştır. Genetik bozukluklara sebep olacağı ise 1920 'li yılların sonunda böcekler üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (ICRP 1993)

2.7.1 Radyasyonun Hücre ile Etkileşmesi

İyonize radyasyon DNA ile etkileşime girerek çok farklı türde hasar oluşmasına yol açmaktadır. Yüksek LET (Lineer Enerji Transferi) radyasyonu yolu boyunca, binlerce iyonizasyona neden olabilir ve hücreye nisbeten yüksek bir doz verir. Örneğin, 4 MeV'lik enerjiye sahip bir alfa parçacığı, ortalama büyüklükteki bir hücre çekirdeğinde yaklaşık olarak 23.000 iyonizasyon oluşturur (UNSCEAR 2000). Radyasyon ya doğrudan DNA ile etkileşime girerek hasar oluşturur veya DNA çevresindeki diğer moleküllerle etkileşime girerek serbest radikallerin oluşmasına neden olur ve bu radikaller DNA'ya hasar verirler. Hücre bu hasarların onarılması için hemen bir faaliyet başlatır, şayet hasar çok büyük değilse DNA tekrar onarılabilir, ancak hatalı onarım olması durumunda bu hatalı genetik bilgiler yavru hücrelere aktarılır (Desideri ve ark. 2007; Sara ve ark. 2011; Douple ve ark. 2011).

İyonize radyasyon maruziyetinin olumsuz etkilere yol açan mekanizmaları henüz tam olarak anlaşılamamıştır. İyonize radyasyon, vücudun hücrelerindeki DNA da dahil olmak üzere bütün moleküllerin yapısını değiştirmek için yeterli enerjiye sahiptir. Moleküler düzeyde gerçekleşen bu değişikliklerden bazıları o kadar karmaşıktır ki, bu nedenle vücudun onarım mekanizmalarını tam olarak anlayabilmek çok zordur.

Bununla birlikte, moleküler düzeyde olan bu tür değişikliklerin küçük bir fraksiyonun dahi sağlık etkilerine ya da kanser gelişimine neden olduğu tahmin edilmektedir. İyonlaştırıcı radyasyonun sağlık üzerine etkilerinin araştırılması ile ilgili en önemli çalışmalar Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombalarından sağ kurtulanlar üzerinde yapılan çalışmalardır. Her yaştan ve her cinsten oluşan çok geniş bir nüfus profilini barındırması sebebiyle çok geniş ve çok kapsamlı araştırma imkânı sağlamıştır. Japonya Radyasyonun Etkilerini Araştırma Kuruluşu (RERF), hayatta kalan bu kurbanlar üzerinde 50 yıldan uzunca bir süredir takip çalışmalarını (follow up) sürdürmektedir. Bu çalışmaların önemli bulgularından biri, solid kanserlerin radyasyon dozu ile orantılı olarak artmasının aydınlatılmasıdır (NRC 2006).

2.7.2 Radyasyonun Deterministik ve Stokastik Etkileri

Radyasyon maruziyetine bağlı olumsuz sağlık etkileri iki genel kategoride gruplanabilir:

Bunlar; deterministik etkiler ve stokastik etkiler olarak gruplandırılırlar. Deterministik etkiler genellikle yüksek akut doz maruziyeti sonucu hedef dokuda büyük oranda hücre kaybı ya da hücre hasarlanması şeklinde oluşur. Stokastik etkilerde ise radyasyon maruziyeti sonucu direkt etkiler oluşmaz fakat hücrelerde meydana gelen genetik hasarlar hücrede mutasyona neden olur ve geç dönemde kanser gelişmesine neden olur. Bu mutasyona uğramış hücreler germ hücresi ise kalıtsal olarak yavru dölle aktarılabilir.

2.7.2.1 Radyasyonun Deterministik Etkileri

Dokularda reaksiyonun başlayabilmesi için genellikle bir eşik doz vardır. Radyasyon maruziyeti öncesi dokudaki hücre popülasyonu dokunun tüm fonksiyonlarını yerine getirecek sayıdadır. Maruziyet sonrası hücre, popülasyonunun bir kısmını kaybederek öyle bir eşik değere ulaşır ki artık fonksiyonlarını tam olarak yerine getirmesi zorlaşır. Yani radyasyonun etkisinin dedekte edilebileceği bu doz düzeyi klinik açıdan oldukça önemlidir ve eşik doz olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle maruziyet sonrası etkisi gözlenebilen veya dedekte edilebilen en küçük radyasyon dozudur. Eşik dozun üzerindeki maruziyet dozlarının şiddeti arttıkça dokunun kendini koruması ve iyileşmesi güçleşir. Maruziyetin erken dönemindeki (günler, haftalar) günlerde dokuda hücresel tepki sonucu enflamasyon veya hücre ölümleri gerçekleşir.

Geç doku reaksiyonları aylar yıllar sürebilir. Yapılan çok sayıda çalışma erken dönemdeki doku reaksiyonlarında bazı sitokinler ve büyüme faktörleri ile öncül hücrelerin rejenerasyonunun uyarılması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Geç dönem reaksiyonlarında özellikle vasküler düzenleyici ajanların, hasarı geciktirmek için görev yaptığı anlaşılmaktadır. Dokuların ve organların tepkisini modifiye edebilme kabiliyeti, 'deterministik özellikler' teriminin tamamen doğru olmadığı anlamına gelir; çünkü niceliksel olarak, etkenler mutlaka önceden belirlenemez. Yaklaşık 100 mGy'e kadar absorbe edilen doz aralığında hiçbir dokuda klinik olarak işlevsel bozukluk tespit edilmemiştir (ICRP 103).

Radyasyon maruziyeti sonucu hücre DNA'sında meydana gelen hasar şayet yeterince onarılamazsa hücre ya ölür ya da bozuk olarak işlevine devam eder. Dokudaki hücre popülasyonu belli bir eşik değerin altına düştüğünde dokularda işlevsel bozukluklar başlar. İşte gözle görülebilir etki oluşturan bu hasarlara deterministik etkiler adı verilir (Desideri ve ark. 2007; Sara ve ark. 2011).

2.7.2.2 Radyasyonun Stokastik Etkileri

Epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, yaklaşık 100 mSv veya daha düşük dozlardaki radyasyon maruziyetinin bazı belirsizlikler olsa da kanser riskini artırdığını kanıtlamaktadır.

Radyasyon maruziyeti sonrası hasarlanan DNA hücresi ya kendini tamir ederek işlevlerine devam eder veya hasar büyükse kendini yenileyemez ve ölür. Şayet hasarlı DNA kendini yenilerken hatalı bir yenileme meydana gelirse bu bozukluklu hücre çoğalması sırasında yavru hücrelere aktarılır ve sonuç olarak radyasyona maruz kalan bireylerin dokularında kanser gelişmesine yol açacaktır. Maruziyet sebebiyle oluşan genetik değişiklikler yavru dölle aktarılabilir ve böylece kalıtsal anomaliler oluşabilir. İşte radyasyonun uzun dönemde açığa çıkan (kanser veya genetik anomaliler oluşması) bu etkilerine stokastik (tesadüfi) etkiler denir (ICRP 1993). Tek bir hücre dahi kanser oluşumuna veya kalıtsal anomaliler oluşmasına neden olabilir. Stokastik etkiler oluşması için belirli bir eşik doz yoktur, ancak doz arttıkça kanser riski veya genetik anomali riski de artmaktadır (Desideri ve ark. 2007; Douple ve ark. 2011).

2.7.3 Radyasyon ve Kanser İlişkisi

Radyasyon pek çok kanser türünün gelişmesinde önemli etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Radyasyonun neden olduğu ilk kanser vakası Thomas Edison'un geliştirdiği floroskopi cihazını kullanan asistanı Clarence Dally'dir. Cildinde dejenerasyonlar gelişmiş, bu karsinoma dönüşmüş ve 1904 yılında hastalığa yenilmiştir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar erken dönem radyologlarının diğer sağlık çalışanlarına göre daha yüksek mortalite oranına sahip olduğunu göstermektedir (NRC 2006). Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombasından hayatta kalanların oluşturduğu kohort grubu üzerinde yapılan çalışmalar bazı kanser türlerinde alınan radyasyon dozu ile kanser gelişimi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Hayvan çalışmalarının sonuçları, düşük doz iyonize radyasyonun biyolojik etkilerini ve doz-cevap ilişkisini değerlendirmek için mevcut veri tabanına önemli katkıda bulunmaktadır. İyonizan radyasyon, insan hücrelerindeki DNA dâhil tüm molekülleri değiştirecek yeterli enerjiye sahiptir. Bu moleküler değişikliklerden bazıları o kadar karmaşıktır ki DNA'nın bunu doğru olarak tamir etmesi çok mümkün olmayabilir.

1990'dan beri radyasyon kaynaklı tümör gelişimi konusunda elde edilen veriler, tek bir hücredeki DNA hasarına karşı oluşan yanıtın dahi kritik önemde olduğunu göstermektedir.

İnsan vücudunu oluşturan dokular ve hücreler farklı radyasyon duyarlılığına sahiptir ve semptomlar bu duyarlılığa göre farklılıklar gösterir. Farklı duyarlılıkta olsalar da tüm organ ve dokularda kanser gelişme ihtimali vardır. Tümör gelişimi dört evrede özetlenebilir.

Bunlar;

- A) Tümör başlatma (Tumour initiation) evresi; normal bir hücrenin, kansere yol açabilecek anormal bir hücre eğilimi (pre-neoplastic state) içine girişi;
- B) Tümör geliştirme (Tumour promotion) evresi; başlatıcı hücrelerin, pre-neoplastik kopyalarının büyümesi, geliştirilmesi ve çoğalması;
- C) Malign dönüşüm (Malignant conversion) evresi; pre-neoplastik evreden kanser gelişiminin muhtemel olduğu bir evreye geçiş ve

D) Tümör ilerlemesi (Tumour progression) evresi; hücrelerin daha hızlı gelişimine ve invaziv özellikler kazanmasına izin veren tümörigenezin sonraki evreleri dir.

Kısaca hem lenfo-hemopoetik hem de solid tümörlerin kendi dokularında tek bir kök hücre benzeri hücreden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genellikle dokuya spesifik olan bazı gen ve kromozomal mutasyonlar, bu hedef kök hücrelerin normal büyüme ve gelişim kısıtlamalarından kısmen kaçmasına izin veren hücresel özellikler kazandırabilir.

Tümör gelişiminin ayrıntılı olarak açığa çıkarılması amacıyla 1990'dan beri birçok model çalışma yürütülmüştür. Deneysel olarak çok kademeli radyasyon tümörigenezini araştırmak için hücresel, sitogenetik, moleküler ve histopatolojik tekniklerin bir kombinasyonu olan radyasyon tümörigenezi hayvan modelleri çalışmaları bu alanda yapılan en değerli çalışmalardır (ICRP 2007).

Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombasından hayatta kalanların oluşturduğu kohort grubu üzerinde yapılan çalışmalar bazı kanser türlerinde alınan radyasyon dozu ile kanser gelişimi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmalarda, yemek borusu, mide, kolon, karaciğer, akciğer, melanoma dışı deri kanseri, kadın meme, yumurtalık, mesane, beyin-merkezi sinir sistemi ve tiroid kanserleri ile tüm solit kanserlerin maruziyet dozu ile doğrudan ilişkili olduğu istatistiki olarak ortaya konmuştur. Ayrıca bazı kan kanserleri ile radyasyon ilişkisi saptanmıştır (El-Mageed ve ark. 2013).

UNSCEAR'ın tahminlerine göre 1 sivertlik akut dozun oluşturduğu kanser riski kadınlarda %13, erkeklerde %9 düzeyindedir. Çocuklarda ise 0-5 grubunun 10-14 yaş grubuna göre beş kat daha hassas olduğu tespit edilmiştir (UNSCEAR 2000). Dünya genelinde insanların beşte biri, birçok endüstrileşmiş ülkelerde yaşayan insanların üçte biri hayatlarında kanser tanısı alır (Radespiel-Troger ve ark. 2013; Korkmaz Görür ve ark. 2014).

2.8 Radon Gazı

2.8.1 Radon gazı ve Özellikleri

Radon gazı uranyum serisinden radyumun (Ra-226) bozunması sonucu oluşan renksiz, kokusuz, tatsız ve kimyasal olarak reaktif olmayan periyodik cetvelin soygazlar

sınıfında bulunan bir soy gazdır. Atom numarası 86, kütle numarası 222, yarılanma süresi 3,8 gündür. Havaya göre 7,5 kat daha ağırdır. Duyu organları ile algılanamaz, ancak özel geliştirilmiş dedektörler yardımı ile tespit edilebilirler. Radonun en çok bilinen izotopları "Radon" (^{222}Rn), "Toron" (^{220}Rn) ve "Aktinon" (^{219}Rn) olmakla birlikte toplam izotop sayısı 27'dir. Kaynağı yeryüzünün oluşmasından bu yana yer kabuğunun yapısında yeralan kayalar ve topraklarda bulunan uranyumdur. Bu yüzden coğrafi ve jeolojik yapı değiştikçe topraktaki veya kayalardaki uranyum derişimi de değişeceğinden her yerde farklı düzeydedir.

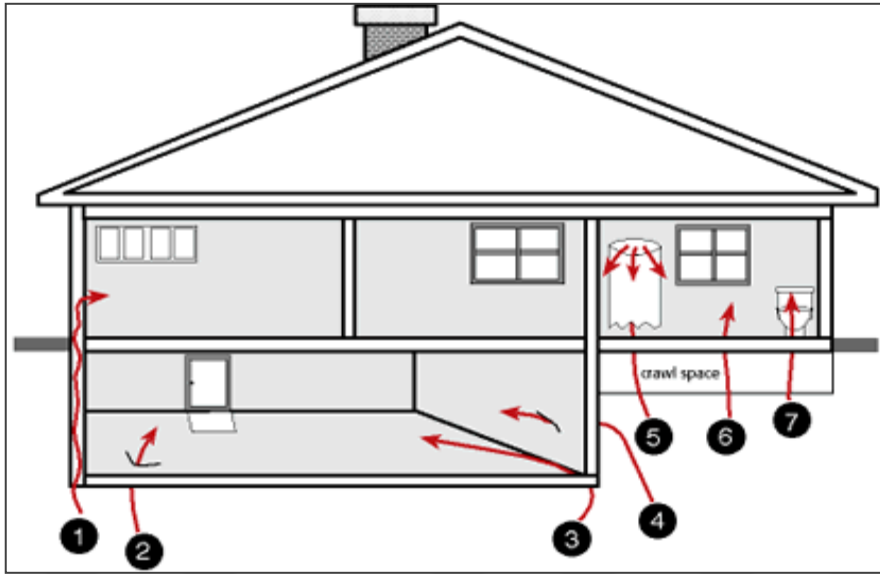
Herhangi bir ortamda başlangıçtaki radon çok fazla aktif değildir. Ancak radon bozunduktan sonra oluşan bozunum ürünleri çok kısa aralıklarla bir seri bozunum geçirirler ve ortamın aktivitesini hızlı bir şekilde yükseltirler. Radon alfa ışıması yaparak Polonyum-218'e (^{218}Po), 3,05 dakika sonra o da alfa ışıması yaparak Kurşun-214'de (^{214}Pb), kurşun 26,8 dakika sonra beta ve gama ışıması yaparak bizmut-214'de (^{214}Bi), bizmut 19,7 dakika sonra beta ve gama ışıması yaparak Polonyum-214'de (^{214}Po), ve o da 0,00016 saniye sonra alfa ışıması yaparak Kurşun-210 dönüşür. Görüldüğü gibi yaklaşık 50 dakikalık bir sürede 5 farklı bozunum gerçekleşmekte ve üç saat içinde başlangıç aktivitesinin yaklaşık 3 katı aktiviteye yükselmektedir. Şekil 2.13'de radon bozunumu sonucu oluşan kısa yarı ömürlü ürünler gösterilmiştir. Özellikle Polonyum-218 ve Polonyum-214 çok kısa yarı ömürlü olmaları ve alfa yayınlayıcı olmaları sebebiyle sağlık için çok risklidir.

Radyasyon Türü	Radyonüklid	Yarıömür
Alfa gama	Radon-222	3,8 gün
Alfa gama	Polonyum-218	3,05 dakika
Beta gama	Kurşun-214	26,8 dakika
Beta gama	Bizmut-214	19,7 dakika
Alfa gama	Polonyum-214	0,000164 saniye
Beta gama	Kurşun-210	22 yıl
Beta gama	Bizmut-210	5 gün
Alfa gama	Polonyum-210	138 gün
	Kurşun-206	Kararlı

Şekil 2-13: Radon gazı ve bozunum ürünleri.

2.8.2 Evlerde ve Kapalı Ortamlardaki Radon Kaynakları

Ev içi radonun temel kaynakları 4 grupta toplanabilir. Bunlar binanın oturduğu zemin toprağı, binanın yapımında kullanılan inşaat malzemeleri, içme ve kullanma suları, evde kullanılan doğalgazdır. Zemin toprağının derinliklerinde radyumun bozunması sonucu oluşan radon gazı toprak gözeneklerinde birikir ve buradan topraktaki sıcaklık, nem, basınç ve geçirgenliğe bağlı olarak üst tabakalara doğru hareket eder. Şayet bina zemini iyi izole edilmemişse buradaki çok küçük çatlaklar, yapı bağlantı noktaları, tesisat boşlukları, duvar çatlakları, duvar arası boşluklar, asma kat boşlukları, vb. yerlerden binalara girer ve burada birikirler. Şimdiye kadarki yapılan çalışmaların çoğunda ev içinde biriken radon düzeyine en büyük katkının topraktan sızan radondan kaynaklandığı belirlenmiştir. Şekil 2.14'te radonun binalara giriş yolları gösterilmiştir (Kearfortt ve ark. 1992; Nero ve Nazaroff 1984; Dong Xie ve ark. 2015).



Şekil 2-14: Radon gazının binalara giriş yolları (1: Duvar içi boşluklar, 2: Zemin çatlakları, 3: Yapı bağlantı noktaları, 4: Duvar çatlakları, 5: İçme ve kullanma suları, 6: Asmakat boşlukları, 7: Tesisat boşlukları.

Genellikle kapalı ortam havasındaki radon konsantrasyonu, toprak havasındaki radon konsantrasyonunun binde biri ile binde beşi kadardır. İkinci kaynak binada kullanılan yapı malzemelerinin içerdiği uranyum ve radyumdan salınan radondur. Bu malzemelerden salınan radon doğrudan iç mekânlarda birikir. Şayet yapı malzemelerinin içerdiği uranyum ve radyum konsantrasyonu yüksek ise zemin toprağından salınan radondan daha çok radon salınabilir ve birincil kaynak olabilir. Üçüncü kaynak içme ve kullanma sularıdır. Özellikle granitik vb. uranyum ve radyum bakımından zengin yeraltı katmanlarından çıkarılan içme suları önemli bir radon kaynağı oluşturmaktadır. Radon suda çözünen bir gaz olduğu için sudaki konsantrasyonları oldukça yüksek düzeylere kadar ulaşabilir. Göl, nehir vb. yüzey suları hava ile sürekli temas halinde olduğu için radon gazı havaya yayılmaktadır. Yeraltı sularındaki konsantrasyonu yüzey sularına göre katbe kat daha yüksektir. Dünya'nın farklı bölgelerinde aşırı yüksek konsantrasyonda kuyu suları tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları Finlandiya'da 77.500 Bq/L, Amerika'da 20.000 Bq/L ve Kanada'da 15.000 Bq/L olarak belirlenmiştir (Salonen 1994).

Diğer önemli radon kaynaklarından biri de evlerde kullandığımız doğalgazdır. Doğalgaz kuyularındaki radon konsantrasyonları büyük farklılık gösterir. Amerika'da doğalgaz kuyularında yapılan bir çalışmada radon konsantrasyonu 37 Bq/m^3 ile 2.923

Bq/m³ arasında tespit edilmiş olup farklı bölgelerinde 50.000 Bq/m³ gibi çok yüksek değerler dahi ölçülmüştür. İngiltere'deki bir araştırmada, evlerde doğal gaz kullanımından kaynaklanan radon maruziyetinin toplam radon maruziyetinin %1'inden daha az olduğu tespit edilmiştir. Yanma sonucu oluşan ürünlerin dışarı atılması durumunda doğal gaz kaynaklı radon maruziyeti ihmal edilebilir (UNSCEAR 1988; Wilkins 1980).

Aslında dış ortam havasındaki radon gazı oldukça düşük konsantrasyonlardadır. Bu konsantrasyon 1-100 Bq/m³ değerleri arasında değişim gösterir (UNSCEAR 2000).

Fakat kapalı bir ortamda düzenli ve iyi havalandırma yapılmadığı takdirde çok yüksek konsantrasyonlarda birikebilir ve önemli sağlık riskleri oluşturabilir. Gün içinde ve yıl boyunca mevsimlere ve hatta aylara göre değişik konsantrasyonlar gösterir. Gün boyunca saat 14 ile 20 arasında en yüksek, yıl içinde ise ağustos ayında en düşük, ocak ayında en yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Kapalı ortam radon konsantrasyonları insanların yaşam şekli, davranışları, alışkanlıkları, pencerelerin durumu, evin ısıtma sistemi, evin izolasyonu, havalandırma durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak ta farklılıklar gösterir. Her gün 30 dakikalık düzenli havalandırma ev içi radon birikimini önemli oranda engeller.

Radon maruziyetinin sağlık etkileri ile ilgili ilk olarak Dünya Sağlık Örgütü'nün ilgisi, kapalı ortam hava kalitesi Avrupa çalışma grubu ile başlamıştır. Günümüze kadar Dünya'nın birçok ülkesinde ev içi radon konsantrasyonlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (WHO 2009). Ev içi radon konsantrasyon düzeyleri ülkeler arasında da büyük farklılıklar göstermektedir. OECD ülkelerindeki radon konsantrasyon düzeyleri Tablo 2.20'de gösterilmiştir.

Tablo 2-20: OECD ülkelerindeki radon konsantrasyon düzeyleri.

Sıra No	Ülke	Aritmetik Ortalama	Geometrik Ortalama	GSS
1	Avusturalya	11	8	2,1
2	Avusturya	99	15	NA

3	Belçika	48	38	2
4	Kanada	28	11	3,9
5	Çek Cum.	140	44	2,1
6	Danimarka	59	39	2,2
7	Finlandiya	120	84	2,1
8	Fransa	89	53	2
9	Almanya	49	37	2
10	Yunanistan	55	44	2,4
11	Macaristan	82	62	2,1
12	İzlanda	10	NA	NA
13	İrlanda	89	57	2,4
14	İtalya	70	52	2,1
15	Japonya	16	13	1,8
16	Lüksemburg	110	70	2
17	Meksika	140	90	NA
18	Hollanda	23	18	1,6
19	Yenizelan	22	20	NA
20	Norveç	89	40	NA
21	Polonya	49	31	2,3
22	Portekiz	62	45	2,2
23	G.Kore	53	43	1,8
24	Slovakya	87	NA	NA
25	İspanya	90	46	2,9
26	İsveç	108	56	NA
27	İsviçre	78	51	1,8
28	İngiltere	20	14	3,2
29	Amerika	46	25	3,1

Finlandiya ve Çek Cumhuriyeti gibi topraklarında uranyum ve radyum konsantrasyonu yüksek olan ülkelerde ev içi radon konsantrasyonlarında yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

2.8.3 Radon Gazının Sağlık Etkileri

İlk mesleki solunum kanserojeni denilebilir. Avrupa'da Erz Dağları'ndaki yeraltı metal madencileri arasında solunum sistemi hastalıklarından olağan dışı yüksek mortalite gözlemlendiği 1500'lü yıllardaki kayıtlarda geçmektedir. Harting ve Hesse 1879 yılında madencilerde yaptıkları akciğer otopsilerinde maling tümörleri belgelemişler ve 20. yy'ın başlarında bu tümörler primer akciğer karsinoması olarak gösterilmiştir. Çekoslovakya'da Joachimstahal'daki madende yüksek düzeyde radon tespit edilmesi ve madencilerde de yüksek oranda akciğer kanseri görülmesi, radonun akciğer kanserine neden olduğu hipotezine yol açmıştır. Ancak bu hipotez, 1950'li ve 1960'lı yıllara değin, yani radona maruz kalan diğer yeraltı madencileri üzerinde yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda radonun gerçekten akciğer kanserine neden olduğu teyit edilene kadar kabul görmemiştir. Radon, şimdi Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından bir insan kanserojeni olarak sınıflandırılmıştır (IARC 1988; IARC 2001; NRC IV 1988; NRC VII 2006). Epidemiyolojik çalışmalar, ev içi radon seviyesinin yeraltı madenlerine göre daha düşük düzeyde olmasına rağmen, ev içi radon maruziyeti ile akciğer kanseri arasında bir bağıntı olduğunu kanıtlamaktadır (NRC 1999).

Radon gazı Dünyada sigaradan sonra ikinci en büyük akciğer kanseri nedeni olarak bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü tüm akciğer kanserleri arasında radon gazının neden olduğu akciğer kanseri oranını, kullanılan yöntem ve konsantrasyona bağlı olarak %3 ile %14 arasında değiştiğini belirtmektedir (EPA 2017). "Çevresel Koruma Ajansı" (EPA) ABD'de her yıl radonun neden olduğu akciğer kanserine bağlı ölümleri yaklaşık 21.000 olarak tespit etmektedir. Avrupa Birliği'nde ise radon kaynaklı akciğer kanserinden ölümler 20.000 olarak tahmin edilmektedir (EPA 2017). Bu değer AB'de ki toplam akciğer kanserlerinin %9'unu tüm kanser ölümlerinin de %2'sini oluşturmaktadır.

Önceleri madencilerde akciğer kanserinin nedeni sadece radon olarak biliniyordu, fakat Harley Rensselear doktora tezinde radon ile birlikte bozunma ürünlerinin varlığından bahsetmiş ve akciğer kanseri oluşmasında önemli oranda radyasyon dozunu radonun kısa ömürlü bozunum ürünlerinin verdiğini ortaya koymuştur NRC (1999). Radon bir alfa ışıması yaparak bozunduğunda ilk olarak kısa yarı ömürlü bozunum ürünlerinden Polonyum-218'e (^{218}Po) dönüşür. Bu izotopun hava içindeki küçük partiküllere tutunma eğilimi yüksektir. Eğer radon gazı teneffüs edilirse oluşan kısa yarı ömürlü bozunum ürünleri ^{218}Po den başlayarak akciğer alveollerindeki

epitel hücrelerine tutunur ve sırasıyla Kurşun-214 (^{214}Pb), Bizmut-214 (^{214}Bi) ve Polonyum-214'de (^{214}Po) dönüşerek ışınlamaya devam ederler ve epitel hücrelerinin doz almasına neden olurlar. Kısa yarı ömürlü Polonyum-218 ve Polonyum-214 alfa yayınladıkları için akciğer kanseri açısından önemlidir, fakat uzun yarı ömürlü Kurşun-210 dolaşım kanına geçerek vücudun diğer dokularına yerleşir, nispeten maruziyet dozu daha azdır (ICRP 2010). Alınan dozlar neticesinde DNA'da meydana gelen hasarlar tamir edilemeyecek derecede büyük ise hücre ölür ve kansere neden olmaz, ancak DNA hasarı tamir edilebilecek düzeyde ve tamirat işlemi hatalı yapılmışsa kanser gelişmesine neden olmaktadır.

2.8.4 Radonla İlgili Standartlar ve Eylem Seviyeleri

Uluslararası Radyasyondan korunma komitesi (ICRP), radyasyonun stokastik etkileri için bir sınır değeri olmadığı, doz ile kanser riski arasında lineer bir ilişki bulunduğu fikrinden hareketle, mücadele edilen doz limitlerini düşürmüştür. ICRP konutlar ve işyerleri için radona maruziyeti sınırlandırmış ve yıllık ortalama radon derişimleri için eylem düzeyleri belirlemiştir (ICRP 1991; 1993). Buna göre ICRP 65 nolu raporu ile bireylerin ev ve işyerlerinde, radon maruziyetinden alacakları yıllık doz düzeyi 3-10 milisivert olarak sınırlandırılmıştır. Bu doz düzeyine karşılık gelen radon konsantrasyonları evler için 200-600 Bq/m³ (evde bir yılda geçirilen süre 7000 saat ve denge faktörü 0,4 alınmıştır), işyerleri için ise 500-1.500 Bq/m³ olarak hesaplanmıştır. Tablo 2.21'de ev ve işyerlerindeki Radon düzeyleri ile ilgili eylem seviyeleri gösterilmiştir.

Tablo 2-21: Ev ve işyerlerindeki radon düzeyleri ile ilgili eylem seviyeleri (ICRP 1993).

Eylem Seviyesi (Etkin Doz)	3 mSv/yıl	10 mSv/yıl
Evler için Eylem seviyesi (Radon Konsantrasyonu)	200 Bq/m ³	600 Bq/m ³
İş Yerleri için Eylem Seviyesi (Radon Konsantrasyonu)	500 Bq/m ³	1500 Bq/m ³

ICRP'nin 65 nolu raporunda verilen radon limit değerleri 2007 yılında ICRP 103 nolu raporu ile revize edilerek konutlarda eylem seviyesi üst sınırı olan 600 Bq/m³lük

konsantrasyon değerinden 300 Bq/m³ değerine düşürülmüş ve alt referans konsantrasyon değerinin belirlenmesi ulusal otoritelere bırakılmıştır.

Radyasyon korunmasının optimizasyon prensibi esas alınarak, evde ve iş yerlerinde geçirilen süre arasındaki fark dikkate alınarak (~3 katı), iş güvenliği standartlarının uluslararası uyumu için iş yerlerinde 1.000 Bq/m³ değerinin kullanılabileceği bildirilmiştir (ICRP 2007).

ICRP konutlarda ve kapalı mekanlarda biriken radon maruziyeti sonucu oluşabilecek sağlık risklerini en aza indirmek amacıyla referans konsantrasyon düzeyinin 100 Bq/m³ seviyesine indirilmesini, ülke koşullarının buna uygun olmaması durumunda seçilecek değerin 10 mSv'lik doza karşılık gelen 300 Bq/m³ konsantrasyon düzeyini geçmemesini tartışmaya açmıştır (ICRP 2011).

DSÖ konutlarda radon konsantrasyon düzeylerinin sınırlandırılması için bir referans değer belirlemiştir. Buna göre ev içi radon derişimi 100 Bq/m³'ü geçemez, şayet geçerse eyleme geçilerek konsantrasyonun düşürülmesi sağlanmalıdır. Avrupa Konseyi iyonizan radyasyona karşı alınacak önlemlerle ilgili direktifinde (2013/59/EURATOM) kapalı ortamlar için referans radon konsantrasyon düzeyini 300 Bq/m³ olarak belirlemiş ve bu düzeyi aşamayacağı uyarısı yapılmıştır (EURATOM 2014). DSÖ 2005 yılında üye ülkelerdeki ortalama radon düzeyleri ile ulusal eylem seviyelerini tespit etmek amacıyla bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışma neticesinde ülkeler arasında eylem seviyeleri arasında büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Tablo 2.22'te Dünya'nın bazı ülkelerinde yürürlükte olan radon konsantrasyonu eylem seviyeleri gösterilmiştir.

Genel olarak ülkeler DSÖ ve ICRP'nin önerileri doğrultusunda ulusal eylem seviyelerini eski ve yeni binalar için ayrı uygulamaya koymuşlardır.

Tablo 2-22: Bazı uluslararası kuruluşlar ve ülkelere ait radon gazı eylem seviyeleri (WHO 2007; EURATOM 2014; ICRP 2011).

Ülke	Mevcut Binalar için Eylem Seviyesi (Bq/m ³)	Yeni Binalar için Eylem Seviyesi (Bq/m ³)
Arjantin	400	200
Avusturya	400	200
Belçika	400	200
Bulgaristan	500	200
Kanada	800	200
Çin	400	200
Çek Cum.	400	200
Danimarka	200	200
Finlandiya	400	200
Fransa	400	-
Almanya	100	100
Yunanistan	400	200
İrlanda	200	200
Gürcistan	200	100
Kırgızistan	200	200
Letonya	200	200
Litvanya	400	200
Hollanda	-	30
Norveç	200	200
Peru	200-600	-
Romanya	400	200
Rusya Fed.	400	200
Slovenya	400	400
İsveç	200	200
İsviçre	1000	400
İngiltere	200	200
Amerika	148	148
Türkiye	400	400
ICRP	300	300
AB	300	300
DSÖ	100	100

2.8.5 Radon Ölçüm Yöntemleri

Radon ölçümleri için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar aktif ve pasif yöntemler olarak adlandırılır (Urban. 1981, NCRP, 1988).

Aktif yöntemlerde özel tasarımı cihazlar kullanılır. Bunların ölçüm prensipleri birbirine benzer. Radon bozunma ürünlerinden çıkan yüklü alfa parçacıkları dedektör tarafından algılanarak sayısala dönüştürülür. Bunlar için iyon odaları, elektronik sistemler, sintilasyon hücreleri, pompalar ve güç kaynakları vb. ekipman gereklidir.

Pasif ölçüm yönteminde yaygın olarak kullanılan dedektörler, nükleer iz dedektörleri, polialil diglikol karbonat (CR-39), selüloz nitrat (LR-115), polikarbonat (Makrofol), termoluminesans dedektörler (CaSO_4 : Dy veya LIF), aktif kömür dedektörleri ve elektret iyon odaları olarak sayılabilir.

Pasif ölçüm yönteminde en yaygın kullanılan dedektörlerden biri nükleer iz dedektörleridir. Temel prensibi basitçe şu şekildedir. Radon veya radon bozunum ürünlerinin yayınladığı alfa partikülleri dedektör yüzeyine çarptığında dedektör yüzeyinde iz oluşturur. Bu iz kimyasal işlemlere tabi tutularak mikroskopla görünür hale getirilir ve bu izlerin değerlendirilmesi sonucu radon konsantrasyonu tespit edilir. Tablo 2.23'te radon ölçümünde kullanılan dedektörler ve özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 2-23: Radon gazı ölçüm dedektörleri ve özellikleri (WHO 2009).

Dedektör Tipi	Aktif/Pasif	Ölçüm Belirsizliği %	Örnekleme Süresi	Maliyet
Alfa iz detektörü	Pasif	10,25	1-12 ay	Düşük
Aktif kömür dedektörü	Pasif	10,30	2 -7 gün	Düşük
Elektret iyon odası	Pasif	8,15	5 gün -1 yıl	Orta
Elektronik entegre cihazlar	Aktif	~25	2 gün - yıllar	Orta
Sürekli Radon monitörleri	Aktif	~ 10	1 saat - yıllar	Yüksek

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri, Süresi, Tipi ve Örneklem Seçimi

3.1.1 Araştırma Sahası ve Süresi

Araştırma İzmir ili sınırları içerisindeki tüm yerleşim birimlerini kapsamıştır. İzmir ili, Anadolu yarımadası'nın batısında, Ege Bölgesi'nde, Ege Denizi'nin doğusunda, 37°,45' ve 39°,15' enlem, 26°,15' ve 28°,20' boylamlar arasında bulunmaktadır. Kuzeyde Balıkesir, doğuda Manisa ve Aydın, güneyde Kuşadası Körfezi ve Aydın illeri, batıdan Ege Denizi ile çevrilmiştir. 6 Aralık 2012 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 6360 sayılı kanun ile ilin sınırları İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırlarına dâhil edilerek, köy tüzel kişilikleri kaldırılmış, köy statüsündeki 603 köy ile 17 belde 2014 mahalli idareler seçiminden sonra mahallelere dönüştürülmüştür. Şu anda il 30 ilçe ve 1294 mahalleden oluşmaktadır. Türkiye'nin nüfus ve nüfus yoğunluğu açısından en büyük üçüncü ili olan İzmir'in nüfusu 2016 yılı nüfus verilerine göre 4.223.545, nüfus yoğunluğu 347/km² ve yüzölçümü 11.891 km²'dir (TÜİK 2017; HGK 2017).

'Bölgenin jeolojik yapısı karmaşık özellikler göstermekle birlikte, Menderes Masifi ve İzmir-Ankara Kenet Kuşağı olmak üzere iki temel kaya birimlerinden oluşmaktadır. Metamorfik kayalardan oluşan Menderes Masifi tüm Batı Anadolu'nun temelini oluşturmaktadır. İzmir ve çevresinde yüksek topografyayı oluşturan volkanitler pembe gri renkleriyle karakteristiktirler, genellikle andezit ve benzeri kayalardan oluşmaktadır. İzmir-Ankara Kenet Kuşağı kuzeydeki Sakarya kıtası ile Menderes Masifi arasında tektonik bir birlik oluşturur. Bornova karmaşığı veya Bornova fliş zonu yüzeyindeki kırıntılı kayalar içerisinde serpantin, çört, diyabaz ve kireç taşları bulunur ve gri yeşilimsi rengiyle karakteristiktir (MTA 2005).

Çalışma için İstanbul Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 10.02.2015 tarih ve 341 sayılı çalışma izni alınmıştır

Araştırma 15.03.2015-15.03.2017 tarihleri arasında iki yıllık sürede, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, veri değerlendirme ve yazım olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları için konutlarda radon çalışması ve diğer çalışmalar olmak üzere iki farklı uygulama benimsenmiştir.

3.1.2 Araştırmanın Tipi

Araştırma tanımlayıcı, kesitsel tipte bir çalışmadır. İzmir ili konutlarındaki radon gazı düzeyleri, içme sularındaki toplam alfa ve toplam beta radyoaktiviteleri, iç ve dış ortam gama radyasyon düzeyleri ve yüzey toprağındaki gama yayınlıyıcı radyoizotopların aktivite derişimleri kesitsel olarak incelenmiştir.

3.1.3 Araştırma Evreni ve Örneklem Seçimi

Araştırma evreni; İzmir il sınırları içinde yer alan tüm konutlar, içme suları (şebeke ve kaynak) ve yüzey toprağı olarak belirlenmiştir. İzmir ili büyük şehir statüsünde olup, 30 ilçe ve bu ilçelerde yer alan 1.294 mahalle ve 2016 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre toplam 1.323.808 haneden oluşan, ülkemizin en büyük ve en yoğun nüfusa sahip 3. ilidir.

Örneklem seçimi;

1. Konutlarda radon gazı konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla mevcut konutlar arasından ili temsilen konutların belirlenmesi,
2. İldeki içme suyu kaynaklarının belirlenmesi
3. Toprak örnekleme ve dış gama ölçümü yapılacak istasyonların belirlenmesi olmak üzere üç kategori için ayrı ayrı yapılmıştır.

1. Radon dedektörü yerleştirilecek konutların belirlenmesi:

İzmir il genelinde bulunan tüm yerleşim birimlerindeki konut stoğı, yapı özellikleri, nüfus yoğunluğu dikkate alınarak ili temsil edecek konutlar Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından belirlenmiştir. Buna göre TÜİK tarafından 2.970 konut belirlenmiştir.

İzmir ili ve ilçelerine ait nüfus, mahalle sayısı ve yerleştirilen dedektör sayıları ve oransal değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3-1: İzmir ilçe nüfusları ve yerleştirilen radon dedektörü sayı ve oranları.

Yerleşim Birimi Adı	Mahalle Sayısı	Nüfus		Radon Dedektörü Yerleştirilen Konut sayısı	
		N	%	N	%
Aliağa	30	91.026	2,1	39	1,9
Balçova	8	78.086	1,9	36	1,8
Bayındır	59	402.016	1	8	0,4
Bayraklı	23	314.008	7,5	166	8,3
Bergama	137	102.090	2,4	17	0,8
Beydağ	25	12.300	0,3	6	0,3
Bornova	45	438.549	10,4	131	6,5
Buca	47	482.337	11,3	201	10
Çeşme	25	40.312	0,9	25	1,2
Çiğli	26	186.717	4,4	102	5,1
Dikili	30	41.275	1	20	1
Foça	16	28.591	0,7	24	1,2
Gaziemir	16	132.566	3,2	73	3,6
Güzelbahçe	12	29.835	0,7	25	1,2
Karabağlar	58	480.253	11,4	293	14,6
Karaburun	16	9.575	0,2	8	0,4
Karşıyaka	27	338.485	8	58	2,9
Kemalpaşa	49	103.806	2,4	57	2,8
Kınık	37	28.265	0,7	20	1
Kiraz	56	43.845	1	8	0,4
Konak	112	370.662	9	195	9,7
Menderes	46	86.494	2	75	3,7
Menemen	65	163.565	3,8	87	4,3
Narlıdere	11	64.800	1,6	31	1,5
Ödemiş	99	131.728	3,2	53	2,6
Seferihisar	21	37.697	0,9	46	2,3
Selçuk	14	35.960	0,9	26	1,3
Tire	87	83.082	2	46	2,3
Torbalı	60	164.981	3,8	95	4,7
Urla	37	62.439	1,5	33	1,6

İl geneli	1294	4.223.545	100	2004	100
------------------	------	-----------	-----	------	-----

Belirlenen her hane için iki adet de yedek hane belirlenmiş ve bu şekilde herhangi bir sebeple belirlenen hanelere dedektör yerleştirilememesi durumunda yedek haneler kullanılmıştır. Haneler ağırlıklı olarak zemin katlardan seçilmesine rağmen diğer katlarda çalışmada yer almıştır. Çalışmanın sınırlılıkları anketlere hanelerde verilen cevapların yeterince gerçeği yansıtmaması.

2. İlde içme suyu olarak kullanılan şebeke ve kaynak sularının belirlenmesi:

İçme sularının belirlenmesinde yerleşim birimleri ve içme suyu olarak kullanılan kaynak ve şebeke suları baz alınmıştır. Aynı şebekeden su sağlayan farklı mahalleler elimine edilmiştir. Buna göre yaklaşık nüfusun %99'u tarafından içme suyu olarak toplam 868 adet farklı su örneği değerlendirmeye alınmıştır. Tablo 3.2'de ilçelere göre içme suyu örneklerinin dağılımı gösterilmiştir.

3. Toprak örnekleme ile dış ve iç gama ölçümü için istasyonların belirlenmesi:

Toprak örnekleme ve dış ortam gama doz hızlarının ölçümü için yerleşim birimleri ve jeolojik yapı baz alınarak ilin yüzey alanı 10x10 km'lik gridler şeklinde bölünmüş ve 287 ölçüm istasyonu belirlenmiştir. Bu noktaların her birinde 10 m çapındaki bir alan içerisinde üçer ölçüm alınarak il genelinden toplam 861 dış gama ölçümü yapılmıştır. Bunlardan rastgele belirlenen 187 sinden dış ortam gama ölçümü ile birlikte toprak örnekleri de alınmıştır. İç gama ölçümleri için yerleşim birimlerindeki konutlardan rastgele yöntemle 248 ölçüm alınmıştır. Tablo 3.2'de ilçe yüzey alanları ile toprak örnekleme ile dış ve iç ortam gama ölçüm sayıları ve oransal değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3-2: Su ve toprak örnekleri ile iç ve dış ortam gama ölçümlerinin ilçelere göre dağılımı.

İzmir İlçeleri	Yüzölçümü		Toprak		İçme Suyu		Dış Gama		İç Gama	
	km ²	%	Örneği sayısı		Örneği Sayısı		Ölçüm Sayısı		Ölçüm Sayısı	
			N	%	N	%	N	%	N	%
Merkez*	724	6	13	7	30	3,5	20	7	19	7,7
Aliağa	379	3	9	5	33	3,8	13	4,5	12	4,8
Bayındır	548	5	5	3	46	5,3	8	2,8	7	2,8
Bergama	1544	13	10	5	127	14,6	16	5,6	14	5,6
Beydağ	172	2	3	2	23	2,6	5	1,7	5	2
Bornova	220	2	5	3	18	2,1	9	3,1	7	3,6
Çeşme	285	2	4	2	11	1,3	6	2,1	6	2,4
Dikili	534	5	14	8	31	3,6	16	5,6	12	6,5
Foça	251	2	7	4	15	1,7	7	2,4	7	2,8
Karaburun	421	4	7	4	16	1,8	7	2,4	4	1,6
Kemalpaşa	681	5	7	4	51	5,9	17	5,9	17	6,5
Kınık	479	4	7	4	38	4,4	16	5,6	16	6,5
Kiraz	573	5	4	2	62	7,1	8	2,8	7	2,8
Menderes	777	7	16	9	35	4	21	7,3	11	4,4
Menemen	573	5	11	6	41	4,7	20	7	17	6,9
Ödemiş	1019	9	17	9	97	11,2	27	9,4	24	9,7
Seferihisar	375	3	7	4	20	2,3	8	2,8	8	3,2
Selçuk	317	3	7	4	18	2,1	9	3,1	5	2
Tire	716	6	8	4	73	8,4	17	5,9	16	6,5
Torbalı	577	5	11	6	50	5,8	21	7,3	20	8,1
Urla	727	6	14	8	33)	3,8	16	5,6	14	5,6
İl geneli	12007	100	187	100	868	100	287	100	248	100

*Balçova, Bayraklı, Buca, Çiğli, Gaziemir, Güzelbahçe, Karabağlar, Karşıyaka, Konak, Narlıdere

3.2. Veri Analizi

3.2.1 İzmir Evlerinde Radon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi Çalışmaları

Konutlar, işyerleri vb. geniş çaplı radon çalışmalarında en çok tercih edilen ve en yaygın kullanılan yöntem pasif yöntemdir. Bu yöntemde ortamdaki radon düzeyi anlık, saatlik günlük vb. gibi kısa sürelerde ölçülmez, daha uzun süre gerektirir. Konutlarda radon düzeyi nispeten düşük olduğu için daha güvenilir bir değerlendirme yapılabilmesi için sürenin uzun tutulması büyük avantaj sağlar. Çalışmada kullanılan

pasif nükleer iz dedektörlerinin kimyasal adı polialil diglikol karbonat (PADC/CR-39) olup kimyasal formülü $C_{12}H_{18}O_7$ 'dir. Bu maddeden üretilmiş ve üzerinde tanımlayıcı numarası bulunan bir adet çip, radopot olarak adlandırılan silindirik 55x35 mm boyutundaki dozimetre kabının içine yerleştirilmiştir. Kap içine difüzyonla giren radon gazının yayınladığı alfa partikülleri dedektör yüzeyinde gözle görülemeyecek ancak kimyasal kazıma işleminden sonra mikroskopla görülebilecek çok küçük izler oluştururlar. Bu izlerin değerlendirilmesi neticesinde ortamdaki radon konsantrasyonu hesaplanabilmektedir.

İzmir konutlarında radon ölçüm çalışmaları TÜİK tarafından tamamen bilimsel yöntemlerle, ili temsilen seçilen 2004 konutta gerçekleştirilmiştir. Çalışma 30 ilçede planlanan takvime uygun olarak 2014 yılı aralık ayı ile 2015 yılı Nisan ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada pasif nükleer iz dedektörleri kullanılmıştır.

3.2.1.1 Konutlara Radon Dedektörlerinin Yerleştirilmesi Ve Toplanması

Ev içi radon ölçümleri CR-39 pasif nükleer iz dedektörleri ile gerçekleştirilmiştir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) ve Türkiye Halk Sağlığı Kurumu (THSK) arasında yapılan protokol gereği çalışma öncesi saha ekibinde yer alacak personel için eğitimler düzenlenerek çalışma ile ilgili bilgilendirilmiş, resmi makamlardan gerekli yasal izinler alınmış ve herhangi bir aksaklığın oluşmaması için azami hassasiyet gösterilmiştir.

Çalışma için TAEK Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) tarafından 2970 detektör ve GPS cihazları temin edilmiştir. Saha çalışmalarında görev alan sağlık personelleri tarafından TÜİK'in daha önceden belirlemiş olduğu konutlara gidilerek, gerekli izin belgeleri gösterilmiş ve radon gazının zararları ile yapılacak çalışma hakkında hane halkı kısaca bilgilendirilmiş ve çalışmaya gönüllü katılımları istenmiştir. Gönüllü olarak katılmak isteyen hanelerde çalışma yapılmış, kabul etmeyen konutlara teşekkür edilerek yedek olarak belirlenen hanelere başvurulmuştur. Dedektörler, televizyon, radyatör, cam kenarı, dolap içi vb. elektromanyetik alan veya ısı oluşturacak yerlerden uzak, yerden yaklaşık bir insan boyu yüksekliğinde bir yere (dolap üstü vb) yerleştirilmiştir. Konutun yapı karakteristiği ve hane halkının yaşam davranışları ile ilgili 11 sorudan oluşan bir anket uygulanmış, anket formuna dedektörün barkod numarası, dedektörün yerleştirildiği tarih ve saat, hane adres ve iletişim bilgileri

ve GPS'le belirlenen koordinat bilgileri işlenmiştir. Konutlara yerleştirilen CR-39 radon dedektörleri yaklaşık iki aylık bekleme süresi sonunda toplanarak dış etkilere karşı alüminyum folyo ile sarılmış ve ÇNAEM Radon Laboratuvarı'na değerlendirmek üzere gönderilmiştir. Şekil 3.1'de koruma altına alınan radon dedektörleri gösterilmektedir.



Şekil 3-1: Alüminyum ambalaj içerisinde radon dedektörleri.

3.2.1.2 Dedektörlerin kimyasal kazıma işlemi

ÇNAEM Radon Laboratuvarı'nda radon dedektörlerinin değerlendirilebilmesi için öncelikle kimyasal kazıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için dedektör çipleri koruyucu ve dozimetre kaplarından bir penset yardımıyla çıkarılarak radoslayt adı verilen 12 dedektör kapasiteli dedektör aparatına yerleştirilmiştir. Daha sonra dedektör yerleştirilmiş radoslaytlar kimyasal kazıma diskine yerleştirilerek banyo cihazında kimyasal kazıma işlemine hazır hale getirilmiştir.

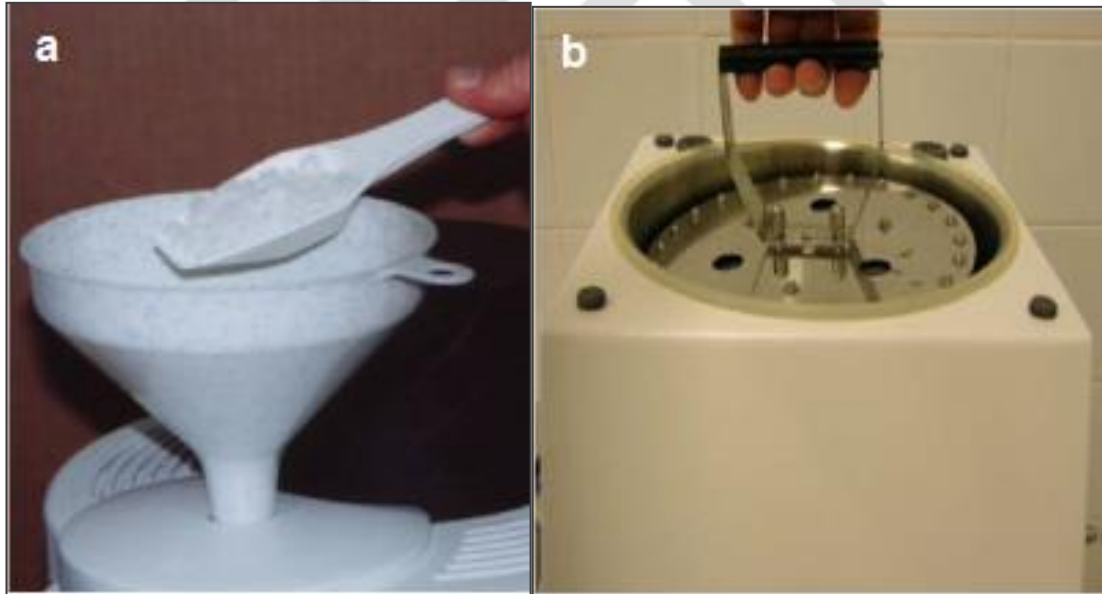


Şekil 3-2: Radobath kimyasal iz kazıma banyosu.

Kimyasal iz kazıma Cihazı (Radobath) aynı anda 432 dedektörün kazıma işlemini gerçekleştirebilecek nitelikte 5000 ml hacimli, özel yazılımlı otomatik bir sistemdir. Radobath kimyasal iz kazıma cihazı Şekil 3.2’de görülmektedir. İşlemler sırası ile destile suda sodyum hidroksit’in çözülmesi ve ısıtma işlemi, kimyasal kazıma aşaması ve nötralizasyon aşaması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle iz kazıma işleminde kullanılan kimyasallar, %25’lik 6.25M sodyum hidroksit (NaOH), sirke solüsyonu ve çift destile su hazırlanmıştır. Radobath cihazına 4 litre çift destile su konulmuş, karıştırıcı aparat yerleştirilmiş, güç kablosu prize takıldıktan sonra açma kapama butonuna basılarak cihaz açılmıştır.

Cihaz ön panelinde bulunan setting butonundan "solution preparation" seçilerek ısıtma işlemi başlatılmıştır. Suyun sıcaklığı 60 °C’ye ulaştıktan sonra daha önce tartılarak hazırlanmış bir kilogramlık NaOH reaktifinden plastik spatül yardımıyla yaklaşık 25-30 gramlık NaOH granülleri yavaş yavaş ortalama yarım saatlik bir sürede radobathtaki çift destile suya ilave edilmiştir. Şekil 3.3.a’da sodyum hidroksit granülleri ile solüsyon hazırlanması görülmektedir. Bir kilogramlık sodyum hidroksit granüllerinin tamamı çözüldükten ve çözelti hazırlama işlemi tamamlandığında cihazın sesli ikazı ile birlikte setting butonundan “solution preparation aborted” seçilerek çözeltinin

sıcaklığının 90 °C'ye ulaşması beklenmiştir. Bu aşamada setting butonundan "Etching" seçilmiş, cihazdaki karıştırıcı aparat çıkartılarak dedektör çipleri ile birlikte kimyasal kazıma diski yerleştirilmiş ve kimyasal kazıma işlemi başlatılmıştır. Şekil 3.3.b'de dedektör çiplerinin takılı olduğu diskin radobath cihazına yerleştirilmesi görülmektedir. Dört buçuk saatlik kazıma işlemi tamamlandıktan sonra cihazın sesli ikazı ile birlikte setting butonundan "etching aborted" seçilerek ısıtıcı kapatılmış ve çözelti tahliye edilerek nötralizasyon işlemine geçilmiştir. Dört litrelik destile suya 200 ml %15 veya %20'lik sirke solüsyonu eklenerek hazırlanan nötralizasyon çözeltisi cihaza aktarıldıktan sonra settin butonundan "neutralization" seçilerek 20 dakika işleme tabi tutulmuş ve daha sonra tahliye edilmiştir. Nihayet dört litrelik destile su ilave edilerek tekrar setting butonundan "neutralization" seçilerek 20 dakika durulama işlemi yapılmış ve kimyasal kazıma diski dedektörlerle birlikte çıkartılarak kurumaya bırakılmıştır. Kurutma süresi için bir iki saatlik süre yeterlidir.

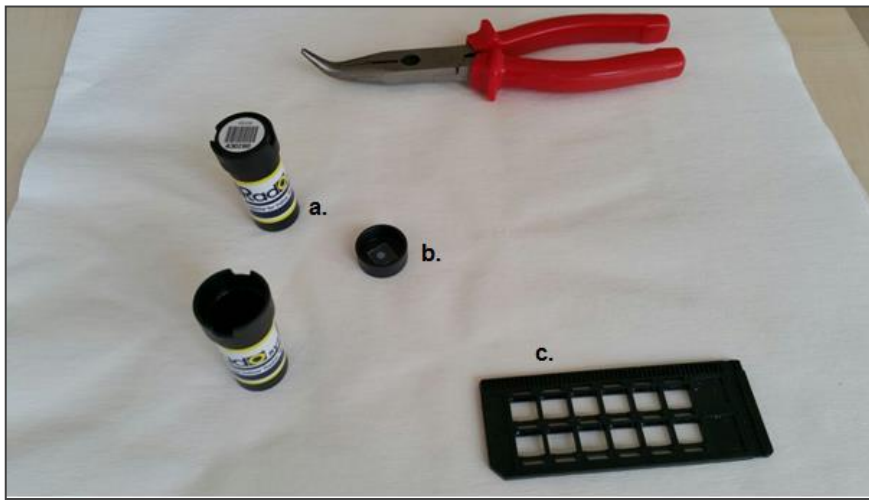


Şekil 3-3: a. Sodyum hidroksit kristallerinin Radobath cihazına konulması, b. Dedektör çiplerinin takılı olduğu kimyasal kazıma diskinin Radobath cihazına yerleştirilmesi.

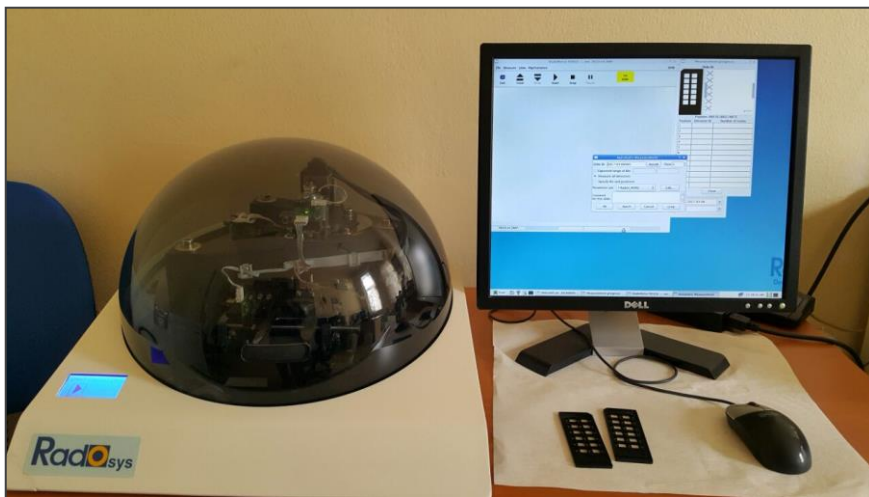
3.2.1.3 İz Okumaları ve Konsantrasyon değerlendirmelerinin Yapılması

Dedektörlerin iz okumaları için RadoMeter 2000 cihazı kullanılmıştır. Cihaz özel radosys yazılımına sahip Linux işletim sistemli bir bilgisayarla bağlantılı otomatik mikroskoptan oluşmaktadır. Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'da Radometer 2000 İz Okuma

Sistemi ve radon dedektörü gösterilmiştir. Sistem çalışmaya başlamadan önce kalibrasyon slaytları okutularak kontrol edilmiş ve düzgün ve güvenilir okuma yaptığı teyit edilmiştir. Dedektörlerin takılı olduğu radoslayt aparatı cihaza yerleştirildikten sonra sayım modu seçilerek her bir dedektör çipinin üçer kez okuması set edilerek iz okumaları yapılmıştır. Dedektörlerin konutlara yerleştiriliş ve alınış tarihleri girilerek dedektör üzerinde oluşan kimyasal iz yoğunluğuna göre sistem otomatik olarak radon konsantrasyonlarını belirlemiştir.



Şekil 3-4: a. Radon dozimetresi, b. CR-39 çipi, c. Radoslayt.



Şekil 3-5: Radometer 2000 Radon iz okuma sistemi.

Radon konsantrasyonunun hesaplanmasında denklem 3.1 kullanılmıştır.

$$E = D \times CF \quad (3-1)$$

E: Işınlanma (maruziyet),

D: İz yoğunluğu (laboratuvarıda test sonucu bulunan),

CF: Kalibrasyon faktörü (Radosys firması tarafından her parti dedektör için verilir (kBq.saat/m³)/(iz/mm²)).

Metodun doğru ve güvenilirliğinin sağlanması için aşağıdaki parametreler için metod validasyonu yapılmıştır.

Metod validasyon parametreleri;

1. Doğruluk
2. Kalibrasyon ve duyarlılık
3. Doğrusallık
4. Kimyasal kazıma
5. Alt ve üst dedeksiyon limiti
6. Tekrar üretilebilirlik
7. Tekrarlanabilirlik

Yapılan çalışma sonucu genişletilmiş belirsizlik (k=2) yaklaşık %20 olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.4 Doz ve Kanseri Riski Hesaplamaları

Hesaplamalarda kullanılan birimler ve açıklamaları devam eden paragraflarda verilmiştir.

Bq/m³: Radon-222 gazının havadaki aktivite konsantrasyonudur. Bozunum ürünleri ile dengedeki Radon-222 gazının 1 Bq/m³ = 3.47x10⁴ MeV/m³ = 5.56x10⁻⁹J/m³'tir.

Bq/m³ EEC: Radon-222 gazının bozunum ürünlerinin havadaki aktivite konsantrasyonudur.

EEC (Equilibrium Equivalent Concentration): Havada dengede bulunmayan radon ve ürünleri ile aynı potansiyel alfa enerjisine sahip radon gazı ve kısa yarı ömürlü bozunum ürünlerinin denge aktivite konsantrasyonudur

WL (Working Level): Çalışma seviyesi olup, radonun kısa yarı ömürlü bozunum ürünlerinin Kurşun-210 (stabil hale) dönüşüne kadar geçen sürede 1 litre havada 1,3x10⁵ MeV lik potansiyel alfa enerjisine sahip kombinasyonudur.

1 WL = 130 MeV/cm³, 20,83 µJ/m³ veya bozunum ürünleri ile dengede olan Radon-222 gazının 3746 Bq/m³'lük aktivite konsantrasyonuna eşdeğerdir.

1 WLM (Working Level Month): 170 saat WL'ye maruz kalma aylık çalışma seviyesi olarak ifade edilir.

1 WLM = 3,54x10³ Jsaat/m³.

1 WLM = 6,37x10⁵ Bqh/m³ EEC.

1 WLM = 6,37x10⁵/FBqh/m³Radon.

1 WLM = 9mSv.

Radon gazının 1 Bq/m³'lük konsantrasyonunun bir yıllık maruziyeti = 4.4x10⁻³ WLM (evler için maruziyet süresi 7000 saat/yıl alınır) [WLM/yıl, mJsaat/(m³yıl), MBqsaat/(m³yıl)].

EEC: Yıllık Radon-222 ürünlerine maruziyetidir.

F (Denge Faktörü): Denge Eşdeğer Konsantrasyonunun (Equilibrium equivalent concentration, EEC) radon gaz konsantrasyonuna oranı. Başka bir deyişle, havada dengede bulunmayan radon ve ürünleri ile aynı potansiyel alfa enerjisine sahip radon gazı ve kısa yarı ömürlü bozunum ürünlerinin denge aktivite konsantrasyonu olarak ifade edilen "Denge Eşdeğer Konsantrasyon" (Equilibrium equivalent concentration)'nın radon gazına oranıdır.

Risk Faktörü [1/WLM]: Her bir WLM için fetal kanser riski, ICRP-65 (ICRP 1994) raporunda risk faktörü her WLM başına 0,000283 olarak verilmiştir. Bu değer ICRP-115 (ICRP 2011) raporunda her WLM için 5x10⁻⁴ olarak revize edilmiştir. ICRP-103 (ICRP 2009)'da her yaşta toplum için bozunum ürünleri ile dengedeki her Bq saat m⁻³ için risk 8x10⁻¹⁰ (WLM için 5x10⁻⁴) olarak verilmiştir.

Denge Faktörü denklem 3.2'ye göre hesaplanmıştır. (ICRP 2011)

$$F = (0,106 C_{Po-218} + 0,514 C_{Pb-214} + 0,380 C_{Bi-214}) / C_{Rn-222} \quad (3-2)$$

F: denge faktörü,

C_{Po-218}: Polonyum-218'in aktivite konsantrasyonu,

C_{Pb-214}: Kurşun-214'ün aktivite konsantrasyonu,

C_{Bi-214}: Bizmut-214'ün aktivite konsantrasyonu,

C_{Rn-222}: Radon-222'nin aktivite konsantrasyonu.

F-denge faktörü iç ortamlar için 0,4 dış ortamlar için 0,6 olarak belirlenmiştir.

WLM ve yıllık maruz kalınan radon dozu aşağıdaki denklem 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$WLM/Yıl = C_{Rn} \times DF \quad (3-3)$$

C_{Rn} ölçülen Radon konsantrasyonu,

DF dönüşüm faktörü ($4,4 \times 10^{-3}$) ($1 \text{ Bq/m}^3 = 4,4 \times 10^{-3} \text{ WLM 7000saat/yıl}$) dür.

Doz Faktörü: 9 mSv/WLM 'tur.

Yıllık Etkin Doz Eşdeğeri denklem 3.4'e göre hesaplanmıştır.

$$H (\text{mSv/y}) = C_{Rn} \times F \times O \times T \times D \quad (3-4)$$

H yıllık Radon maruziyetinden alınan etkin doz (mSv),

C_{Rn} : Radon konsantrasyonu,

F denge faktörü (iç ortam için 0,4 dış ortam için 0,6),

O meşguliyet faktörü (iç ortam için 0,8), T süre (8760 saat/yıl),

D doza çevirim faktörü ($1,4 \times 10^{-8} \text{ Sv}^{-1} \text{ Bqsaat/m}^3$).

Yaşam boyu kanser riski hesabı ICRP-115'te verilen modele göre hesaplanmış olup, kullanılan denklem 3.5'te ifade edilmiştir (ICRP 2010).

$$ELCR = H \times DL \times RF \quad (3-5)$$

ELCR hayat boyu kanser riski,

H etkin doz,

DL yaşam süresi (75 yıl),

RF risk faktörü ($5,56 \times 10^{-3} \text{ Sv}^{-1}$).

3.2.2 İzmir İli İçme Sularındaki Toplam Alfa/Beta Radyoaktivitesinin Tayini

İçme suları ile alınan radyonüklitler iç ışınlamalar yaptıkları için, radyoaktivitelerinin tayini büyük önem taşımaktadır. İçme sularında vücudumuz için faydalı olan birçok mineral çözülmüş halde iyon fazında bulunur. Bu minerallerden bir kısmı çok az düzeyde de olsa radyoaktiftir. İçme sularında en çok çözünen radyonüklitler uranyum serisinden gelir. Alfa yayınlayıcı olarak Uranyum-238, Uranyum-234, Radyum-226 dır. Beta yayınlayıcılar Radyum-228, Kurşun-210 ve Potasyum-40'dır. İçme sularındaki radyonüklitlerin ayrı ayrı analiz edilerek buna göre alınan dozların hesaplanması ideal olmalıdır, ancak bu işlem aşırı yüksek maliyet gerektirir. Bunun yerine toplam aktivitelere bakılır, şayet toplam aktivite değerleri

yüksek çıkarsa ayrı ayrı radyonüklitlerin analizleri yapılır. İçme sularının radyoaktivitesi ile ilgili ilk başvurulacak analiz "Toplam Alfa ve Toplam Beta" analizleridir. Bunun için ulusal ve uluslararası standartlarda sınır değerler belirlenmiştir. İzmir ili içme suyu örnekleri için toplam alfa ve beta analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1 Su Örneklerinin Sahadan Toplanması

Sahaya çıkmadan önce su örnekleme için gerekli olan tüm malzeme ve ekipmanlar hazırlanmıştır. Çalışmada örnek kabı olarak 3 litrelik çift kapaklı polietilen kaplar kullanılmıştır. Kaplar %1'lik nitrik asit çözeltisinden, çeşme suyundan ve destile sudan geçirilerek iyice temizlenmişlerdir. Sahada su örnekleri alınmadan önce saha defterine ve örnek etiketlerine su ile ilgili tanımlayıcı bilgiler, il, ilçe, köy, mahalle, suyun kodu, suyun cinsi (kaynak, şebeke, kuyu vb), koordinatlar, rakım, hava şartları, tarih saat vb. bilgiler işlendi. Örnek alınmadan önce çeşme açılarak 3-5 dakika akması sağlandıktan sonra örnek kabı çeşme suyuyla üç kez çalkalandıktan sonra dolduruldu ve derişik nitrik asitle pH<2'ye getirilip çift kapakla kapatılarak koruma altına alındı. Nitrik asitle pH<2 yapılmasının temel amacı suyun homojenitesini sağlayarak su içerisinde partiküllerin oluşmasını önlemek ayrıca çepere radyonüklitlerin absorpsiyonuna mani olmaktır.

3.2.2.2 Su Örneklerinin Analize Hazırlanması

Su örnekleri alındıktan sonra ÇNAEM Radyoaktivite Ölçüm ve Analiz Birimi Toplam Alfa/Beta Laboratuvarı'na getirilmiştir. Her örnek için ayrı barkod numaraları verilerek laboratuvar kayıtları yapıldıktan sonra koruma altına alınarak analizlerine başlanmıştır. Resim 3.6'da su örneklerinden bir kısmı görülmektedir.



Şekil 3.6: Toplanan su örnekleri.

Örneklerin analizinde standart iki farklı yöntem kullanılmıştır. Hangi yöntemin kullanılacağına karar vermek için örneklerden 20 ml alınarak rezidü tayini yapılmış ve rezidü miktarı 5 mg/cm^2 'den küçük olanlara EPA 900.0 olarak bilinen yöntemle, rezidü miktarı 5 mg/cm^2 'den büyük olanlara ise SM 7110C olarak bilinen kimyasal çöktürme yöntemi uygulanmıştır. Resim 3.7'de a. EPA 900.0, b., c., d. ise SM 7110C yöntemiyle hazırlanan su örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 3-7: Hazırlanan su örnekleri

EPA 900.0 İçme Sularında Toplam Alfa/Beta Analiz Metodu

Dünyada “Toplam Alfa ve Beta” analizlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. İçerisindeki çözünmüş madde miktarı 500 ppm'den düşük olan sular için uygun bir yöntemdir. Yöntem suyun 60-90 °C derece aralığında kaynatılmadan buharlaştırılması sonucu alfa ve beta yayınlı radyonüklitlerin tuz bileşikler şeklinde çöktürülmesi prensibine dayanır. Böylece rezidü içerisindeki radyonüklitler gaz akışlı orantılı sayıcıda kolayca dedekte edilebilmektedir.

İlk olarak içme suyu örneği ile ilgili örnek adı, kodu, barkod numarası, alınma tarihi vb. bilgiler analiz formuna işlendi. Örnek analizinde kullanılacak analiz kabı (planşet) asetondan geçirilerek üzerindeki muhtemel organikler uzaklaştırıldı ve çift destile su ile üç kez durulanarak kurutuldu. İyice kurutulmuş olan planşetler etüvde sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuş ve daha sonra desikatöre alınarak oda ısısına gelinceye dek bekletilmiştir. Oda ısısına ulaştıktan sonra hassas terazide tartılarak üzerlerine örneğin barkod numaraları yazılmış ve analiz formuna işlenmiştir. İçme suyu örneklerinden 20’şer ml su örnekleri alınarak hazırlanmış planşetlere kondu ve çeker ocak içerisindeki hot plate üzerinde 60-90 °C aralığında kaynatılmadan tamamen kuruluğa erişinceye kadar buharlaştırılmıştır. Kuruluğa ulaşmış planşetler 105 °C'deki etüve konarak sabit tartıma gelmesi için 2 saat bekletilmiş ve iki saat sonra desikatöre alınmış ve oda ısısına gelince hassas terazide tartılmıştır. Tartım sonucu elde edilen net rezidü miktarından denklem 3.6’ya göre analizde kullanılacak örnek hacmi hesaplanmaktadır.

$$V_{\text{örnek}} = (M_{\text{örnek}} \times V_{\text{rezidü}}) / m_{\text{rezidü}} \quad (3-6)$$

$V_{\text{örnek}}$: Analizde kullanılacak örnek hacmi,

$M_{\text{örnek}}$: Maksimum 5 mg/cm² kalınlık oluşturacak örnek rezidü miktarı (130 mg),

$V_{\text{rezidü}}$: Rezidü miktarı tayininde kullanılan örnek hacmi (20 ml),

$m_{\text{rezidü}}$: 20 ml'lik örnekten elde edilen rezidü miktarı.

Örneğin 20 ml'lik örnekten elde edilen rezidü miktarı 2 mg olsun. Formülümüze göre;

$$V_{\text{örnek}} = (130 \text{ mg} \times 20 \text{ ml}) / 2 \text{ mg} = 1300 \text{ ml}$$

Çalışmada kullanılacak örnek miktarı 1300 ml olur.

Rezidü yoğunluğunun 5 mg/cm^2 olmasının asıl sebebi rezidü içerisinde bulunan radyonüklitlerin fırlattığı alfa partiküllerinin dedeksiyon ortamına ulaşmadan kendi içinde soğurulmasını önlemektir. Yapılan çalışmalar ancak 5 mg/cm^2 yoğunluğa kadar bu kendi kendine soğurma nedeniyle oluşacak kayıpların hesaplanabileceğini göstermiştir. Daha yüksek yoğunluklar için self absorbsiyon kaybı hesaplanamaz.

İçme suları içerisindeki anyon ve katyonların derişimi veya diğer bir ifadeyle mineral yapılarına göre farklı rezidü oluştururlar. Yukarıda belirtilen formüle göre hesaplanan örnek hacimleri dereceli silindir yardımıyla uygun beherlere konulmuş, üzerine %1'lik nirik asit ilave edilerek çeker ocak içerisindeki hot plate üzerinde $60-90^\circ\text{C}$ aralığında kaynatılmadan 30-40 ml kalıncaya kadar buharlaştırılmıştır. Kalan 30-40 ml'lik örnekler pastör pipeti yardımıyla daha önce rezidü tayininde kullanılan planşetlere aktararak buharlaştırma işlemine kuruluğa ulaşmıca dek devam edilmiştir. Kuruluğa ulaşan planşet 105°C 'deki etüve alınarak bozunum ürünleri ile dengeye gelmesi ve sabit tartıma ulaşması için 72 saat etüvde tutulmuştur. Daha sonra desikatöre alınıp oda ısısına gelince hassas terazide tartımları yapılarak analiz formlarına işlenmiş ve LB-770 Berthold 10 kanallı gaz akışlı düşük fon sayımlı orantılı sayıcıda toplam alfa ve beta sayımları yapılmıştır.

Rezidü miktarı 500 ppm'den yüksek olan örneklerin toplam alfa aktivite analizleri “SM 7110C Radyokimyasal Birlikte Çöktürme Yöntemi” ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem içme suyu örneği içerisinde bulunan alfa yayınlıyıcı radyonüklitlerin (Uranyum, Radium, Polonyum vb.) radyokimyasal olarak çöktürülmesi ve oluşan çökeleğin 0,45 mikronluk filtreden süzülerek filtre üzerinde toplanan çökelek içerisindeki toplam alfa yayınlıyıcıların tayinine dayanır.

Çalışma 10'arlı örnek grupları olarak çalışılmıştır. Deneye başlamadan önce temizlenmiş ve çift destile sudan geçirilmiş 10 adet 250 ml'lik beherlerin üzerlerine cam kalemiyle örnek kodları yazıldıktan sonra kalibrasyonu yapılmış analitik terazide daraları alınarak analiz formuna işlenmiştir. Su örneklerinden tartılarak daha önce hazırlanan beherlere 250'şer gram konduktan sonra çeker ocak içerisindeki manyetik karıştırıcılı ısıtıcı tabla üzerine alınmış ve üzerine 2-3 damla seyreltik (1+4) kimyasal deterjan (tween-80) damlatılmış, balık (magnet) konmuş, karıştırıcı ve sıcaklık ayarları yapılarak işlem başlatılmıştır. Örneğe 10 ml sülfirik ($2\text{N H}_2\text{SO}_4$) asit ilave edilerek

kaynama noktasına ulaşındaya dek karıştırılmış ve daha sonra ortamdaki bikarbonat ve karbonatların CO₂ şeklinde uzaklaştırılması için 15 dk daha karıştırma işlemine devam edilmiştir. Sıcaklık kaynama noktasının altına düşürüldükten sonra 1 ml baryum (Ba²⁺) taşıyıcı ilave edilerek 30 dk karıştırmaya devam edilmiştir. Daha sonra karıştırma devam ederken 1 ml Bromkrezol purple indikatör çözeltisi, 1 ml demir (Fe³⁺) taşıyıcı çözeltisi ve 5 ml paper pulp karışımı ilave edilmiştir. Bir kaç dakika sonra karıştırma işlemi devam ederken bir pastör pipeti yardımıyla amonyak (6N NH₄OH) çözeltisinden damla damla ilave edilerek çözeltinin rengi sarı'dan mora dönünceye kadar işleme devam edilmiş ve beherler çeker ocak içerisine indirilerek çökeltilerin oluşması beklenmiştir. Çözelti içerisinde çökelekler oluştuktan sonra süzme sisteminde vakum altında önceden darası alınmış 0,45 µm gözenekli filtre kâğıtlarından süzölmüş, infrared lamba ile kurutulduktan sonra 3 saat bozunum ürünleri ile dengeye gelmesi beklenmiş ve daha sonra LB-770 Berthold 10 kanallı gaz akışlı düşük fon sayımlı orantılı sayıcıda toplam alfa ve beta sayımları yapılmıştır.

3.2.2.3 Su Örneklerinin Toplam Alfa ve Toplam Beta Sayımları

Toplam alfa/beta analizlerinde en yaygın kullanılan sistemler orantılı sayıcılar ve sıvı sintilasyon sayıcılarıdır. Özellikle orantılı sayıcılar çok düşük fon düzeyine sahip olması, toplam alfa ve beta sayımını aynı anda yapması, 100 kiloelektron volttan büyük beta ve 3900 kiloelektron volttan büyük alfalara duyarlı olması sebebiyle çok geniş bir enerji aralığında hassas ve güvenilir sonuçlar verdiğinden daha çok tercih edilmektedir.

Çalışmada Berthol Firması tarafından üretilmiş LB-770 Model gaz akışlı düşük fon sayımlı 10 kanallı orantılı sayıcı kullanılmıştır. Cihaz, Resim 3.8'de gösterilmiştir. Cihaz 60 mm çapında 10 adet ortasında 2 adet tungsten elektrot bulunan çeperleri bakır, 0,80 mikrogram yoğunluklu pencereleri olan ve içerisinden P-10 gazı (%90 Argon+%10 Metan karışımı) geçen silindirik dedektörlere sahiptir. Temel olarak dedektör ünitesi, yükseltici, analog sinyalleri sayısala dönüştürücü, arayüz ve özel UMS yazılımından oluşmaktadır. Cihazın çalışma prensibi örnek matriksinde bulunan radyonüklitlerin fırlattığı alfa ve beta partikülleri dedektör penceresinden geçerek P-10 gazında iyonlaşmaya neden olur, oluşan negatif ve pozitif yüklü iyonlar anot katot prensibine göre hareket eder. Oluşan elektronlar 1650 volt pozitif yüksek gerilim uygulanan tungsten elektrota doğru hareket ederek elektrotta darbe oluştururlar bu darbeler

sinyallere dönüştürülerek çoğaltılır ve işlenerek sayısala dönüştürülür. Sayısala dönüştürülen veriler bir yazılımla kullanılabilir hale getirilmiştir. Çok düşük fon sayımlıdır. Alfa fon düzeyi ortalama 0,04 sayım/dakika (cpm), Betalar için yaklaşık 1 sayım/dakikadır. Aynı anda puls yüksekliği ve iyonizasyon süresine göre alfa ve betaları ayırabilmektedir. Sertifikalı Referans Maddeler (SRM) kullanılarak cihazın rutin kalibrasyonları yapılmaktadır.



Şekil 3-8: Berthol LB-770 model gaz akışlı düşük fon sayımlı 10 kanallı orantılı sayıcı.

Çalışmada kullandığımız içme suyu örneklerinin toplam alfa ve beta sayımlarından önce SRM'ler (Alfa için Am-241 219 Bq, Beta için Sr-90 191 Bq) kullanılarak cihazın performans kontrolleri yapılmıştır. Daha sonra İçme suyu sayım protokolünde örnekler tanımlanmış ve sayım modunda iki defa 500 dakika sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları self absorbsiyon düzeltmeleri yapıldıktan sonra aşağıdaki formüle göre aktiviteleri hesaplanmıştır. Örnek aktivitesi denklem 3.7 kullanılarak hesaplanır.

$$A_{\alpha\beta}(Bq/L) = \frac{N}{60 \times Eff \times V} \quad (3-7)$$

$A_{\alpha\beta}$: Numunenin Toplam Alfa/Beta Radyoaktivitesi (Bq/L),

N: Numunenin net sayım hızı (cpm),

Eff: α Standardından (Am-241) ve β Standardından (Sr-90) elde edilen sistemin sayım verimi (cpm/dpm),

V: Su numunesinin hacmi (L),

60: Dönüşüm faktörü (Dakika/saniye).

Relatif belirsizlik, toplam alfa aktivitesi için %14,1, toplam beta aktivitesi için ise %9,6 olarak hesaplanmıştır. İzmir ili genelinden alınan 868 su örneğinin sayımları ve aktivite hesapları bu şekilde yapılmıştır.

3.2.2.4 Su Örneklerinin Toplam Alfa ve Toplam Beta Dozlarının Hesaplanması

Toplam alfa ve toplam beta aktivite konsantrasyonları belirlenen içme suyu örneklerinin neden olduğu sağlık risklerinin hesaplanabilmesi için bunlardan alınan yıllık eşdeğer dozlarının hesaplanması gerekir. İçme sularından yıllık alınacak dozlar için bir sınır değeri belirlenmiştir. Bu "Toplam Gösterge Dozu" (TGD) (total indicative dose) olarak adlandırılır ve bir yılda 0,1 mSv'i aşamaz. Yıllık tüm radyonüklitlerin toplam dozu 0,1 mSv' i aşarsa tüketimi yasaklanır. Toplam alfa ve toplam beta aktivite konsantrasyonları sırası ile 0,5 Bq/L ve 1,0 Bq/L'den düşük olan suların yıllık gösterge dozları 0,1 mSv'den düşük olduğu kabul edilir ve başka bir işlem yapmaya gerek olmamaktadır. Ancak toplam alfa ve toplam beta veya her ikisinden biri limit değerleri aşarsa ileri izotopik analiz yapılarak her bir izotoptan kaynaklanan toplam yıllık dozların 0,1 mSv' i geçip geçmediğine bakılır, 0,1 mSv'den düşük ise içilebilir, yüksek ise içilemez. İçme sularındaki radyonüklitlerin doz değerlendirmelerinde denklem 3.8 kullanılmıştır.

$$YDE = A_{su} \times T_{su} \times DCF \quad (3-8)$$

YDE: Yıllık doz eşdeğeri,

A_{su} : Spesifik radyonüklidin aktivite konsantrasyonu (Bq/L),

T_{su} : Yıllık tüketilen içme suyu miktarı (730L),

DCF: Spesifik radyonüklitler için doza çevirim katsayıları (Sv/Bq).

Çalışmada ortalama toplam alfa ve beta konsantrasyonları 0,1mSv'lik TGD değerinin altında kalmıştır. Radyasyona bağlı kanser insidansı için nominal risk katsayısı $5,5 \times 10^{-2}$ /Sv'dir (ICRP 2008). Bunu, içme suyundan alınan yıllık 0,1 mSv'lik TGD ile çarptığımızda, tahmini yıllık kanser riski yaklaşık $5,5 \times 10^{-6}$ 'değerinin altında olarak hesaplanmıştır. (Kanser Riski = $0,1 \times 10^{-4}$ Sv (0,1mSv) x $5,5 \times 10^{-2}$ /Sv = $5,5 \times 10^{-6}$)

3.2.3 İzmir İli Dış ve İç Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi

3.2.3.1 İzmir İli Dış Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi

Alan örnekleme yöntemiyle belirlenen 287 ölçüm istasyonunun her birinden 3'er ölçüm olmak üzere toplam 861 dış ortam gama ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerde Thermo Scientific firması tarafından üretilen portable NBR model sodyum iyodür (NaI) sintilasyon dedektörü kullanılmıştır. Resim 3.9'da cihaz gösterilmiştir. Ölçüm noktalarının koordinatları hassas "Global Pozisyon Belirleme Sistemi (GPS) ile belirlendikten sonra ölçümler yerden 1 metre yükseklikten 1'er dakikalık sürelerle alınmıştır. Ölçüm değerleri, hava şartları ve istasyonla ilgili tanımlayıcı bilgiler saha defterine kaydedilmiştir. Ölçüm istasyonunun bulunduğu noktadaki yer kökenli (terrestrial) ve uzay kökenli (Kozmik) radyasyonların oluşturduğu toplam gama ışınlama doz hızları nGy/saat olarak ölçülmüştür.



Resim 3-9: Thermo Scientific NBR sintilasyon dedektörü.

3.2.3.2 İzmir İli İç Ortam Gama Işınlama Doz Hızlarının Belirlenmesi

Saha çalışmalarında dış ortam gama ışınlama doz hızı çalışmaları ile birlikte iç ortam çalışmaları da sürdürülmüştür. Çalışma sahasında bulunan yerleşim birimlerinden rastgele seçilen konutlarda iç ortam gama doz hızı okumaları yapılmıştır. Hane halkına çalışma hakkında bilgi verilmiş ölçüm için onayları alındıktan sonra oturma odalarında yerden ve duvarlardan 1 metre uzaktan portable NBR model sodyum iyodür (NaI) sintilasyon dedektörü kullanılarak 1 dk'lık sayımlar alınmıştır. Ölçüm sonuçları ve diğer tanımlayıcı bilgiler saha defterine kaydedilmiştir.

3.2.3.3 İzmir İli Dış ve İç Ortam Gama Eşdeğer Doz Hızlarının ve Kanseri Risklerinin Hesaplanması

Çalışmadaki iç ve dış gama doz hızlarının hesaplanmasında, öncelikle havada ölçülen absorblanmış doz hızları (nGy/saat), etkin dozlara (nSv/saat) çevrilmiş ve daha sonra "Yıllık Etkin Doz" hesaplanmıştır. Bunun için UNSCEAR 2008 raporunda verilen model kullanılmıştır. Yıllık Etkin Doz Eşdeğerinin hesaplanmasında denklem 3.9 kullanılmıştır.

$$YED (mSv/y) = AD_{hava} \times DF \times M \times T \quad (3-9)$$

YED: Yıllık Etkin Doz (mSv/y),

AD_{hava} : Havada Absorblanmış Doz,

DF: Havada Absorblanmış Dozu Etkin Doza Çevirme katsayısı (0,7 Sv/Gy),

M: Meşguliyet faktörü; günlük gama ışınlarına maruz kalma oranı (dış ortam için günün %20'si, iç ortamlar için %80),

T: Saat olarak bir yıllık zaman (8760 saat/yıl).

İzmir İli dış ortam gama dozu için;

Ortalama Yıllık Etkin Doz = 88 (nGy/saat) x 0,7 (Sv/Gy) x 10^{-3} x 0,20 x 8760 (saat/yıl) = 108 μ Sv/yıl olarak hesaplanmıştır.

İzmir İli iç ortam gama dozu için;

Ortalama Yıllık Etkin Doz = 74 (nGy/saat) x 0,7 (Sv/Gy) x 10^{-3} x 0,80 x 8760 (saat/yıl) = 363 μ Sv/yıl olarak hesaplanmıştır.

Ülkemizde ortalama yaşam süresi 75 yıl olarak alındığında yıllık ortalama 75 ile çarpıldığında yaşam boyu alınan doz hesaplanabilir;

Yaşam boyu maruz kalınan efektif doz = 75 x Ortalama Yıllık iç ve dış ortam Etketif Doz = 75 x (108 μ Sv/yıl + 363 μ Sv/yıl) = 75 x 471 μ Sv/yıl = 35325 μ Sv/75 yıl = 35,325 mSv/75 yıl olarak hesaplanmıştır.

Yaşam boyu kanser riski hesabı ICRP -103'te verilen modele göre hesaplanmış olup, denklem 3.10'da verilmiştir.

$$ELCR=YED \times DL \times RF \quad (3-10)$$

ELCR hayat boyu kanser riski,

YED; yıllık dış ve iç gama etkin doz,

DL; yaşam süresi (75 yıl),

RF; risk faktörü ($5,5 \times 10^{-2} \text{Sv}^{-1}$).

Yaşam boyu dış ve iç ortam gama ışınlama dozuna bağlı kanser riski;

$35,325 \times 75 \times 5,5 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = \%0,146$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi

Çalışma toprak örneklerinin sahadan toplanması, analize hazırlanması, sayım ve aktivite hesaplarının yapılması aşamalarını kapsamaktadır.

3.2.4.1 Toprak Örneklerinin Sahadan Toplanması

İl genelinde alan örnekleme yöntemi ile belirlenen 187 dış gama ölçüm noktasından aynı zamanda toprak örnekleri de alınmıştır. Örnekleme noktasının koordinatları hassas GPS cihazı ile tespit edildikten sonra, örnek adı, örnek kodu, yerleşim birimi, tarih, saat, hava şartları vb. bilgiler saha defterine kaydedilmiştir. Toprak yüzeyindeki bitki kök vb. yabancı cisimler uzaklaştırıldıktan sonra derinliği 15 cm olacak şekilde yüzey toprağından yaklaşık ikişer kilogram örnek alınarak çift kilitli poşetlere konmuş ve üzerleri etiketlenmiştir. Toprak örnekleri alınırken açık alan olması, yağmur, sel vb. olaylarla başka yerlerden taşınmış veya bir yerde birikmiş olmamasına dikkat edilmiş, su geçirgenliği iyi ve düz yerler tercih edilmiştir. Saha çalışmaları tamamlandıktan sonra analize hazırlanmak üzere ÇNAEM Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi Toprak Laboratuvarı'nda koruma altına alınmıştır.

3.2.4.2 Toprak Örneklerinin Gama Spektrometrik Analizler İçin Hazırlanması

Toprak örnekleri alındıktan sonra ÇNAEM Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi Toprak Hazırlama Laboratuvarı'nda her örnek için ayrı barkod numaraları verilerek laboratuvar kayıtları yapıldıktan sonra koruma altına alınarak sayım için hazırlama işlemlerine başlanmıştır.

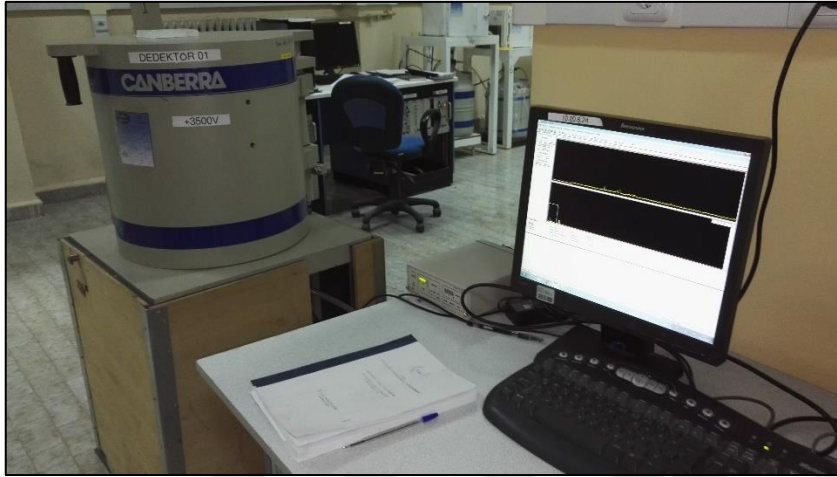
Örnekler daha önceden üzerlerine örnek barkodları yapıştırılmış tek kullanımlık kurutma kaplarına konulduktan sonra yaklaşık 40 örnek kapasiteli etüve alınmış ve 105 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler çeneli kırıcı ve öğütücüde öğütülmüş ve 0,2mm gözenek çaplı eleklerden geçirildikten sonra darası alınmış, sayım kaplarına (Marinelli kabı) doldurulmuş ve tartılarak tartım bilgileri laboratuvar defterine ve örnek kabı üzerine yazılmıştır. Marinelli kaplarının kapakları hava geçirmeyecek şekilde bantla sarılarak örneklerin içerisinde bulunan uzun yarı ömürlü radyonüklitlerle bozunum ürünlerinin dengeye gelmesi için 3 hafta bekletilmiştir.

3.2.4.3 Toprak Örneklerinin Gama Spektrometrik Analizleri

Toprak örneklerindeki gama yayınlıyıcı radyonüklitlerin derişimlerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan ölçüm sistemleri gama spektrometre sistemleridir. Bunlar sintilasyon dedektörleri (NaI (TI) vb) veya yarı iletken dedektörler (HPGe veya Ge(Li)) olarak iki gruba ayrılır. Çalışmada HPGe yarı iletken dedektörler kullanılmıştır. Sistem dedektör ünitesi, ön yükselteç (preamplifikatör), güç kaynağı ve yüksek voltaj filtresi (High Voltaj Unit), yükselteç (Amplifikatör), analog sinyalleri dijitale dönüştürücü (Analog to digital converter), multikanal analizör ünitesi, bilgisayar ve özel yazılımdan oluşmaktadır. Dedektör ünitesi devar adı verilen 30 litre hacimli içerisinde sıvı azot bulunan kaba monte edilmiştir. Örnek sayım ünitesi farklı geometrilere örneklerin sayımlarının yapılabileceği şekilde dizayn edilmiş, silindirik kurşun şiltle etrafı kaplanmış ve örnek dışında dışardan gelebilecek gama ışınlarına karşı izole edilmiştir. Farklı matrislerde, aktivitede ve yoğunlukta örnekler, uygun sayım kaplarında ve geometrilere yüksek güvenilirlikle analiz edilebilmektedir.

Çalışmada kullanılan gama spektrometre sayım sistemleri relatif verimleri %50 olan Canberra GX5020 ve GX5021 model koaksiyal dedektörler, " Dijital Spektrum Analiz modülü (DSA1000) ve özel yazılım (Genie2000)'den oluşmaktadır. Cihazlar akreditasyon kapsamında olduğu için fon sayımları ile enerji ve verim kalibrasyonları

düzenli periyotlarla yapılmaktadır. Kalibrasyonlarda kullanılan SRM'ler 46 keV ile 1836 keV aralığında enerjiye sahip 11 gama yayınlayıcı radyoizotoptan (Pb-210, Am-241, Cd-109, Co-57, Ce-139, Hg-203, Sn-113, Sr-85, Cs-137, Y-88, Co-60) oluşmaktadır. Şekil 3.10'da Gama Spektrometre Sistemi görülmektedir.



Şekil 3-10: Gama Spektrometre Sistemi.

Üç haftalık bekleme süresi tamamlanan örnekler Gama Spektrometre Laboratuvarı'nda bulunan sayım sistemlerinin sayım ünitesine yerleştirildi ve sayım başlatılmadan önce örnek bilgileri (analiz sorumlusu, dedektör numarası, sayım geometrisi, örnek takip numarası, örnek kütlesi, terazi belirsizliği vb.) sayım sisteminde kullanılan yazılımın örnek bilgileri menüsüne kayıt edilmiştir. Sayım süresi örnek aktivitesine ve örnek miktarına bağlı olarak 10 bin ile 100 bin saniye arasında bir değer seçilerek sayımlar başlatılmıştır. Sayım süresi sona erdiğinde radyoizotop pik ve spektrumları kontrol edildikten sonra bir adet çıktı alındı ve sonuçlar analiz dosyasına kaydedildi.

Toprak örneklerinin aktivite derişimlerinin hesabı, "Genie2000" yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Aktivite hesabında, aynı enerjideki alan, verim faktörü ve yayınlanma olasılığı dikkate alınarak, aktiviteleri denklem 3.11'e göre hesaplanmıştır.

$$A = \frac{N}{\varepsilon \cdot \gamma \cdot t_s \cdot m \cdot K} \quad (3-11)$$

N : örnek spektrumundaki fon düzeltmesi yapılmış net pik alanındaki sayım hızı,

ε : ilgilenilen fotopik enerjisi için verim değeri,

t_s : örnek spektrumu için sayım süresi,

m : örnek kütlesi,

γ : yayınlanma olasılığı,

K : düzeltme faktörü.

Relatif belirsizlik %14,5 olarak hesaplanmıştır.

İzmir iline ait 187 adet toprak örneğinin gama spektrometrik analizleri yukarda açıklandığı şekilde yapılarak Ra-226, Th-232, K-40 ve Cs-137 radyoizotoplarının aktivite derişimleri tespit edilmiştir. İzmir ili toprak örneklerinden kaynaklanan karasal (Terristrial) gama doz hızlarının belirlenmesi için Ra-226, Th-232, K-40 ve Cs-137 radyoizotop derişimleri UNSCEAR 2008'de verilen formül kullanılarak doza çevrilmiştir (UNSCEAR 2008).

3.2.4.4 Toprak Örneklerindeki Radyonüklitlerden Kaynaklanan Dozların Hesaplanması

Karasal kökenli gama dozlarının hesaplanmasında Potasyum-40, Radium-226, Toryum-232 ve Sezyum-137 aktivite konsantrasyonları UNSCEAR 2008 modelindeki formüle göre doza çevrilmiştir. Yerden 1 metre yükseklikteki havada absorblanmış doz denklem 3.12'ye göre hesaplanmıştır (UNSCEAR 2008).

$$AD (nGysaat^{-1}) = 0,0417 C_K + 0,462 C_{Ra} + 0,604 C_{Th} \quad (3-12)$$

AD (nGysaat⁻¹): Havada absorblanmış doz hızı (nGy/saat)

C_K : Potasyum aktivite konsantrasyonu (Bq/kg),

C_{Ra} : Radium aktivite konsantrasyonu (Bq/kg),

C_{Th} : Toryum aktivite konsantrasyonu (Bq/kg).

Buna göre İzmir il geneli için ortalama karasal gama doz hızı;

$$AD (nGysaat^{-1}) = 0,0417 \times 463 + 0,462 \times 43 + 0,604 \times 41 = 64 \text{ nGy/saat}$$

olarak hesaplanmıştır.

Yıllık ortalama havada absorblanmış doz denklem 3.13'ye göre hesaplanmıştır,

$$YAD (\mu\text{Gy/yıl}) = AD \times M \times T \times DF \times 10^{-3} \quad (3-13)$$

YAD ($\mu\text{Gy/yıl}$): Yıllık ortalama havada absorblanmış gama doz hızı ($\mu\text{Gy/yıl}$),

M: Meşkuliyet faktörü (açık alanlar için %20 önerilmektedir),

T: Saat cinsinden zaman (bir yıl 8.766 saattir),

DF: Doz dönüşüm faktörü (yetişkinler için 0,7 Sv/nGy),

YED: Yıllık ortalama etkin doz eşdeğeri ($\mu\text{Sv/yıl}$).

Buna göre İzmir il geneli için yıllık ortalama havada absorblanmış doz hızı;

YED = $64 \text{ nGy/saat} \times 0,2 \times 8766 \text{ saat} \times 0,7 \times 10^{-3} = 79 \mu\text{Sv/yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.5 Çalışmada Kullanılacak Diğer Ekipmanlar

GPS (Global Positioning System) :Oldukça üstün özelliklere sahip olan bu cihazla çalışmadaki ölçüm noktalarına ait koordinatların ve rakımların yüksek hassasiyette tespiti yapılmıştır. Saha çalışmalarındaki kayıtlar USB ile bilgisayara aktarılmıştır.

Etüv: Laboratuvarlarımızda farklı büyüklük ve özelliklere sahip etüvler bulunmaktadır. Çok amaçlı kullanılan bir cihazdır. Örneklerin kurutulmasında ve saklanmasında kullanılmıştır.

Hot plate:Zaman ve ısı ayarlanabilir özelliklere sahip olan ısıtma tablalarıdır. Su örneklerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

Çeker ocak:Örneklerin hazırlanmasında kimyasalların uzaklaştırılması için örnekler çeker ocak içerisinde hazırlanmıştır.

pH metre: Su örneklerinin pH ölçümleri ve saklama koşullarını oluşturmak için kullanılmıştır.

Hassas terazi: Örneklerin tartımında farklı hassasiyette kalibrasyonlu hassas teraziler kullanılmıştır.

Çeneli kırıcı : Toprak örneklerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

Toprak taş değirmeni: Toprak örneklerinin 0,2 mm çapında öğütülmesi ve homojen hale getirilmesi için kullanılmıştır.

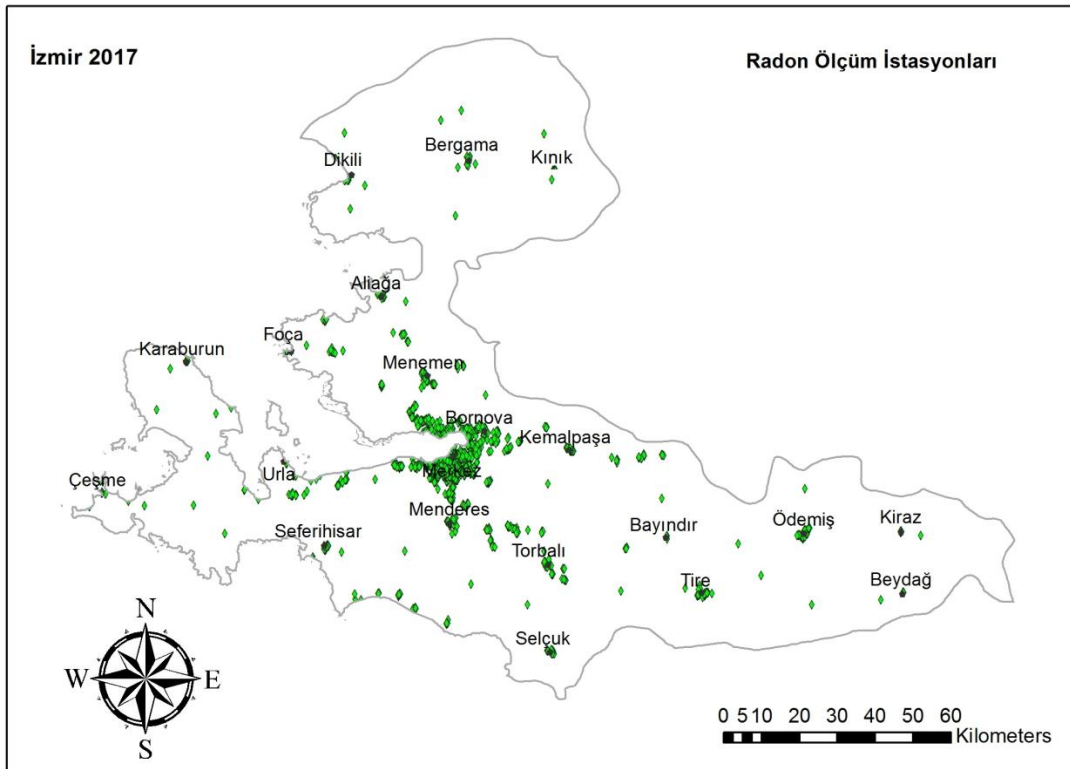
4. BULGULAR

İzmir ili fon radyasyon düzeylerinin belirlenmesine yönelik araştıma bulguları, evlerde radon konsantrasyonu, içme sularında toplam alfa ve beta aktivitesi, dış ve iç ortam gama doz hızı ve toprak örneklerindeki izotop konsantrasyonları olmak üzere dört kategoride aşağıda sunulmuştur.

4.1 İzmir ili Evlerinde Belirlenen Radon Konsantrasyon Düzeyleri

Araştırma;

- 1.İzmir il genelindeki konutları temsilen TÜİK tarafından seçilen 2004 konuta yerleştirilen Radon dedektörlerinin değerlendirilmesi neticesinde evlerde radon konsantrasyon düzeylerinin belirlenmesi,
2. İlçelere göre istatistiksel değerlendirmelerinin yapılması, grafiklerin çizilmesi,
3. Elde edilen verilere göre ilin radon dağılım haritasının çizilmesini kapsamıştır.



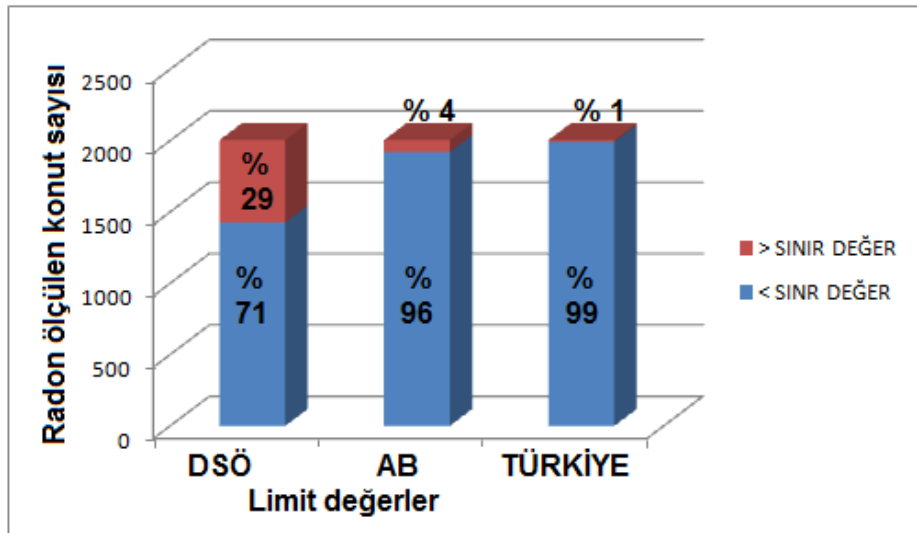
Şekil 4-1: Radon ölçümü yapılan evlerin harita üzerinde coğrafi dağılımı.

Çalışmada TÜİK tarafından belirlenen 2004 konuta ait koordinatlar hassas GPS cihazları ile tespit edilmiştir. ArcMap, ArcGIS (10.2 version) harita programına bu değerler işlenmiş ve Şekil 4.1’de İzmir haritası üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 4-1: İlçelere göre radon konsantrasyon düzeylerinin dağılımı.

Rn-222 Bq/m ³	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-Mak	Geometrik Ortalama	GSS
Aliğa	121	115	81	55-147	45-717	96	1,9
Balçova	54	26	47	35-71	20-131	49	1,6
Bayındır	64	26	56	45-88	38-111	60	1,5
Bayraklı	67	49	54	40-79	24-454	58	1,7
Bergama	83	30	79	63-101	33-149	78	1,5
Beydağ	55	23	50	37-73	34-92	52	1,5
Bornova	66	32	55	44-78	25-197	60	1,5
Buca	71	39	59	45-89	16-254	62	1,7
Çeşme	85	48	72	48-110	37-223	74	1,7
Çiğli	85	79	65	54-99	26-792	72	1,6
Dikili	72	39	58	46-82	32-177	64	1,6
Foça	117	125	79	54-98	36-574	86	2
Gazimir	67	45	54	39-86	12-310	57	1,7
Güzelbahçe	64	29	58	46-79	26-128	59	1,5
Karabağlar	97	38	91	69-115	21-270	92	1,5
Karaburun	46	22	41	30-68	18-80	41	1,7
Karşıyaka	58	39	50	40-61	25-285	51	1,5
Kemalpaşa	68	53	55	42-70	18-343	58	1,7
Kınık	128	128	97	56-146	28-622	105	2
Kiraz	57	34	47	28-78	23-125	49	1,8
Konak	132	109	114	79-151	35-1075	114	1,6
Menderes	61	40	48	37-71	22-235	53	1,6
Menemen	74	52	58	45-85	28-339	53	1,7
Narlıdere	55	34	42	31-70	11-172	47	1,8
Ödemiş	50	17	51	37-61	24-95	47	1,4
Seferihisar	56	35	50	32-66	18-183	49	1,7
Selçuk	63	30	51	43-76	30-135	57	1,5
Tire	79	40	65	46-65	30-193	71	1,6
Torbalı	73	40	64	52-79	31-269	67	1,5
Urla	143	140	91	70-151	36-684	109	2
İl geneli	81	82	65	47-99	11-1075	72	1,6

İzmir il genelini temsilen değerlendirilen 2004 adet dedektöre ait ortalama, ortanca, 25. ve 75. yüzdelikler, minimum ve maksimum değerlerin ilçelere göre dağılımı Tablo 4.1'de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek ortalama radon konsantrasyon düzeyi 143 ± 140 ile Urla ilçesi'nde tespit edilmiştir. En düşük ortalama radon konsantrasyon düzeyi ise 46 ± 22 ile Karaburun ilçesi'nde tespit edilmiştir. Tüm ilçelerdeki ortalama radon konsantrasyonları Dünya ortalamasının (40 Bq/m^3) üzerindedir. 30 ilçeden 5'indeki radon konsantrasyon düzeyleri DSÖ tarafından önerilen 100 Bq/m^3 'lük sınır değeri aşmıştır. Bu ilçeler Aliğa $121 \pm 115 \text{ Bq/m}^3$, Foça $117 \pm 125 \text{ Bq/m}^3$, Kınık $128 \pm 128 \text{ Bq/m}^3$, Konak $132 \pm 109 \text{ Bq/m}^3$ ve Urla $143 \pm 140 \text{ Bq/m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Ancak bu değerler TAEK Radyasyon Güvenliği yönetmeliğinde konutlar için belirlenen 400 Bq/m^3 'lük sınır değerinin altında kalmıştır. En düşük radon düzeyi 11 Bq/m^3 ile Narlıdere, Atatürk Mahallesi'nde, en yüksek ise 1075 Bq/m^3 ile Konak, Kubilay Mahallesi'nde ölçülmüştür. Aliğa, Bayraklı, Çiğli, Foça, Kınık, Konak ve Urla ilçeleri'nde 11 (%0,55) konutta ölçülen radon düzeylerinin ülkemiz sınır değerini aştığı görülmüştür. 2004 konuttan 1427 (%71,21)'i DSÖ sınır değeri olan 100 Bq/m^3 'den düşük çıkmasına rağmen 577 (%28,79) konuttaki radon düzeyleri sınır değeri geçmiştir. Şekil 4.2'de sınır değerlere göre radon dağılımının oransal değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4-2: İzmir evlerindeki radon düzeylerinin sınır değerlere göre oransal değerleri.

Ölçülen radon gazı konsantrasyon düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4-2: İlçelere göre yıllık radon maruziyet dozu düzeyleri ve yaşam boyu kanser riskleri.

Rn-222 Doz-Risk	Yıllık Maruziyet Dozu (Sv)		Ömürboyu Kanser Riski (%)	
	Ortalama	Min-Mak	Ortalama	Min-Mak
Aliğa	4,797	1,78-28,42	2	0,74-11,84
Balçova	2,141	0,79-5,19	0,89	0,33-2,16
Bayındır	2,537	1,51-4,40	1,06	0,63-1,83
Bayraklı	2,656	0,95-18,00	1,11	0,40-7,50
Bergama	3,29	1,31-5,91	1,37	0,55-2,46
Beydağ	2,18	1,35-3,65	0,91	0,56-1,52
Bornova	2,616	0,99-7,81	1,09	0,41-3,25
Buca	2,815	0,63-10,07	1,17	0,26-4,20
Çeşme	3,37	1,47-8,84	1,4	0,61-3,68
Çiğli	3,37	1,03-31,40	1,4	0,43-13,08
Dikili	2,854	1,27-7,02	1,19	0,53-2,92
Foça	4,638	1,43-22,76	1,93	0,59-9,48
Gaziemir	2,656	0,48-12,29	1,11	0,20-5,12
Güzelbahçe	2,537	1,03-5,07	1,06	0,43-2,11
Karabağlar	3,845	0,83-10,70	1,6	0,35-4,46
Karaburun	1,824	0,71-3,17	0,76	0,30-1,32
Karşıyaka	2,299	0,99-11,30	0,96	0,41-4,71
Kemalpaşa	2,696	0,71-13,60	1,12	0,30-5,67
Kınık	5,074	1,11-24,66	2,11	0,46-10,27
Kiraz	2,26	0,91-4,96	0,94	0,38-2,06
Konak	5,233	1,39-42,62	2,18	0,58-17,76
Menderes	2,418	0,87-9,32	1,01	0,36-3,88
Menemen	2,934	1,11-13,44	1,22	0,46-5,60
Narlıdere	2,18	0,44-6,82	0,91	0,18-2,84
Ödemiş	1,982	0,95-3,77	0,83	0,40-1,57
Seferihisar	2,22	0,71-7,25	0,93	0,30-3,02
Selçuk	2,498	1,19-5,35	1,04	0,50-2,23
Tire	3,132	1,19-7,65	1,3	0,50-3,19
Torbalı	2,894	1,23-10,66	1,21	0,51-4,44
Urla	5,669	1,43-27,12	2,36	0,59-11,30
İl geneli	3,211	0,44-42,62	1,34	0,18-17,76

Doğal olarak radon gazı maruziyeti neticesinde alınan yıllık ortalama doz değerleri en yüksek 5,67 mSv ile Urla ilçesi'nde, en düşük 1,82 mSv ile Karaburun ilçesi'nde tespit edilmiştir. Tüm ilçelerdeki ortalama radon maruziyet doz düzeyleri Dünya ortalamasının (1,15 mSv) üzerindedir. Beş ilçenin ortalama doz düzeyleri (Aliağa 4,80 mSv, Foça 4,64 mSv, Kınık 5,07 mSv, Konak 5,23 mSv ve Urla 5,67 mSv) Dünya ortamasından en az 4 kat yüksek çıkmıştır. En düşük radon dozu 0,44 mSv ile Narlıdere, Atatürk Mahallesi'nde, en yüksek ise 42,62 mSv ile Konak, Kubilay Mahallesi'nde ölçülmüştür.

Bu doz değerlerine göre hesaplanan kanser riskleri radon konsantrasyonları ile paralellik göstermiştir. Ortalama radon maruziyet dozlarına göre yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Karaburun'da %0,76, Ödemiş'te %0,83, Balçova'da %0,89, Beydağı'da %0,91, Narlıdere'de %0,91, Seferihisar'da %0,93, Kiraz'da %0,94, Karşıyaka'da %0,96, Menderes'te %1,01, Selçuk'ta %1,04, Bayındır'da %1,06, Güzelbahçe'de %1,06, Bornova'da %1,09, Bayraklı'da %1,11, Gaziemir'de %1,11, Kemalpaşa'da %1,12, Buca'da %1,17, Dikili'de %1,19, Torbalı'da %1,21, Menemen'de %1,22, Tire'de %1,3, Bergama'da %1,37, Çeşme'de %1,4, Çiğli'de %1,40, Karabağlar'da %1,60 Merkez metropol'de %1,42, Foça'da %1,93, Aliağa'da %2, Kınık'ta %2,11, Konak'ta %2,18 ve Urla'da %2,36 olarak hesaplanmıştır.

Çalışma yapılan konutlarla ilgili yapılan 11 sorudan oluşan anket verileri SPSS programında analiz edilmiştir. Konut yapı özellikleri ve yaşayanların davranışları ile radon konsantrasyonları arasındaki ilişki "Ki- Kare Testi" ile test edilmiştir. Analiz yöntemi olarak ki-kare testi ve tablolarda gözlerin herhangi birisinde beklenen değer 5'den küçük olduğu durumlarda Fisher'in kesin testi uygulanmıştır.

İlçelere göre radon konsantrasyonlarının karşılaştırılması Tablo 4.3'te verilmiştir. DSÖ'nün tavsiye ettiği limit değer (100 Bq/m^3)'in altında ve üstünde olmak üzere radon konsantrasyon düzeyleri iki kategoriye ayrılmış ve ilçeler aralarında anlamlı fark olup olmadığı incelenmiştir. Metropol ilçeler ile periferdeki ilçeler arasındaki radon konsantrasyon düzeyleri anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p < 0,001$).

Tablo 4-3: İzmir ilinin ilçelerine göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

TEST EDİLEN PARAMETRELER		Radon Ölçüm Değerleri (Bq/m ³)				SONUÇ
		Düşük (100 ve altı)		Yüksek (100 üstü)		
		n	%	n	%	
Gruplandırılmış İlçeler	Merkez ilçeler	778	65,9	402	34,1	p ^b <0,001
	Perifer ilçeler	655	79,5	169	20,5	
İzmir ili ilçeleri	ALİAĞA	22	56,4	17	43,6	p ^a <0,001
	BALÇOVA	32	88,9	4	11,1	
	BAYINDIR	6	75,0	2	25,0	
	BAYRAKLI	137	82,5	29	17,5	
	BERGAMA	10	58,8	7	41,2	
	BEYDAĞ	6	100,0	0	0	
	BORNOVA	108	82,4	23	17,6	
	BUCA	157	78,1	44	21,9	
	ÇEŞME	17	68,0	8	32,0	
	ÇİĞLİ	74	72,5	28	27,5	
	DİKİLİ	16	80,0	4	20,0	
	FOÇA	17	70,8	7	29,2	
	GAZİEMİR	58	79,5	15	20,5	
	GÜZELBAHÇE	21	84,0	4	16,0	
	KARABAĞLAR	149	50,9	144	49,1	
	KARABURUN	8	100,0	0	0	
	KARŞIYAKA	54	93,1	4	6,9	
	KEMALPAŞA	48	84,2	9	15,8	
	KINIK	9	45,0	11	55,0	
	KİRAZ	7	87,5	1	12,5	
	KONAK	68	34,9	127	65,1	
	MENDERES	67	89,3	8	10,7	
	MENEMEN	68	78,2	19	21,8	
	NARLIDERE	28	90,3	3	9,7	
	ÖDEMİŞ	51	96,2	2	3,8	
	SEFERİHİSAR	43	93,5	3	6,5	
	SELÇUK	22	84,6	4	15,4	
	TİRE	31	67,4	15	32,6	
	TORBALI	81	85,3	14	14,7	
	URLA	18	54,5	15	45,5	

^a Fisher'ın kesin testidir. ^b Ki-Kare testidir.

İlçeler aynı kategoriler açısından birbirleri ile karşılaştırıldığında aynı şekilde anlamlı olarak farklılık gözlenmiştir (p<0,001).

Yaşanılan ev tipine, evin yapıldığı tarihten sonra geçen süreye, havalandırma sistemine ve havalandırma süresine göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4-4: Yaşanılan ev tipine, evin yapıldığı tarihten sonra geçen süreye, havalandırma sistemine ve havalandırma süresine göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

PARAMETRE		Radon Ölçüm Değerleri (Bq/m ³)				SONUÇ
		Düşük (100 ve altı)		Yüksek (100 üstü)		
		N	%	n	%	
Evin tipi	Apartman 1. kat	336	81,8	75	18,2	p ^a <0,001
	Apartman 2. kat	189	88,7	24	11,3	
	Apartman zemin kat	299	61,8	185	38,2	
	Apartman 1. bodrum	53	55,2	43	44,8	
	Apartman 2. bodrum	6	100,0	0	,0	
	Müstakil bodrumlu	376	67,6	180	32,4	
	Müstakil bodrumsuz	174	73,1	64	26,9	
Evin yaşı	15 yıldan az	406	73,7	145	26,3	p ^b <0,001
	15-30 yıl	603	73,6	216	26,4	
	30-45 yıl	345	69,8	149	30,2	
	45 yıldan fazla	75	56,4	58	43,6	
Havalandırma sistemi	Doğal havalandırma	1375	71,4	552	28,6	p ^a :0,332
	Klima ile havalandırma	44	80,0	11	20,0	
	Vantilatör ile havalandırma	0	0	0	0	
	Diğer	10	66,7	5	33,3	
Havalandırma süresi	1 saatten az	443	68,4	205	31,6	p ^b :0,176
	1-3 saat	811	73,0	300	27,0	
	3-5 saat	153	73,9	54	26,1	
	Diğer	22	71,0	9	29,0	

^aFisher'ın kesin testidir. ^bKi-Kare testidir.

Apartman bodrumlu, apartman bodrumsuz, müstakil bodrumlu, müstakil bodrumsuz gibi ev tipleri ve kat sayıları ile radon konsantrasyon düzeyleri arasında anlamlı olarak ilişki tespit edilmiştir (p<0,001). Bina yaşı ile radon düzeyi arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Havalandırma sistemi ve havalandırma süresi ile radon konsantrasyonu arasında ilişki tespit edilememiştir (p>0,05).

Evin ısı sistemine, evde yaşanan süreye, pencerelerin cam ve yalıtım durumlarına göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4-5: Evin ısı sistemine, evde yaşanan süreye, pencerelerin cam ve yalıtım durumlarına göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

PARAMETRE		Radon Ölçüm Değerleri (Bq/m ³)				SONUÇ p ^b
		Düşük (100 ve altı)		Yüksek (100 ve üstü)		
		n	%	n	%	
Isı sistemi	Kalorifer	58	80,6	14	19,4	0,124
	Kömür-odun sobası	875	70,9	359	29,1	
	Doğalgaz	212	75,2	70	24,8	
	Diğer	283	69,5	124	30,5	
Evde yaşanan süre	15 yıldan az	662	73,6	238	26,4	0,060
	15-30 yıl	419	72,0	163	28,0	
	30-45 yıl	262	69,3	116	30,7	
	Diğer	86	63,2	50	36,8	
Pencerelerin durumu	Tek camlı, ısı yalıtımı iyi	270	76,1	85	23,9	0,175
	Tek camlı, ısı yalıtımı zayıf	354	69,4	156	30,6	
	Çift camlı, ısı yalıtımı iyi	722	71,3	290	28,7	
	Çift camlı, ısı yalıtımı zayıf	82	69,5	36	30,5	

Isıtma sistemi, evde yaşanan süre, pencere tipi ve yalıtım durumu ile radon düzeyi arasında ilişki tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

Evin taban, tavan, duvar yapı malzemesi, kullanım alanı, oturma salonu alanı ve hanede sigara içilme durumuna göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.6'da verilmiştir.

Analiz yöntemi olarak ki-kare testi ve tablolarda gözlerin herhangi birisinde beklenen değer 5'den küçük olduğu durumlarda Fisher'in kesin testi uygulanmıştır.

Evin taban, tavan ve duvar yapı malzemeleri ahşap, taş, toprak, beton, tuğla ve diğer olarak 6 kategoriye ayrılarak ev yapı malzemeleri ile radon konsantrasyon düzeyi arasında ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Taban ve tavan yapı malzemeleri ile radon konsantrasyonu arasında ilişki tespit edilememiş ($p > 0,05$). Ancak duvar yapı malzemeleri ile radon düzeyi arasında ilişki bulunmuştur ($p < 0,001$). Evin kullanım alanı ve oturma salonu büyüklüğü ile radon konsantrasyonu arasında ilişki tespit edilmiştir.

($p < 0,001$). Sigara içilme durumu ile radon düzeyleri arasında ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$).

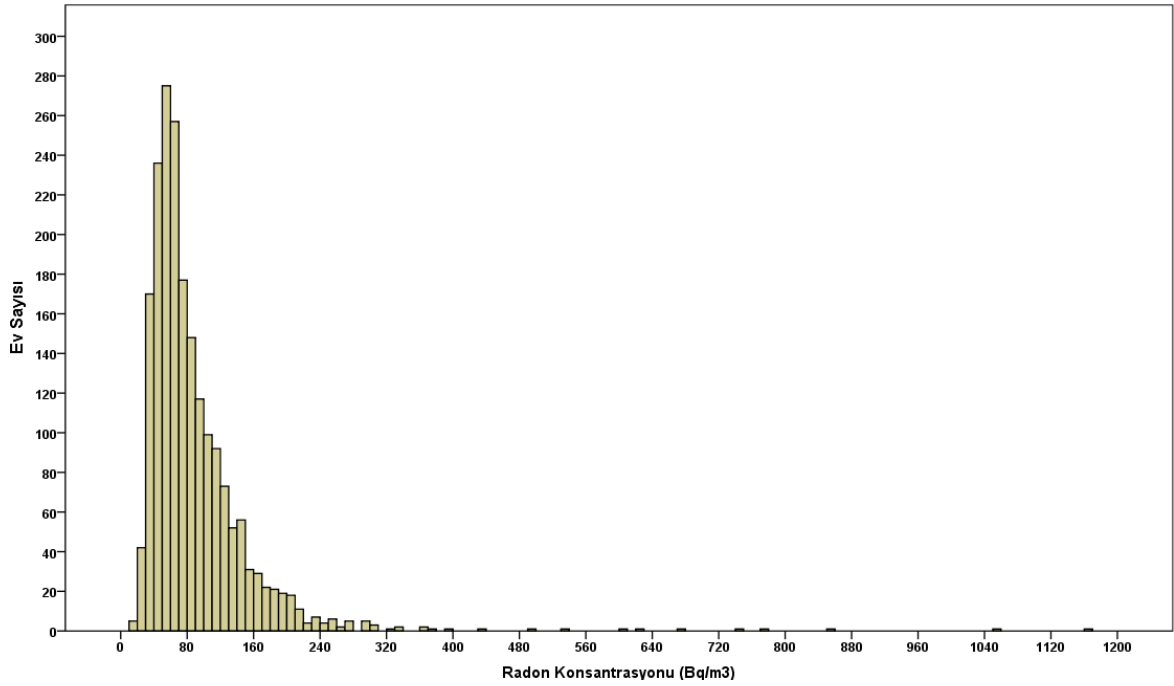
Tablo 4-6: Evin taban, tavan, duvar yapı malzemesi, kullanım alanı, oturma salonu alanı ve hanede sigara içilme durumuna göre radon ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

PARAMETRE		Radon Ölçüm Değerleri (Bq/m ³)				SONUÇ
		Düşük (100 ve altı)		Düşük (100 ve altı)		
		n	%	n	%	
Evin taban yapı malzemesi	Ahşap	159	68,5	73	31,5	p ^a :0,416
	Taş	33	68,8	15	31,3	
	Toprak	6	50,0	6	50,0	
	Beton	1201	72,1	464	27,9	
	Tuğla	7	70,0	3	30,0	
	Diğer	22	78,6	6	21,4	
Evin tavan yapı malzemesi	Ahşap	351	71,2	142	28,8	p ^a :0,716
	Taş	210	71,7	83	28,3	
	Toprak	5	55,6	4	44,4	
	Beton	811	71,5	324	28,5	
	Tuğla	7	87,5	1	12,5	
	Diğer	43	76,8	13	23,2	
Evin duvar yapı malzemesi	Ahşap	3	33,3	6	66,7	p ^a <0,001
	Taş	23	62,2	14	37,8	
	Toprak	17	70,8	7	29,2	
	Beton	532	64,8	289	35,2	
	Tuğla	847	77,5	246	22,5	
	Diğer	5	50,0	5	50,0	
Kullanım alanı (m ²)	50 m ² ‘den az	64	62,1	39	37,9	p ^b <0,001
	50-100 m ²	876	69,4	386	30,6	
	100-150 m ²	448	77,5	130	22,5	
	Diğer	39	76,5	12	23,5	
Oturma salonunun alanı (m ²)	10 m ² ‘den az	229	65,4	121	34,6	p ^b :0.005
	10-30 m ²	1097	72,6	413	27,4	
	30-50 m ²	91	79,1	24	20,9	
	Diğer	10	55,6	8	44,4	
Hanede sigara içilme durumu	İçiliyor	713	69,9	307	30,1	p ^a :0,169
	İçilmiyor	702	73,3	256	26,7	

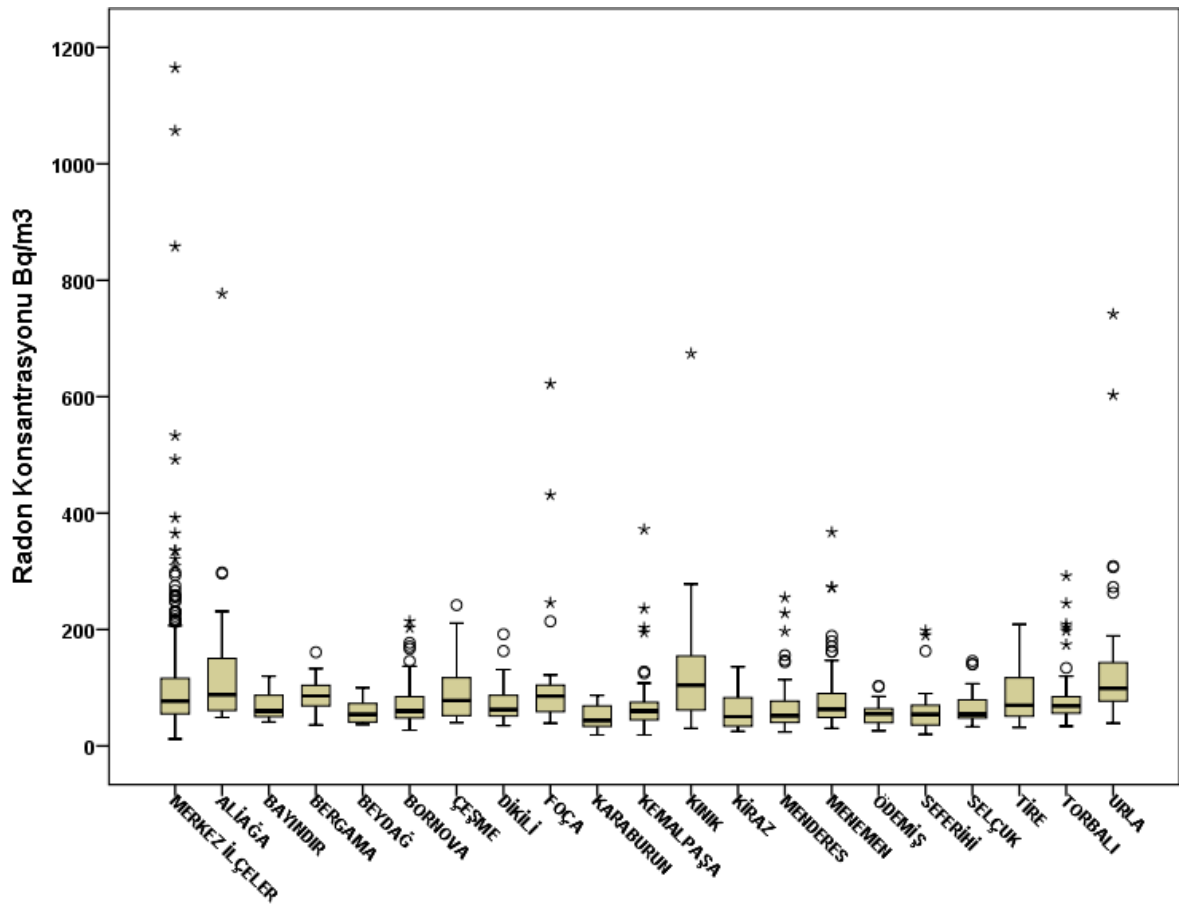
^bKi-Kare testidir.

Radon ölçüm değerleri normalite testleri ile incelendiğinde dağılımının normal olmadığı görülmüştür ($p < 0,005$).

İzmir il genelindeki 2004 konuta ait radon konsantrasyon düzeyleri şekil 4.3'de histogram olarak gösterilmiştir. Mod 60 Bq/m^3 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4-3: İzmir il genelinde 2004 konutta ölçülen radon konsantrasyon düzeylerine ait histogram grafiği.

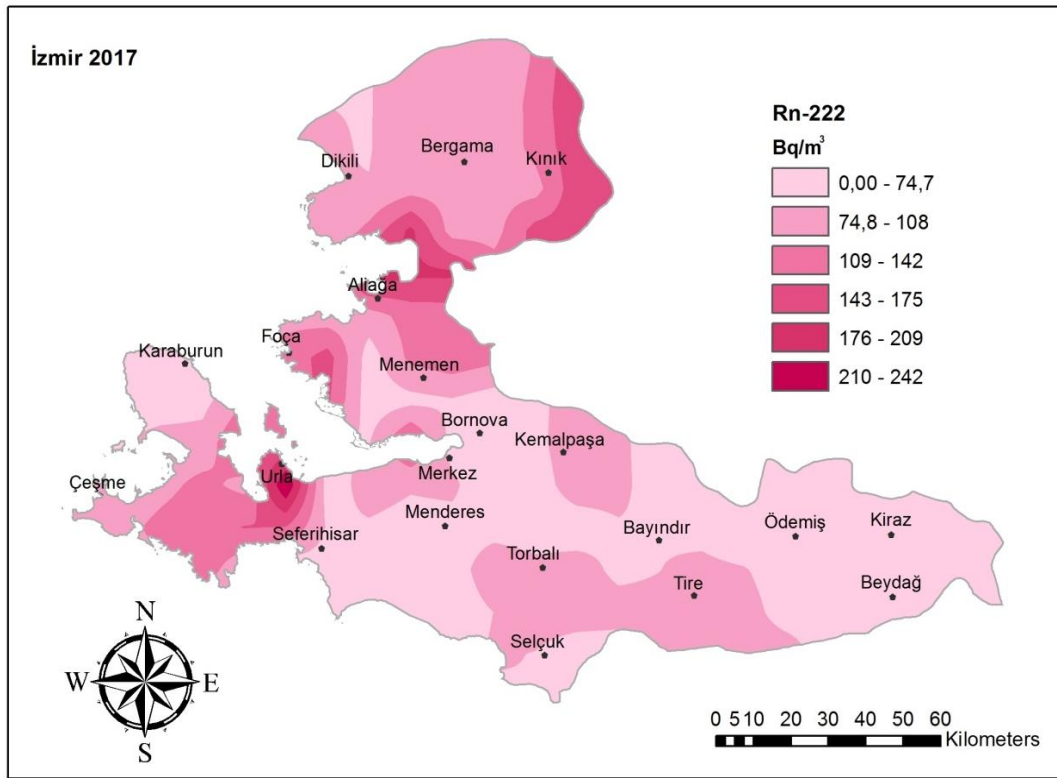


Şekil 4-4: İzmir ili radon düzeylerinin ilçelere göre değişiminin grafiksel gösterilmesi.

İzmir ili radon konsantrasyonlarının ilçelere göre dağılımı şekil 4.4'de grafik olarak gösterilmiştir.

Grafikten görüleceği gibi uç değerlerin fazlalığı dikkat çekmektedir. Özellikle merkez ilçelerde aşırı uç değerler yoğunlaşmaktadır.

Çalışma sonucu elde edilen radon konsantrasyon sonuçları koordinatları ile birlikte ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programında değerlendirilmiş ve İzmir ilinin radon dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.5'de İzmir ilinin radon konsantrasyon dağılım haritası gösterilmiştir.



Şekil 4-5: İzmir ili radon konsantrasyon dağılımı.

4.2 İzmir İli İçme Sularında Belirlenen Toplam Alfa ve Beta Aktivite Düzeyleri

Çalışma;

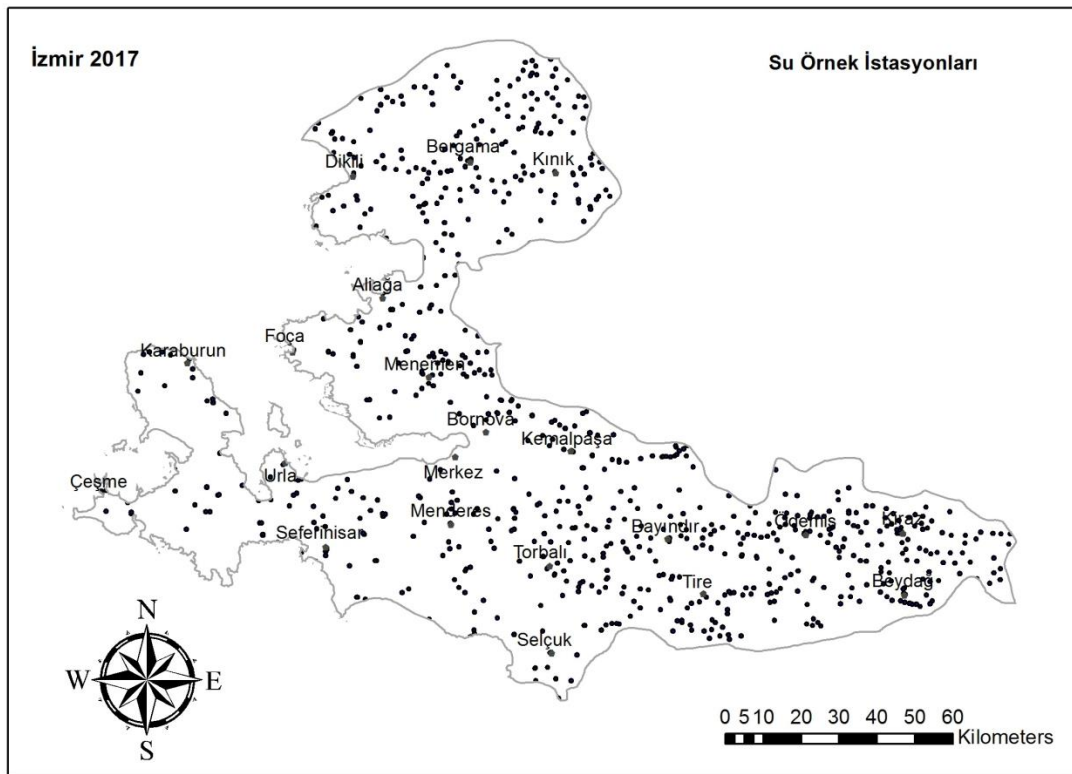
1. İzmir il genelinde nüfusun %99 tarafından içme suyu olarak kullanılan 868 adet şebeke, kaynak, köy çeşmesi vb. su örneklerinin toplam alfa/beta aktivitesinin belirlenmesi,
2. İlçelere göre istatistiksel değerlendirmelerinin yapılması grafiklerin çizilmesi
3. Elde edilen verilere göre ilin toplam alfa/beta aktivite konsantrasyon dağılım haritalarının çizilmesini kapsamıştır.

İl genelinden alınan 868 adet içme suyu örneğinin ilçelere göre dağılımı Tablo 4.7'de gösterilmiştir. Örnek istasyonlarının koordinatları hassas GPS cihazıyla belirlenmiş, Şekil 4.6'te gösterilmiştir.

Çalışmamızda İzmir genelinde içme suyu olarak kullanılan farklı kaynak ve şebeke suları ayrı ayrı değerlendirmeye alınmış ve aynı şebeke veya kaynak sularının gereksiz mükerrer analizlerinden sakınılmıştır. Bazı yerlerde şebekeden farklı olarak

halkın kullandığı köy çeşmesi gibi farklı içme suyu kaynakları da değerlendirmeye alınmıştır.

İçme suyu örneklerinin alındığı örnekleme noktaları hassas GPS cihazı ile belirlenmiş ve ArcMap, ArcGIS (10.2 version) harita programı kullanılarak coğrafi dağılımı Şekil 4.6'de gösterilmiştir.



Şekil 4-6: İçme suyu örneği alınan yerlerin coğrafi dağılımı.

4.2.1 Toplam Alfa Aktivite Düzeyleri

İzmir il genelinden alınan 868 adet su örneği ÇNAEM Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi Toplam Alfa ve Toplam Beta Analiz Laboratuvarı'nda radyoaktivite analizleri yapılmıştır. Örneklerin toplam alfa aktivite konsantrasyonları ile ilgili sonuçlar Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4-7: İzmir ili içme sularının toplam alfa aktivitelerinin ilçelere göre düzeyleri.

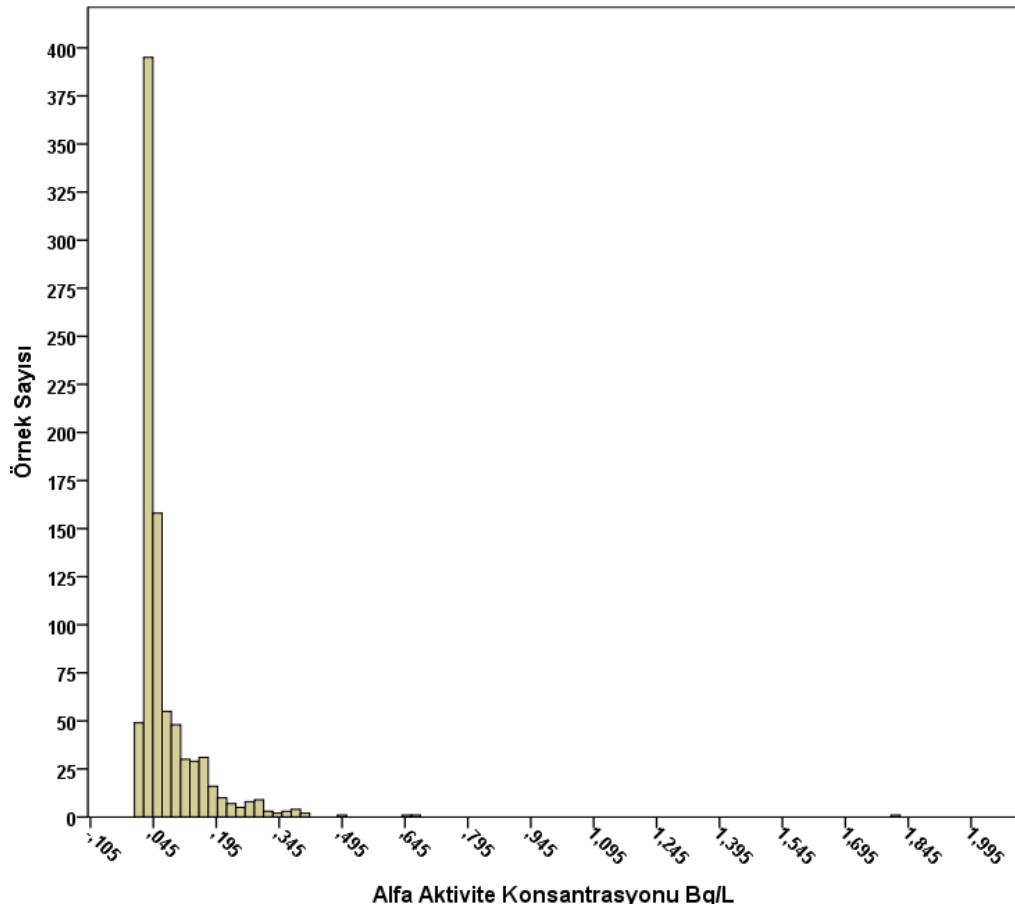
Toplam Alfa Bq/L	Ortalama±sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	0,055±0,043	0,037	0,034-0,070	0,012-0,184
Aliağa	0,161±0,090	0,154	0,084-0,194	0,034-0,404
Bayındır	0,052±0,032	0,044	0,034-0,057	0,013-0,194
Bergama	0,091±0,175	0,044	0,034-0,104	0,023-1,804
Beydağ	0,056±0,057	0,034	0,034-0,037	0,034-0,254
Bornova	0,044±0,026	0,034	0,029-0,057	0,014-0,104
Çeşme	0,035±0,011	0,34	0,034-0,034	0,020-0,064
Dikili	0,147±0,120	0,105	0,034-0,194	0,034-0,504
Foça	0,240±0,168	0,224	0,073-0,364	0,034-0,644
Karaburun	0,043±0,021	0,037	0,030-0,047	0,019-0,104
Kemalpaşa	0,049±0,047	0,034	0,034-0,042	0,013-0,309
Kınık	0,087±0,078	0,059	0,020-0,134	0,014-0,284
Kiraz	0,070±0,074	0,034	0,034-0,076	0,017-0,354
Menderes	0,057±0,049	0,04	0,034-0,061	0,014-0,244
Menemen	0,130±0,083	0,114	0,064-0,174	0,034-0,384
Ödemiş	0,036±0,031	0,034	0,024-0,034	0,008-0,290
Seferihisar	0,055±0,022	0,055	0,037-0,073	0,016-0,095
Selçuk	0,059±0,033	0,054	0,033-0,082	0,024-0,154
Tire	0,057±0,053	0,034	0,034-0,054	0,027-0,324
Torbalı	0,076±0,036	0,065	0,049-0,097	0,025-0,174
Urla	0,063±0,043	0,044	0,034-0,074	0,015-0,194
İl geneli	0,075±0,095	0,039	0,034-0,084	0,008-1,804

Halkın içme sularından aldıkları yıllık ortalama alfa dozu 0,1 mSv'ten düşüktür.

İçme sularının ortalama toplam alfa aktiviteleri ilçeler bazında değerlendirildiğinde Foça ilçesi en yüksek (0,240±0,168 Bq/L), Çeşme ilçesi ise en düşük (0,035±0,011) düzey olarak tespit edilmiştir. İl genelinde en düşük 0,008 Bq/L ile Ödemiş Günlüce Mahallesi'nde (2013 öncesi Günlüce köyü), en yüksek alfa aktivitesi ise 1,804 Bq/L (sınır değer 0,5 Bq/L) ile Bergama Ayavatlar Mahallesi'nde (2013 öncesi Ayavatlar köyü) tespit edilmiştir. DSÖ tarafından sınır değer kabul edilen 0,5 Bq/L değerini 3,5 kat aşmıştır. İl geneli için ortalama alfa aktivitesi 0,075 Bq/L düzeyindedir. Foça, Dikili, Aliağa ve Menemen ilçeleri'ne ait ortalama alfa aktiviteleri diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. 868 içme suyu örneğinden 4 tanesi

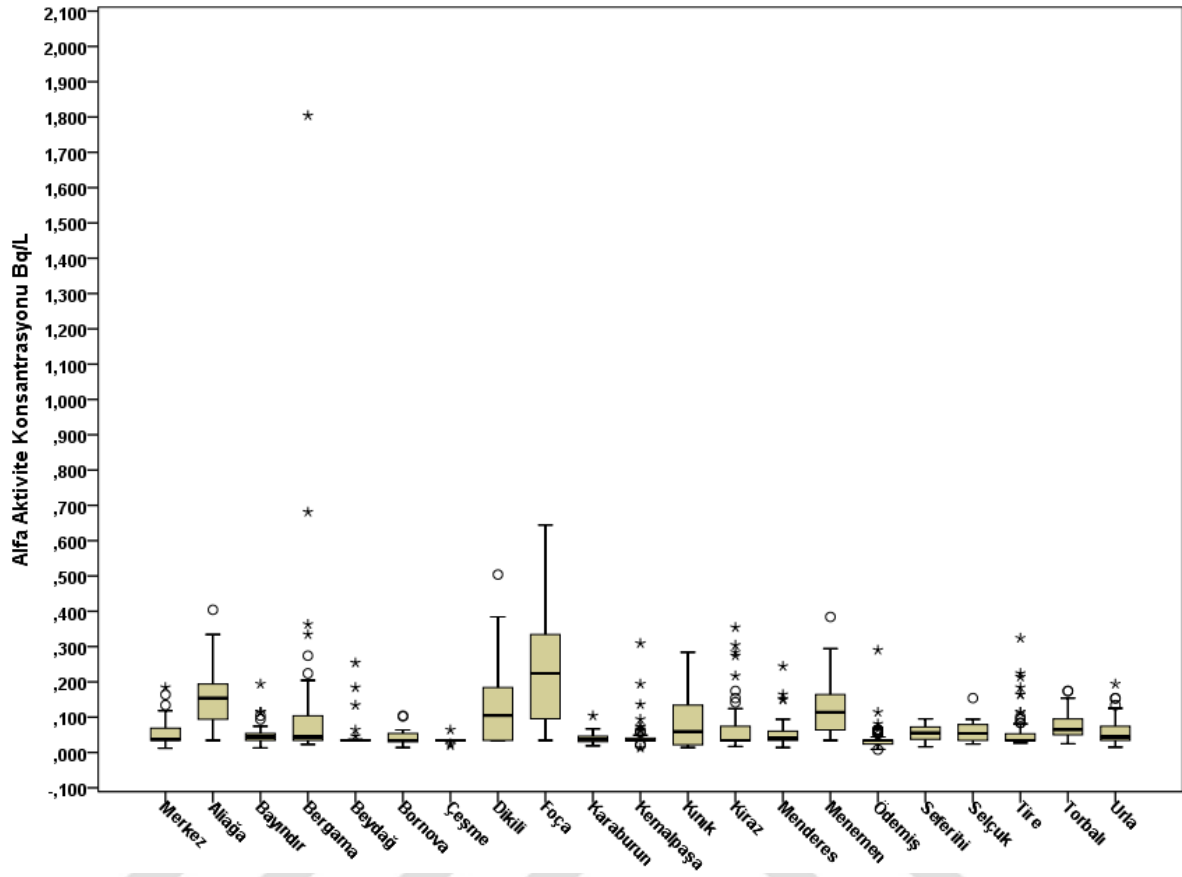
0,5 Bq/L'lık DSÖ sınır değerinden yüksek çıkmıştır. Bunlar Dikili, Gökçeagıl Mahallesi 0,504 Bq/L, Foça Merkez 0,644 Bq/L, Bergama Kadriye Mahallesi 0,681 Bq/L ve Ayavatlar Mahallesi 1,804 Bq/L olarak belirlenmiştir. Bu dört örnek dışında kalan 864 içme suyu örneğinden alınan yıllık ortalama alfa iç ışınlama dozu DSÖ'nün sınır değeri olan 0,1 milisivertin altında tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan içme suyu örneklerinin toplam alfa aktivite konsantrasyon dağılımı Şekil 4.7'te verilmiştir.



Şekil 4-7: İçme sularındaki alfa aktivite konsantrasyon düzeylerinin dağılımı. Mod. 0,034 olarak belirlenmiştir.

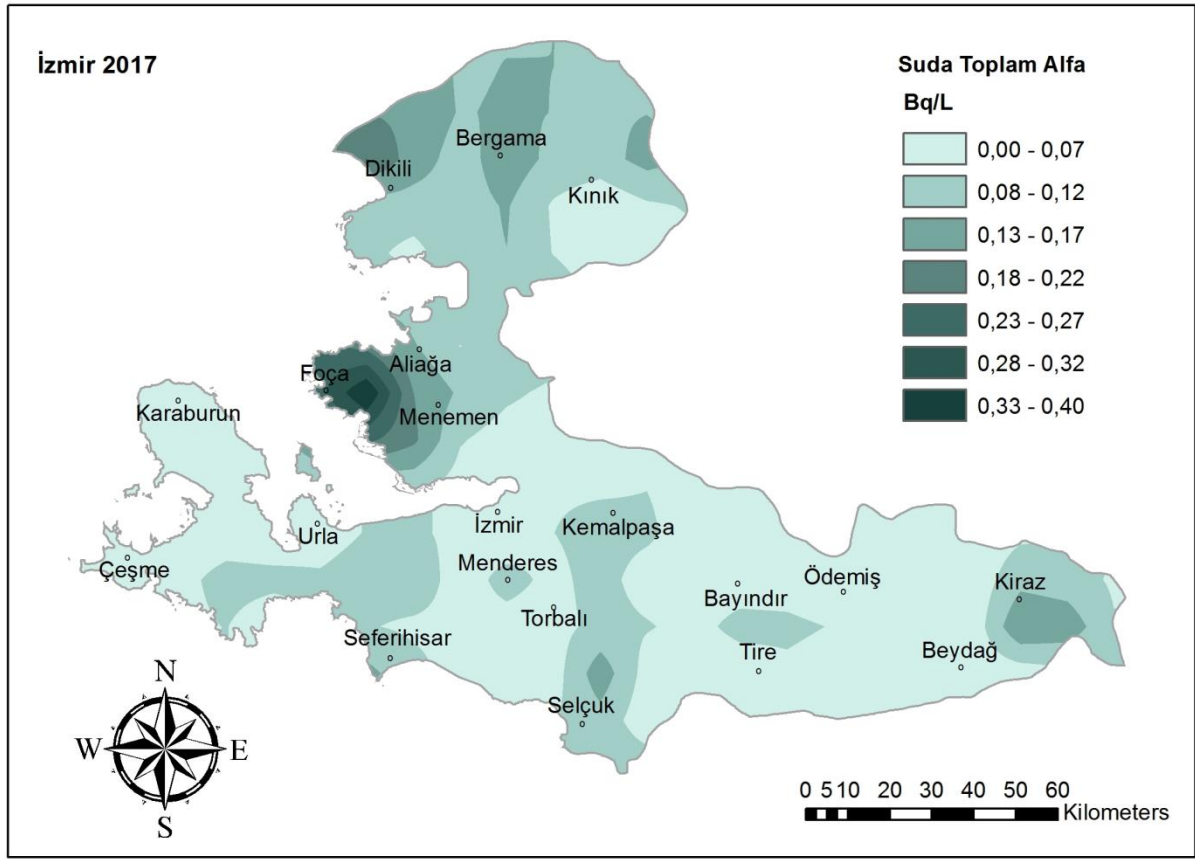
İçme sularındaki alfa aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre değişimi şekil 4.8'te gösterilmiştir.



Şekil 4-8: İzmir içme sularındaki toplam alfa aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

Grafiklerden görüleceği gibi içme sularındaki aktivite konsantrasyonları ilçeler arasında büyük farklılık göstermiştir. Foça, Dikili, Aliaga, Kınık ve Menemen ilçeleri'nde ortalama konsantrasyonlar diğerlerine göre daha yüksektir. Ayrıca aşırı uç değerlerin fazla olması dikkat çekmektedir.

Çalışma sonucu elde edilen 868 adet içme suyu örneğine ait toplam alfa aktivitesi değerleri koordinatları ile birlikte ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programında değerlendirilmiş ve coğrafi dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.9'te İzmir ili içme sularındaki toplam alfa aktivite konsantrasyon dağılım haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.9: İzmir ili içme sularının toplam alfa aktivitesinin coğrafi dağılımı.

Foça, Dikili, Aliaga, Menemen ve Bergama ilçeleri'ndeki içme sularının toplam alfa düzeylerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

4.2.2 Toplam Beta Aktivite Düzeyleri

İzmir il genelinden alınan 868 adet su örneği ÇNAEM Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi Toplam Alfa ve Toplam Beta Analiz Laboratuvarı'nda radyoaktivite analizleri yapılmıştır. Örneklerin toplam beta aktivite konsantrasyonları ile ilgili sonuçlar Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4-8: İzmir ili içme sularının toplam beta aktivitelerinin ilçelere göre düzeyleri.

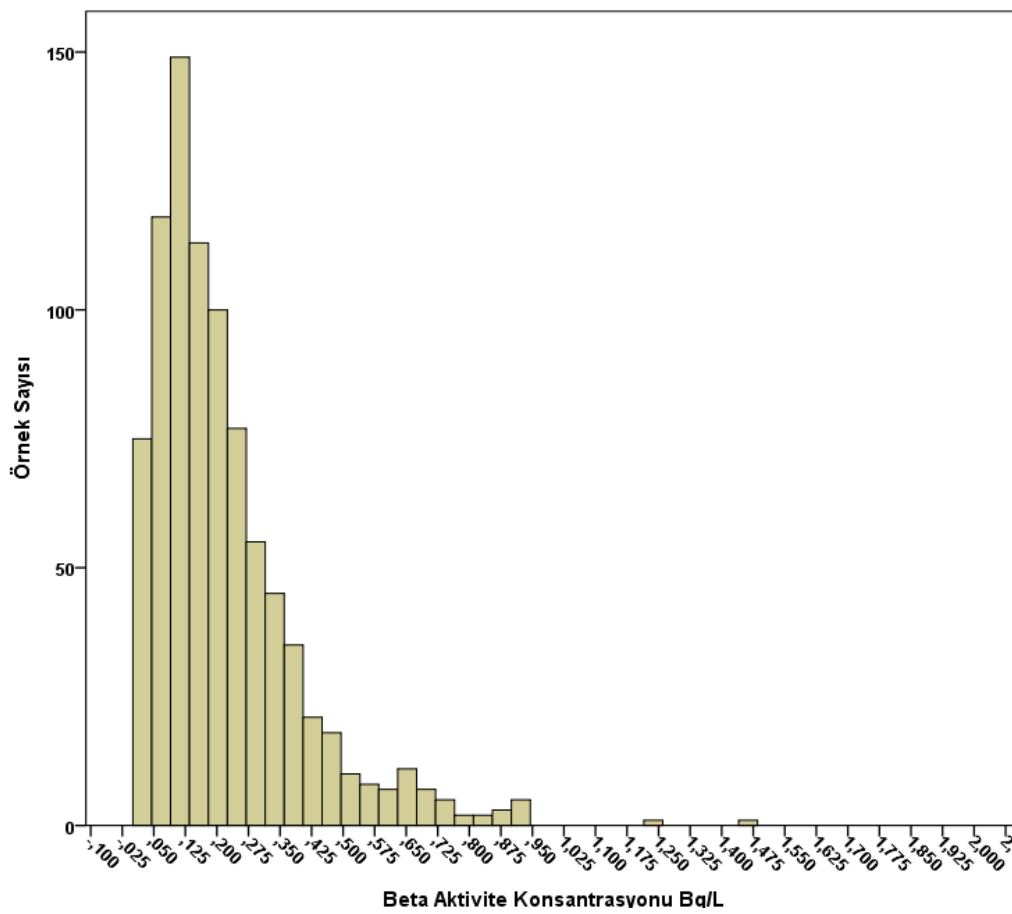
Toplam Beta Bq/L	Ortalama±sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	0,171±0,107	0,162	0,093-0,218	0,016-0,494
Aliğa	0,416±0,129	0,394	0,334-0,480	0,154-0,714
Bayındır	0,207±0,134	0,159	0,104-0,304	0,054-0,744
Bergama	0,180±0,173	0,154	0,064-0,232	0,010-1,464
Beydağ	0,212±0,220	0,134	0,064-0,277	0,044-0,884
Bornova	0,232±0,213	0,169	0,129-0,247	0,054-0,909
Çeşme	0,248±0,146	0,194	0,164-0,294	0,102-0,624
Dikili	0,295±0,217	0,214	0,139-0,384	0,044-0,854
Foça	0,496±0,221	0,404	0,304-0,704	0,190-0,924
Karaburun	0,146±0,123	0,112	0,084-0,179	0,032-0,532
Kemalpaşa	0,076±0,054	0,045	0,045-0,093	0,041-0,314
Kınık	0,352±0,209	0,286	0,231-0,399	0,104-0,914
Kiraz	0,240±0,158	0,219	0,132-0,297	0,044-0,874
Menderes	0,222±0,170	0,164	0,124-0,254	0,021-0,744
Menemen	0,380±0,178	0,334	0,239-0,484	0,144-0,791
Ödemiş	0,149±0,097	0,134	0,082-0,190	0,023-0,614
Seferihisar	0,122±0,056	0,117	0,086-0,164	0,030-0,234
Selçuk	0,240±0,116	0,25	0,117-0,338	0,084-0,419
Tire	0,189±0,137	0,154	0,084-0,269	0,042-0,644
Torbalı	0,208±0,206	0,155	0,102-0,237	0,054-1,254
Urla	0,212±0,148	0,184	0,114-0,279	0,042-0,777
İl geneli	0,219±0,177	0,174	0,094-0,284	0,010-1,464

Halkın içme sularından aldıkları yıllık ortalama Beta dozu 0,1 mSv'ten düşüktür.

İçme sularının ortalama toplam beta aktiviteleri İlçeler bazında değerlendirildiğinde Foça ilçesi en yüksek (0,496±0,221 Bq/L), Seferihisar ilçesi ise en düşük (0,122±0,056 Bq/L) düzey olarak tespit edilmiştir. İl genelinde en düşük 0,010 Bq/L ile Bergama Topallar Mahallesi'nde (2013 öncesi Topallar köyü), en yüksek beta aktivitesi ise 1,464 Bq/L (sınır değer 1 Bq/L) ile Bergama Ayavatlar Mahallesi'nde (2013 öncesi Ayavatlar köyü) tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama beta aktivitesi 0,219 Bq/L düzeyindedir. Foça, Aliğa, Menemen ve Kınık ilçelerine ait ortalama beta aktiviteleri diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. 868 içme suyu örneğinden 2 tanesi 1 Bq/L'lik DSÖ sınır değerinden yüksek çıkmıştır. Bunlar Bergama

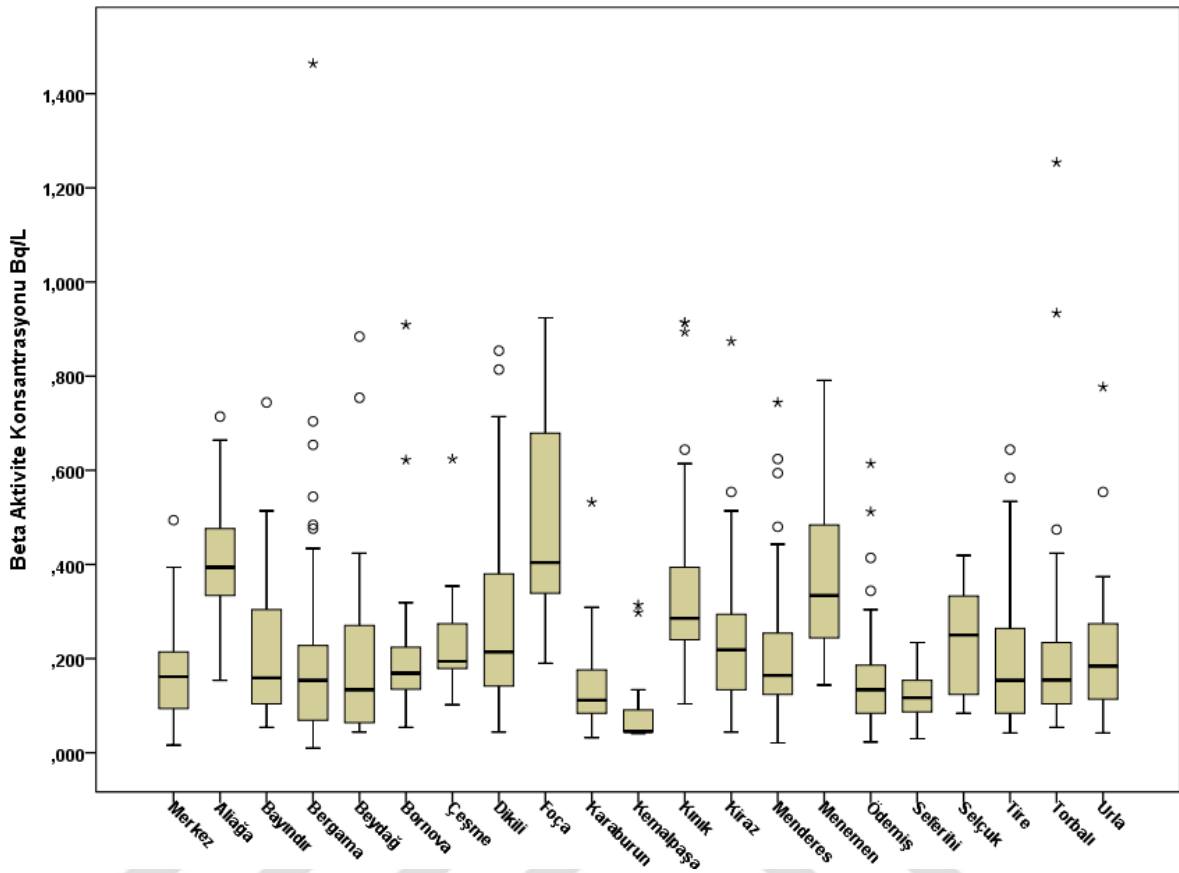
Ayavatlar Mahallesi 1,464 Bq/L, Torbalı Aslanlar Mahallesi 1,254 Bq/L Bergama olarak belirlenmiştir. Bu iki örnek dışındaki 866 içme suyu örneğinden alınan yıllık ortalama beta iç ışınlama dozu DSÖ'nün sınır değeri olan 0,1 milisivertten daha düşüktür.

Çalışmada kullanılan içme suyu örneklerinin toplam beta aktivite konsantrasyon dağılımı şekil 4.10 da verilmiştir.



Şekil 4-10: İzmir ili içme sularındaki beta aktivite konsantrasyon düzeylerinin dağılımı. Mod. 0,044 olarak belirlenmiştir.

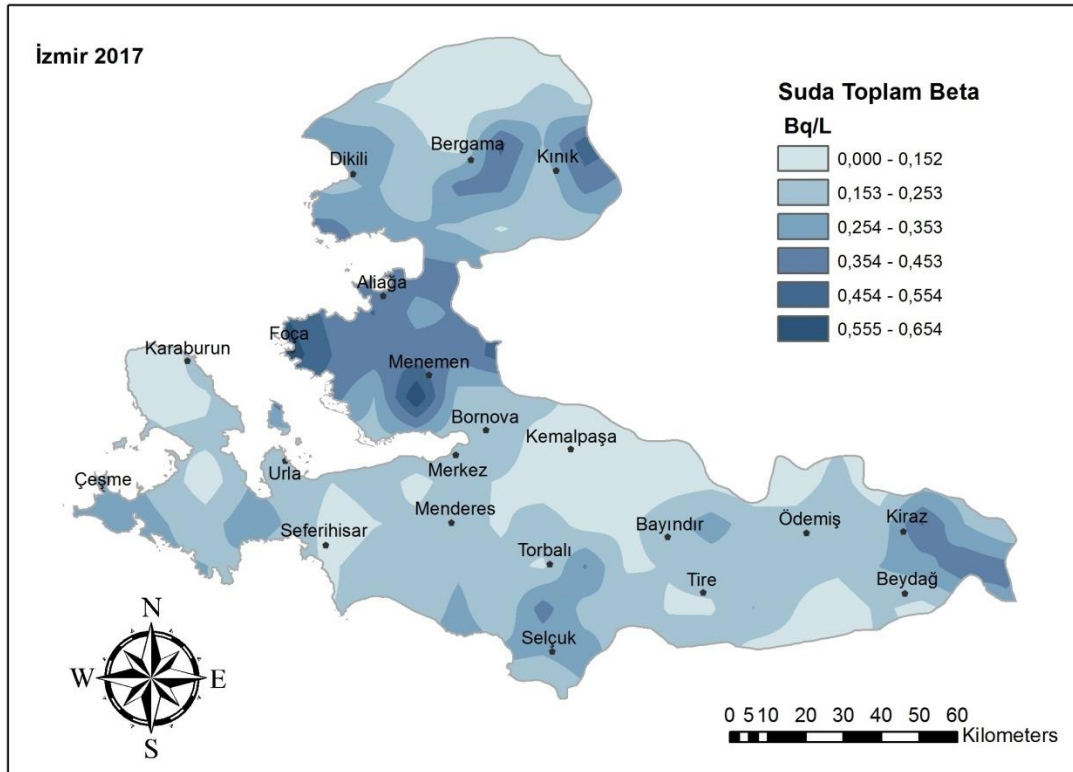
İçme sularındaki beta aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre değişimi şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4-11: İzmir içme sularındaki toplam beta aktivite konsantrasyon düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

Grafiklerden görüleceği gibi içme sularındaki toplam beta aktivite konsantrasyonları ilçeler arasında büyük farklılık göstermiştir. Aliağa, Dikili, Foça, Kınık ve Menemen ilçeleri'nde ortalama konsantrasyonlar diğerlerine göre daha yüksektir. Ayrıca aşırı uç değerlerin fazla olması dikkat çekmektedir.

Çalışma sonucu elde edilen 868 adet içme suyu örneğine ait toplam beta aktivitesi değerleri koordinatları ile birlikte ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programında değerlendirilmiş ve coğrafi dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.12'de İzmir ili içme sularındaki toplam beta aktivite konsantrasyon dağılım haritası gösterilmiştir.



Şekil 4-12: İzmir ili içme sularının toplam beta aktivitesinin coğrafi dağılımı.

Foça, Dikili, Aliaga, Menemen, Kınık, Bergama ve Kiraz ilçelerindeki içme sularının toplam alfa düzeylerinin yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

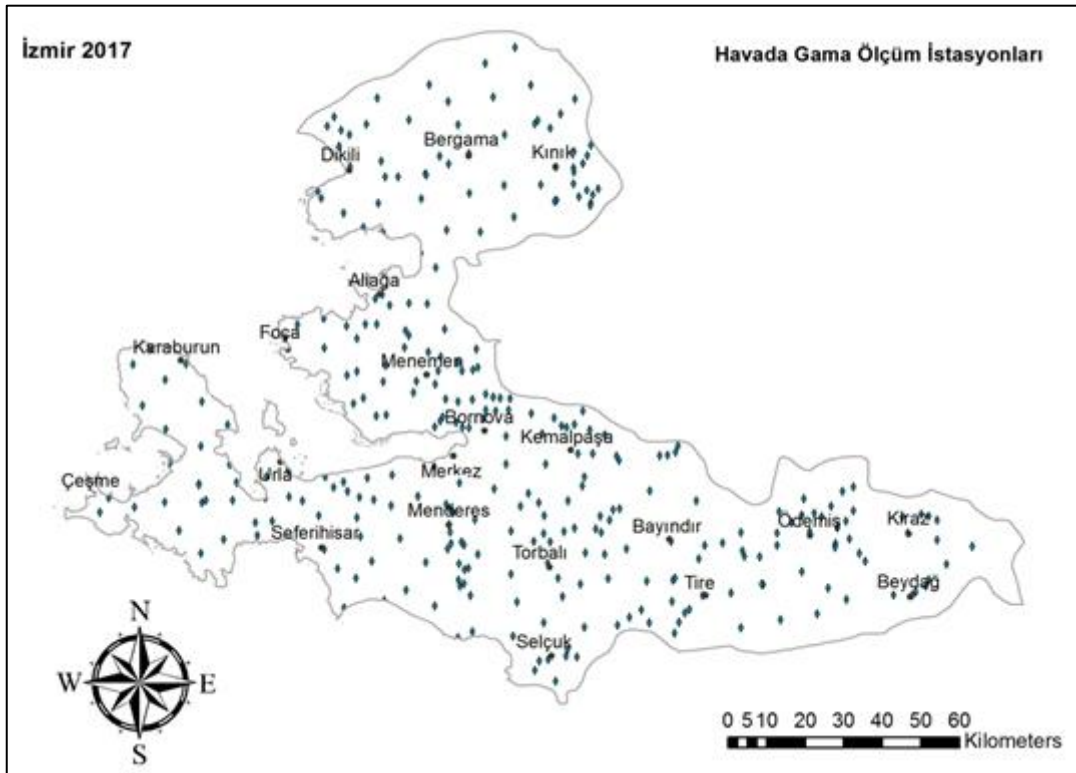
4.3 İzmir İlinde Ölçülen Dış ve İç Ortam Gama Doz Hızı Düzeyleri

Çalışma,

1. İzmir il genelinde alan örnekleme yöntemiyle belirlenen 287 ölçüm istasyonunda dış ortam gama doz hızlarının belirlenmesi,
2. İzmir il genelinde belirlenen 248 konutta iç ortam gama doz hızlarının belirlenmesi,
3. İlçelere göre istatistiksel değerlendirmelerinin yapılması grafiklerin çizilmesi
4. Elde edilen verilere göre ilin dış ortam gama doz hızı dağılım haritalarının çizilmesini kapsamıştır.

4.3.1 İzmir İli Dış Ortam Gama Doz Hızı Ölçüm Sonuçları

Alan örnekleme yöntemi ile ili temsilen belirlenen 287 ölçüm istasyonda dış ortam gama ışınlama doz hızı ölçümü yapılmıştır. Ölçüm noktalarının koordinatları hassas GPS cihazıyla belirlenmiş, Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4-13: Dış ortam gama doz hızı ölçüm yerlerinin coğrafi dağılımı.

Dış ortam gama doz hızı ölçüm sonuçları Tablo 4.9'da özetlenmiştir.

Çalışmada doz hızlarının dağılımları ölçüm noktaları arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama dış gama doz hızı 53 ± 21 nGy/saat ile Selçuk, en yüksek 142 ± 63 nGy/saat ile foça ilçesi'nde ölçülmüştür. Aliaga, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun ve Urla diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük gama doz hızı 25 ± 10 nGy/saat olarak üç farklı yerde, Merkez doğancılar mahallesi, Urla ve Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise

398±39 nGy/saat ile Menderes Sancaklı Mahallesi'nde ölçülmüştür. İl geneli için bu değer ortalama 88±41 nGy/saat olarak belirlenmiştir.

Tablo 4-9: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının ilçelere göre düzeyleri.

Dış Ortam Gama Doz Hızı nGy/saat	Ortalama±sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	80±30	80	65-99	25-138
Aliağa	105±43	105	73-142	35-174
Bayındır	68±11	66	58-81	58-83
Bergama	103±20	103	87-119	68-131
Beydağ	84±20	85	65-102	57-107
Bornova	92±42	89	59-128	30-160
Çeşme	94±45	105	51-135	25-135
Dikili	109±21	113	95-122	71-150
Foça	142±63	134	116-140	70-273
Karaburun	116±19	116	108-124	85-147
Kemalpaşa	57±19	57	49-57	32-122
Kınık	100±39	102	75-124	43-171
Kiraz	83±15	84	81-91	52-104
Menderes	99±84	70	46-123	38-398
Menemen	98±24	95	77-113	60-143
Ödemiş	70±14	70	58-76	52-99
Seferihisar	89±35	95	62-118	29-133
Selçuk	53±21	55	36-68	27-91
Tire	74±18	70	62-84	47-108
Torbalı	59±14	52	52-67	37-89
Urla	112±61	116	52-154	25-266
İl geneli	88±41	81	58-108	25-398

Ölçülen dış ortam gama doz hızı düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık efektif maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.10'da verilmiştir.

Çalışmada maruz kalınan yıllık ortalama efektif dış ortam gama dozları ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri ölçüm noktaları ve ilçeler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama yıllık dış gama dozu 0,065 milisivert ile Selçuk, en

yüksek ise 0,174 milisivert ile foça ilçesinde hesaplanmıştır. Aliağa, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun ve Urla diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük yıllık gama dozu 0,031 milisivert olarak üç farklı yerde, Merkez doğancılar mahallesi, Urla ve Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 0,488 milisivert ile Menderes Sancaklı Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,108 milisivert olarak belirlenmiştir.

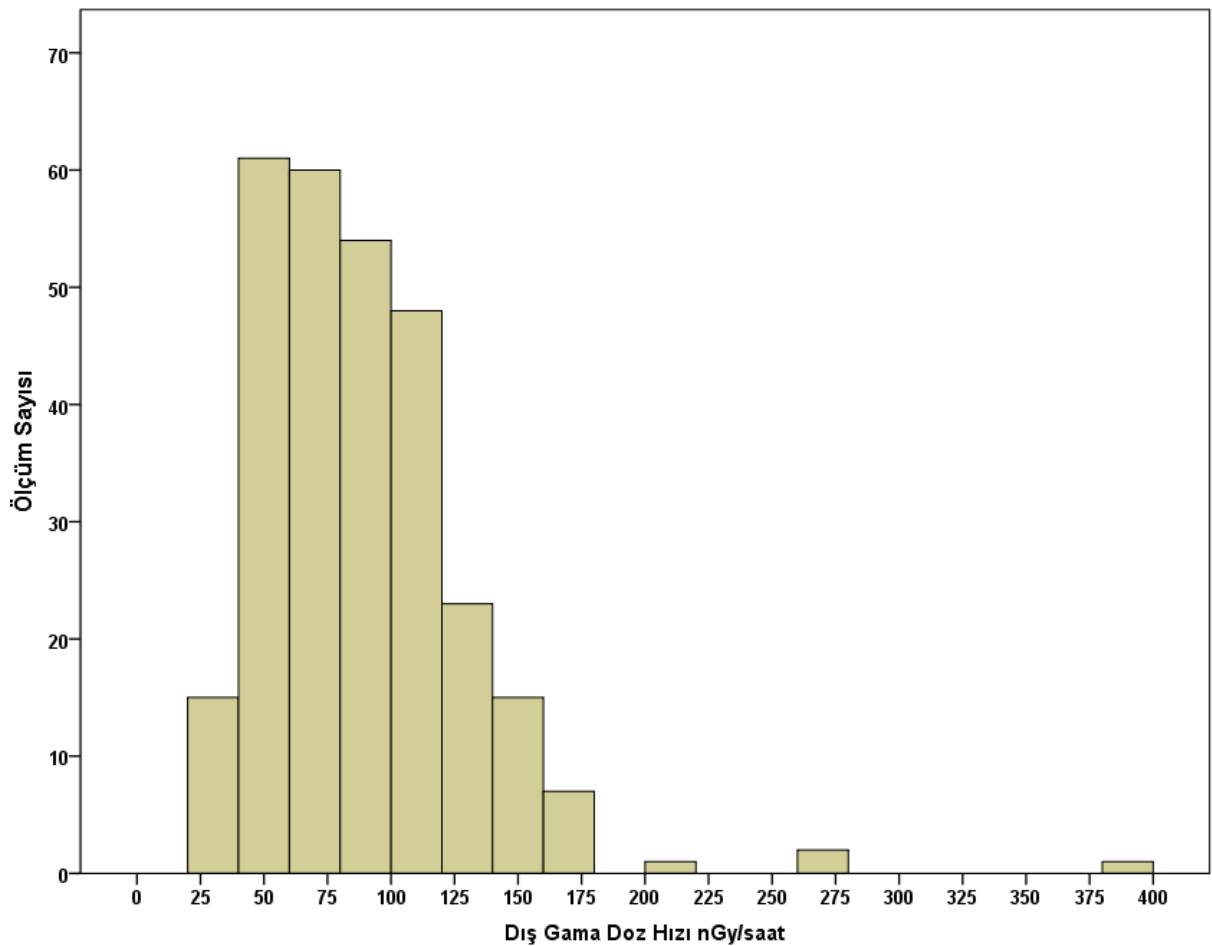
Tablo 4-10: İzmir ili dış ortam yıllık ortalama gama maruziyet dozları ve kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.

Dış Ortam Gama Doz-Risk	Yıllık Etketif Maruziyet Dozu		Ömürboyu Kanser Riski	
	Ortalama mSv	Min-Mak mSv	Ortalama %	Min-Mak %
Merkez**	0,098	0,031-0,169	0,040	0,013-0,070
Aliağa	0,129	0,043-0,214	0,053	0,018-0,088
Bayındır	0,083	0,071-0,102	0,034	0,029-0,042
Bergama	0,126	0,083-0,161	0,052	0,034-0,066
Beydağ	0,103	0,070-0,131	0,042	0,029-0,054
Bornova	0,113	0,037-0,196	0,047	0,015-0,081
Çeşme	0,115	0,031-0,166	0,047	0,013-0,068
Dikili	0,134	0,087-0,184	0,055	0,036-0,076
Foça	0,174	0,086-0,335	0,072	0,036-0,138
Karaburun	0,142	0,104-0,180	0,059	0,043-0,074
Kemalpaşa	0,070	0,039-0,150	0,029	0,016-0,062
Kınık	0,123	0,053-0,210	0,051	0,022-0,087
Kiraz	0,102	0,064-0,128	0,042	0,026-0,053
Menderes	0,121	0,047-0,488	0,050	0,019-0,201
Menemen	0,120	0,074-0,175	0,050	0,031-0,072
Ödemiş	0,086	0,064-0,121	0,035	0,026-0,050
Seferihisar	0,109	0,036-0,163	0,045	0,015-0,067
Selçuk	0,065	0,033-0,112	0,027	0,014-0,050
Tire	0,091	0,058-0,133	0,038	0,024-0,055
Torbalı	0,072	0,045-0,109	0,030	0,019-0,045
Urla	0,137	0,031-0,326	0,057	0,013-0,124
İl geneli	0,108	0,031-0,488	0,045	0,013-0,201

Bu doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Selçuk'ta %0,065, Kemalpaşa'da %0,070, Torbalı'da %0,072, Bayındır'da %0,083,

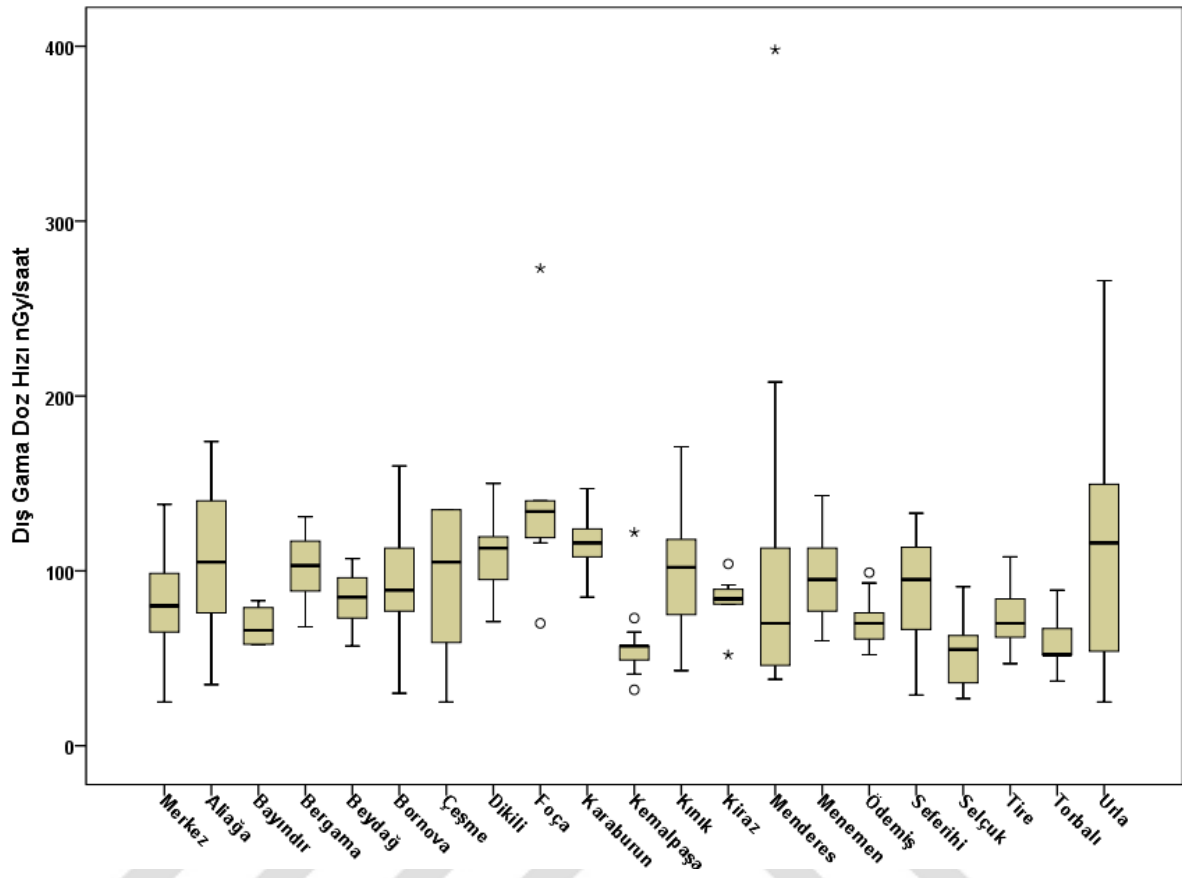
Ödemiş'te %0,086, Tire'de %0,091, Merkez metropol'de %0,098, Kiraz'da %0,102, Beydağ'da %0,103, Seferihisar'da %0,109, Bornova'da %0,113, Çeşme'de %0,115, Menemen'de %0,120, Menderes'te %0,121, Kınık'ta %0,123, Bergama'da %0,126, Aliğa'da %0,129, Dikili'de %0,134, Urla'da %0,137, Karaburun'da %0,142 ve Foça'da %0,174 olarak hesaplanmıştır.

İl genelinde ölçülen 287 adet dış ortam gama doz hızı dağılımları Şekil 4.14'de gösterilmiştir.



Şekil 4-14: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının dağılımı. Mod 52 olarak belirlenmiştir.

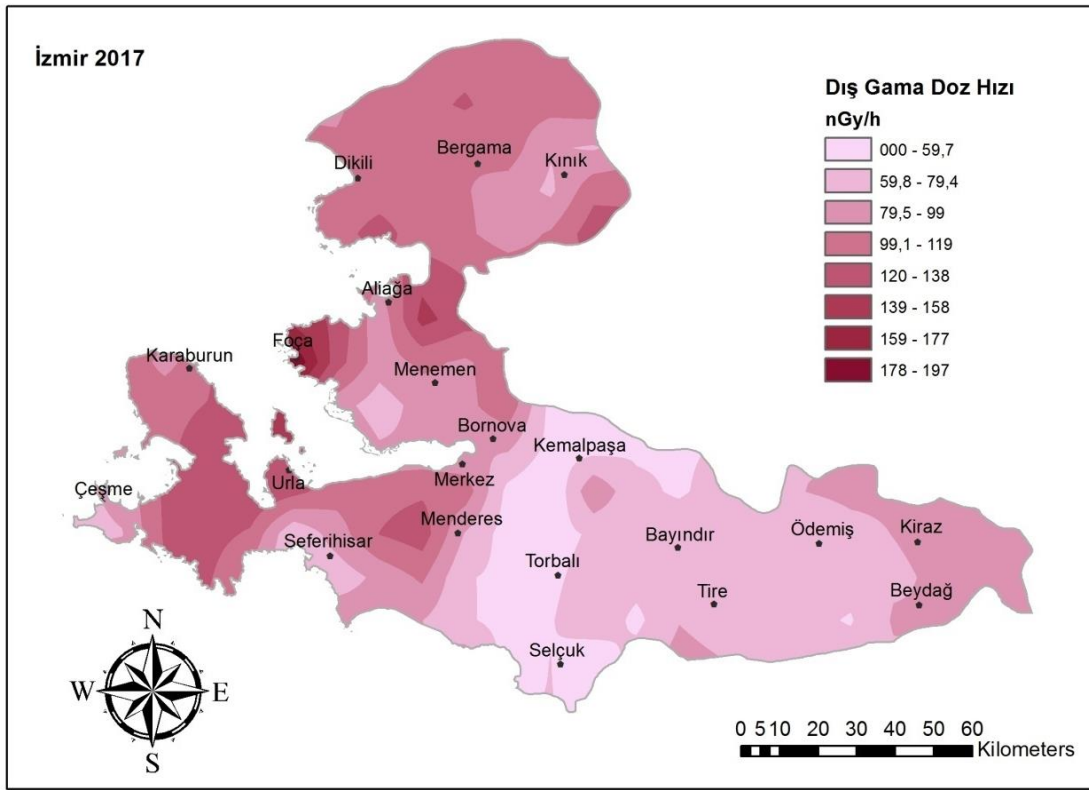
İl genelinde 287 yerde ölçülen dış ortam gama doz hızlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.15'de gösterilmiştir.



Şekil 4-15: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının İlçelere göre dağılımı.

Grafik incelendiğinde dış ortam gama doz hızlarının ilçeler arasında büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Foça, Karaburun, Çeşme, Urla, Dikili ve Bergama ilçeleri'ndeki doz hızlarının diğer ilçelere nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir

İl genelinde 287 yerde gerçekleştirilen ölçüm verilerinin ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programında işlenmesi sonucu üretilen dış ortam gama doz hızı dağılım haritası Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4-16: İzmir ili dış ortam gama doz hızlarının coğrafi dağılımı.

Harita incelendiğinde Foça, Aliaga, Bergama, Dikili, Urla, Karaburun ve Çeşme ilçelerin'deki dış ortam gama doz hızlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.3.2 İzmir İli İç Ortam Gama Doz Hızı Ölçüm Sonuçları

İzmir ili genelinde yerleşim birimleri baz alınarak rastgele yöntemle seçilen 248 konutta iç ortam (ev içi) gama doz hızı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları Tablo 4.11'de özetlenmiştir.

Çalışmada ev içi gama doz hızlarının dağılımları incelendiğinde ilçeler arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. En düşük ortalama ev içi gama doz hızı 53 ± 12 nGy/saat ile Torbalı, en yüksek 99 ± 17 nGy/saat ile foça ilçesi'nde ölçülmüştür. Aliaga, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun, Menemen ve Urla diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük gama doz hızı 22 ± 9 nGy/saat olarak Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 132 ± 23 nGy/saat ile Aliaga Güzelhisar Mahallesi'nde ölçülmüştür. İl geneli için bu değer ortalama 74 ± 24 nGy/saat olarak belirlenmiştir.

Tablo 4-11: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının ilçelere göre düzeyleri.

Ev içi Gama nGy/saat	Ölçüm Sayısı	Ortalama±sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min- mak
Merkez	19	69±22	72	56-86	26-112
Aliağa	12	92±34	92	65-124	30-132
Bayındır	7	57±15	52	46-74	44-82
Bergama	14	89±18	92	72-102	56-118
Beydağ	5	78±17	78	62-94	54-95
Bornova	7	68±31	72	42-84	28-123
Çeşme	6	77±35	94	39-102	22-103
Dikili	12	91±16	91	80-98	64-125
Foça	7	99±17	102	89-114	66-116
Karaburun	4	92±23	97	68-109	59-113
Kemalpaşa	17	54±12	54	46-61	36-76
Kınık	16	88±21	89	74-101	53-122
Kiraz	7	75±15	76	64-89	50-96
Menderes	11	58±21	56	43-69	28-97
Menemen	17	89±16	90	78-97	54-118
Ödemiş	24	67±13	64	57-74	50-96
Seferihisar	8	72±15	77	62-84	41-85
Selçuk	5	55±18	48	40-73	34-80
Tire	16	63±14	61	49-78	42-86
Torbalı	20	53±12	52	45-57	34-78
Urla	14	92±28	97	57-117	52-129
İl geneli	248	74±24	73	54-92	22-132

Ölçülen iç ortam gama doz hızı düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık efektif maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.12'de verilmiştir.

Çalışmada maruz kalınan yıllık ortalama efektif iç ortam gama dozları ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri ölçüm noktaları ve ilçeler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama yıllık iç gama dozu 0,260 milisivert ile Torbalı, en yüksek ise 0,486 milisivert ile foça ilçesinde hesaplanmıştır. Bergama, Menemen, Dikili, Aliağa, Karaburun, Urla ve Foça diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük yıllık gama dozu 0,108 milisivert ile Çeşme ilçesi Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 0,648 milisivert ile

Aliağa ilçesi Güzelhisar Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,363 milisievert olarak belirlenmiştir.

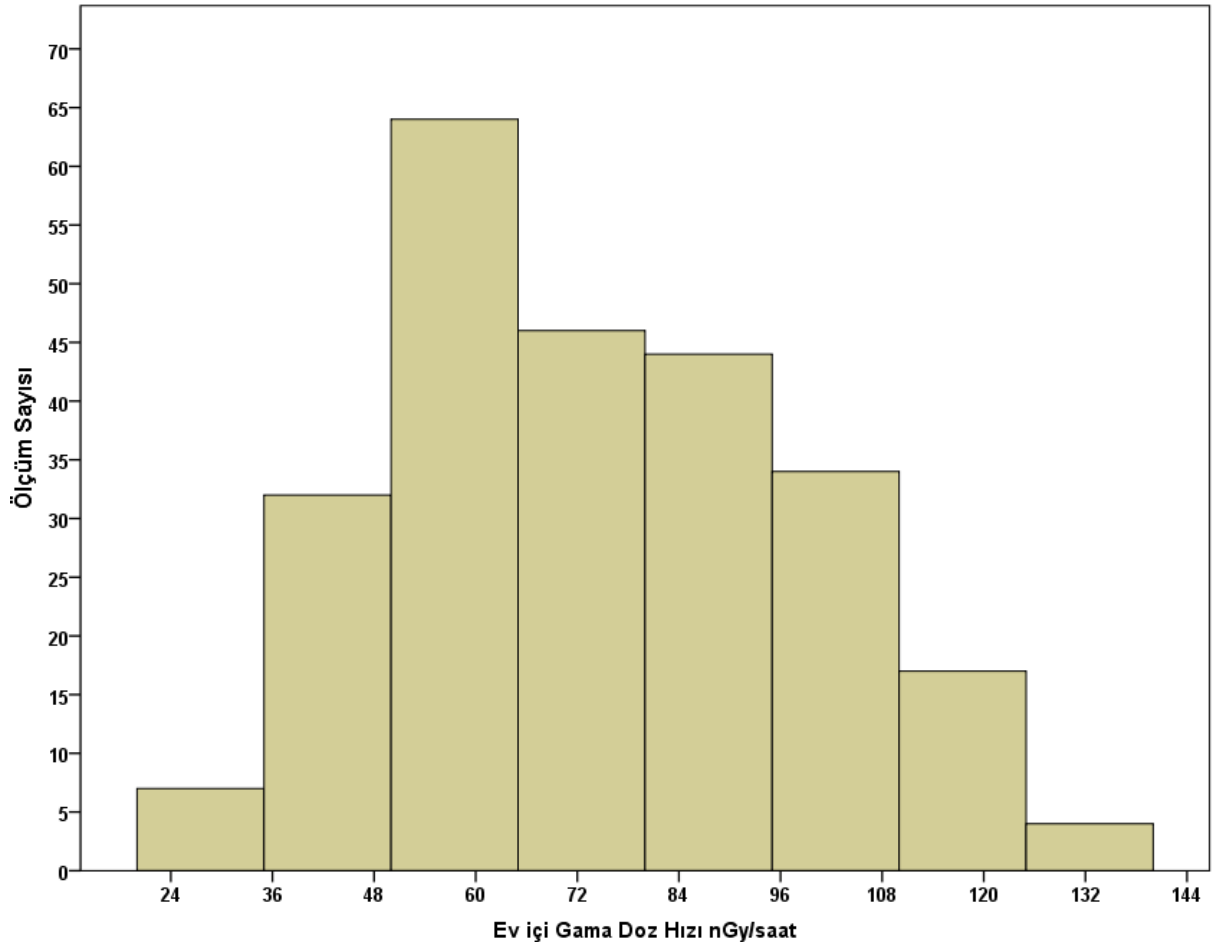
Tablo 4-12: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarından alınan ortalama yıllık dozlar ve kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.

İç Ortam Gama Doz-Risk	Yıllık Etketif Maruziyet Dozu		Ömür boyu Kanser Riski	
	Ortalama mSv	Min-Mak mSv	Ortalama %	Min-Mak %
Merkez**	0,339	0,128-0,550	0,140	0,053-0,227
Aliağa	0,452	0,147-0,648	0,186	0,061-0,267
Bayındır	0,280	0,216-0,403	0,116	0,089-0,166
Bergama	0,437	0,275-0,579	0,180	0,113-0,239
Beydağ	0,383	0,265-0,466	0,158	0,109-0,192
Bornova	0,334	0,137-0,604	0,138	0,057-0,249
Çeşme	0,378	0,108-0,506	0,156	0,045-0,209
Dikili	0,447	0,314-0,614	0,184	0,138-0,253
Foça	0,486	0,324-0,569	0,200	0,134-0,235
Karaburun	0,452	0,290-0,555	0,186	0,120-0,229
Kemalpaşa	0,265	0,177-0,373	0,109	0,073-0,154
Kınık	0,432	0,260-0,599	0,178	0,107-0,247
Kiraz	0,368	0,245-0,471	0,152	0,181-0,194
Menderes	0,285	0,137-0,476	0,118	0,057-0,196
Menemen	0,437	0,265-0,579	0,180	0,109-0,239
Ödemiş	0,329	0,245-0,471	0,136	0,101-0,194
Seferihisar	0,353	0,201-0,417	0,146	0,083-0,172
Selçuk	0,270	0,167-0,393	0,111	0,069-0,162
Tire	0,309	0,206-0,422	0,127	0,085-0,174
Torbalı	0,260	0,167-0,383	0,107	0,069-0,158
Urla	0,452	0,255-0,633	0,186	0,105-0,261
İl geneli	0,363	0,108-0,648	0,150	0,045-0,267

Bu doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Torbalı'da %0,107, Kemalpaşa'da %0,109, Selçuk'ta %0,111, Bayındır'da %0,116, Menderes'de %0,118, Tire'de %0,127, Ödemiş'de %0,136, Bornova'da %0,138, Merkez metropol'de %0,140, Seferihisar'da %0,146, Kiraz'da %0,152, Çeşme'de %0,156, Beydağ'da %0,158, Kınık'ta %0,178, Bergama'da %0,180, Menemen'de %0,180,

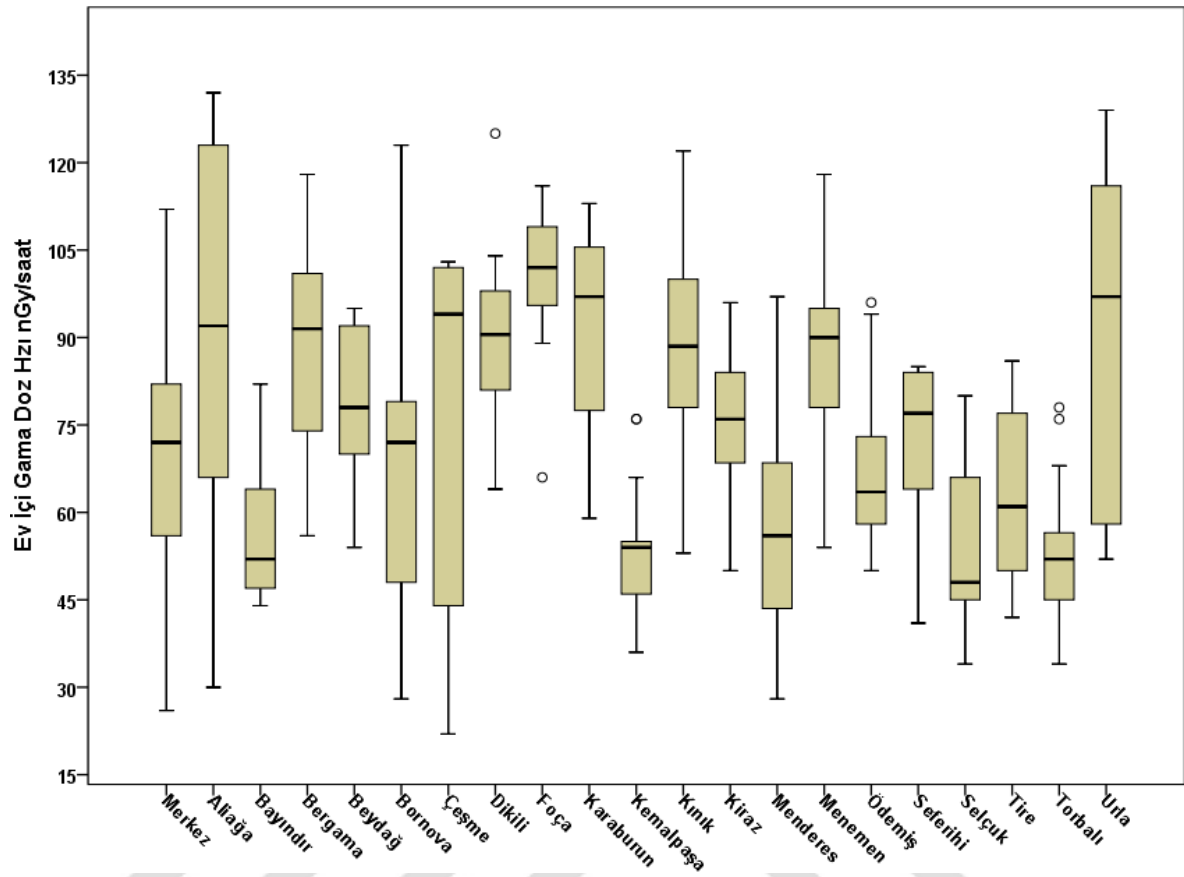
Dikili’de %0,184, Aliğa’da %0,186, Urla’da %0,186, ve Foça’da %0,200 olarak hesaplanmıştır.

İl genelinde 248 konutta ölçülen ev içi gama doz hızı dağılımları şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4-17: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının dağılımı. Mod 54 olarak belirlenmiştir.

İl genelinde 248 konutta ölçülen iç ortam gama doz hızlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4-18: İzmir ili iç ortam gama doz hızlarının ilçelere göre dağılımı.

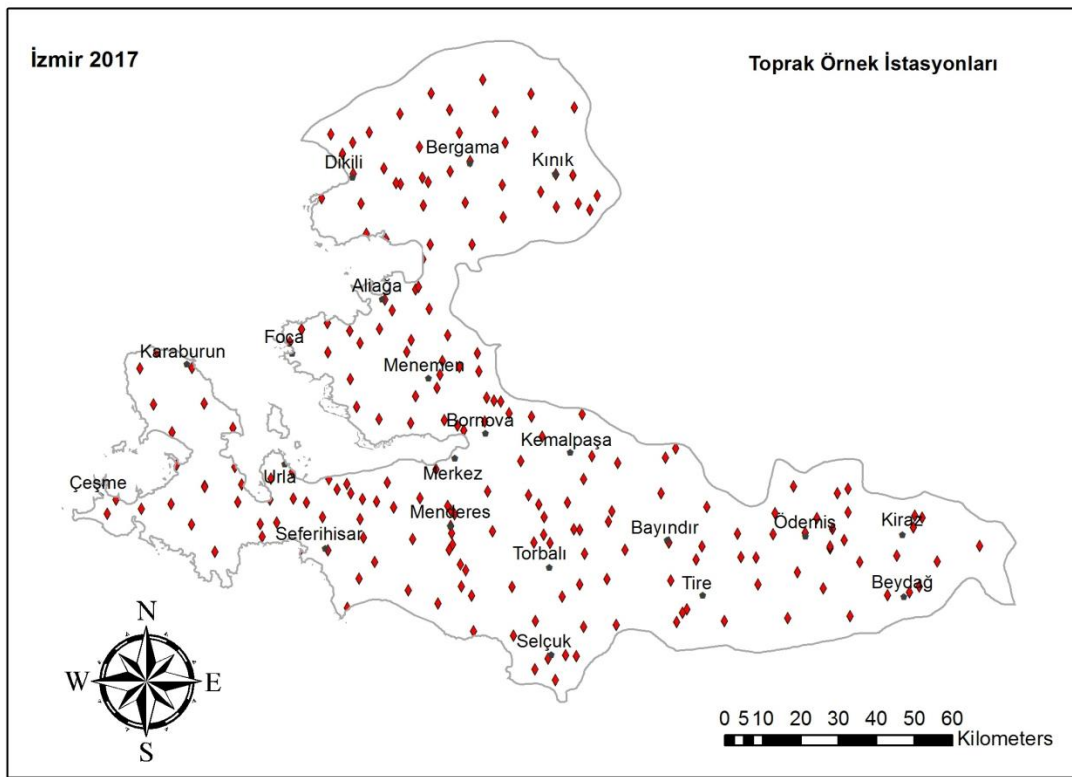
Grafik incelendiğinde iç ortam gama doz hızlarının ilçeler arasında büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Aliğa, Foça, Karaburun, Kınık, Çeşme, Urla, Dikili ve Bergama ilçelerindeki doz hızlarının diğer ilçelere nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir

4.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Radyoaktivite Düzeyleri.

Çalışma,

1. İzmir il genelinde alan örnekleme yöntemiyle belirlenen 187 yerden alınan toprak örneklerinde Potasyum-40, Radyum-226, Toryum-232 ve Sezyum-137 düzeylerinin belirlenmesi
2. İlçelere göre istatistiksel değerlendirmelerinin yapılması ve grafiklerinin çizilmesi
3. Elde edilen verilere göre ilin izotopik dağılım haritalarının çizilmesini kapsamıştır.

İzmir il genelinden ili temsilen alan örnekleme yöntemiyle belirlenen 187 yerden toprak örnekleri alınarak ÇNAEM Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi'nde gama spektrometrik analizleri yapılmıştır. Alınan her örnekte Potasyum (^{40}K), Radyum (^{226}Ra), Toryum (^{232}Th) ve Sezyum (^{137}Cs) radyonüklitlerinin aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu radyonüklitlerin her biri ayrı ayrı değerlendirilerek derişimlerinin il genelindeki dağılımları haritalandırılmıştır. Örnekleme noktaları Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4-19: İzmir ili toprak örnekleme istasyonlarının coğrafi dağılımı.

4.4.1 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Potasyum (^{40}K) Düzeyleri

İl genelinden alınan 187 adet toprak örneğinin gama spektrometrik analizlerinden elde edilen Potasyum-40 sonuçları Tablo 4.13'te özetlenmiştir.

Çalışmada gama spektrometrik analizi yapılan 187 toprak örneğindeki potasyum (^{40}K) konsantrasyonları ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi 624 ± 354 Bq/kg ile Karaburun ilçesi'nde, en düşük ise 316 ± 145 Bq/kg ile Torbalı ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama potasyum konsantrasyonu

463±274 Bq/kg olarak bulunmuştur. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde il genelinde en düşük konsantrasyon 5±4 Bq/kg ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek değer ise 1788±83 Bq/kg ile Karabağlar ilçesi Limontepe Mahallesi'nde tespit edilmiştir. Foça, Karaburun, Dikili ve Seferihisar ilçeleri diğer ilçelere nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 4-13: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum-40 düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

K-40 Bq/kg	Ortalama±sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	574±457	423	335-729	119-1788
Aliaga	465 ±252	353	248-727	134-784
Bayındır	412±299	301	206-674	163-918
Bergama	421±212	412	260-551	149-870
Beydağ	511±42	515	467-513	467-515
Bornova	462±176	411	348-602	315-766
Çeşme	417±375	393	76-780	51-830
Dikili	555±171	572	411-700	246-791
Foça	623±229	660	397-822	230-832
Karaburun	624±354	636	366-924	5-1024
Kemalpaşa	364±321	182	152-762	103-885
Kınık	420±195	393	250-504	234-783
Kiraz	344±167	351	181-501	154-521
Menderes	527±272	469	307-769	133-959
Menemen	450±154	434	312-434	240-718
Ödemiş	336±183	267	204-517	98-646
Seferihisar	546±377	563	161-855	91-1067
Selçuk	362±194	294	238-549	158-709
Tire	385±192	349	261-530	103-718
Torbalı	316±145	295	164-453	130-532
Urla	519±404	582	69-778	6-1305
İl geneli	463±274	427	262-633	5-1788

Potasyum-40 dış ortam gama doz hızı düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık efektif maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.14'de verilmiştir.

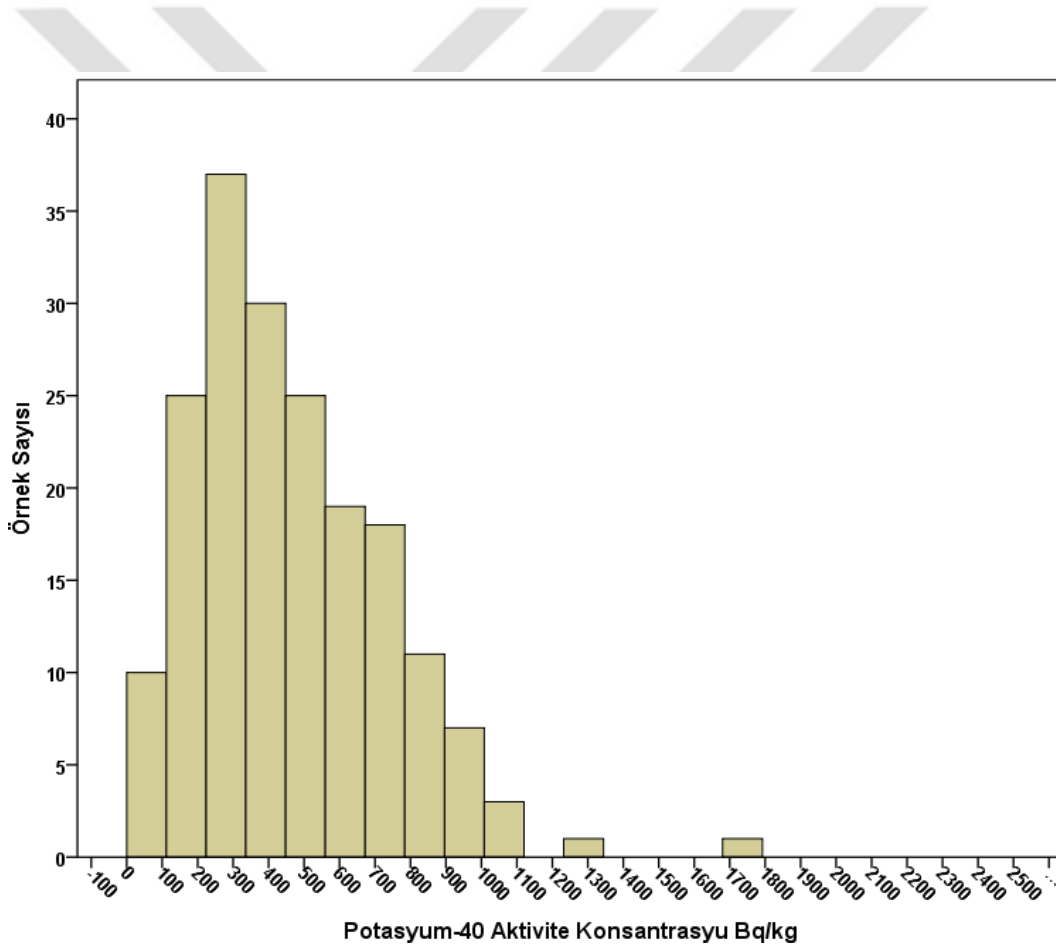
Çalışmada Potasyum-40 radyoizotopundan maruz kalınan yıllık ortalama efektif dış ortam gama dozları ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri ölçüm noktaları ve ilçeler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama yıllık Potasyum dış gama dozu 0,016 milisivert ile Torbalı, en yüksek ise 0,032 milisivert ile Foça ve Karaburun ilçeleri'nde hesaplanmıştır. Beydağ, Menderes, Urla, Dikili, Seferihisar, Metropol ilçeler, Foça ve Karaburun ilçeleri'nde hesaplanan Potasyum-40 gama maruziyet dozu diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük doz 0,0003 milisivert ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek ise 0,092 milisivert ile Karabağlar ilçesi Limontepe Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,024 milisivert olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4-14: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum-40 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.

Potasyum-40 Dış Gama Doz-Risk	Yıllık Effektiv Maruziyet Dozu		Ömürboyu Kanser Riski	
	Ortalama mSv	Min-Mak mSv	Ortalama %	Min-Mak %
Merkez**	0,029	0,006-0,092	0,012	0,003-0,038
Aliağa	0,024	0,007-0,040	0,010	0,003-0,017
Bayındır	0,021	0,008-0,047	0,009	0,003-0,019
Bergama	0,022	0,008-0,045	0,009	0,003-0,018
Beydağ	0,026	0,024-0,026	0,011	0,010-0,011
Bornova	0,024	0,016-0,039	0,010	0,007-0,016
Çeşme	0,021	0,003-0,042	0,009	0,001-0,018
Dikili	0,028	0,013-0,040	0,012	0,005-0,017
Foça	0,032	0,012-0,043	0,013	0,005-0,018
Karaburun	0,032	0,0003-0,052	0,013	0,0003-0,022
Kemalpaşa	0,019	0,005-0,045	0,008	0,002-0,019
Kınık	0,021	0,012-0,040	0,009	0,005-0,017
Kiraz	0,018	0,008-0,027	0,007	0,003-0,011
Menderes	0,027	0,007-0,049	0,011	0,003-0,020
Menemen	0,023	0,012-0,037	0,009	0,005-0,015
Ödemiş	0,017	0,005-0,033	0,007	0,002-0,014
Seferihisar	0,028	0,005-0,055	0,012	0,002-0,023
Selçuk	0,019	0,008-0,036	0,008	0,003-0,015
Tire	0,02	0,005-0,037	0,008	0,002-0,015
Torbalı	0,016	0,007-0,027	0,007	0,003-0,011
Urla	0,027	0,0003-0,067	0,011	0,0003-0,028
İl geneli	0,024	0,0003-0,092	0,010	0,0003-0,038

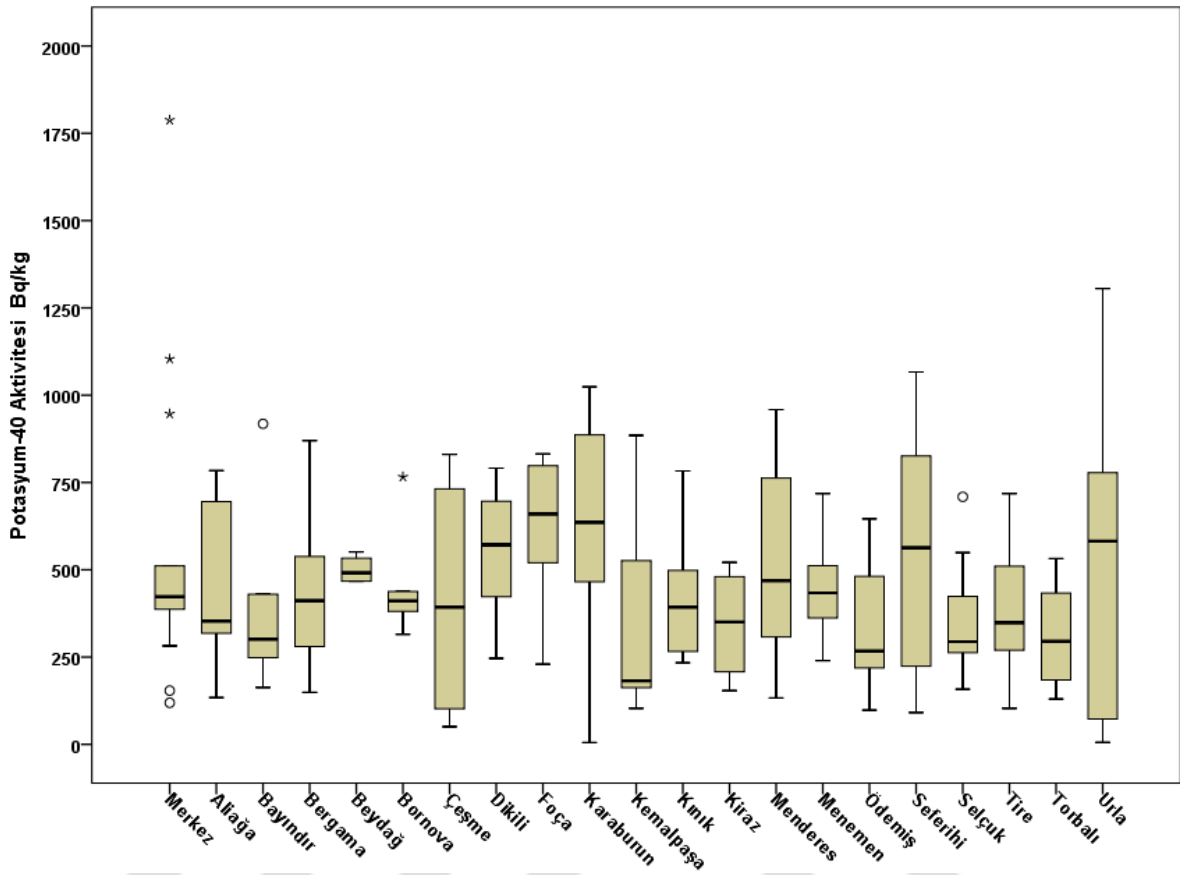
Bu doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Kiraz'da % 0,007, Ödemiş'te %0,007, Torbalı'da %0,007, Kemalpaşa'da %0,008, Selçuk'ta %0,008, Tire'de %0,008, Bayındır'da %0,009, Bergama'da %0,009, Çeşme'de %0,009, Kınık'ta %0,009, Menemen'de %0,009, Aliğa'da %0,010, Bornova'da %0,010, Beydağ'da %0,011, Menderes'de %0,011, Urla'da %0,011, Merkez metropol'de % 0,012, Dikili'de %0,012, Seferihisar'da %0,012, Foça'da % 0,013 ve Karaburun'da % 0,013 olarak hesaplanmıştır.

Analizi yapılan 187 toprak örneğine ait Potasyum-40 konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4-20: İzmir ili toprak örneklerindeki Potasyum (⁴⁰K) konsantrasyonlarının dağılımı. Mod 287 Bq/kg.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerindeki potasyum konsantrasyonlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.21'de gösterilmiştir

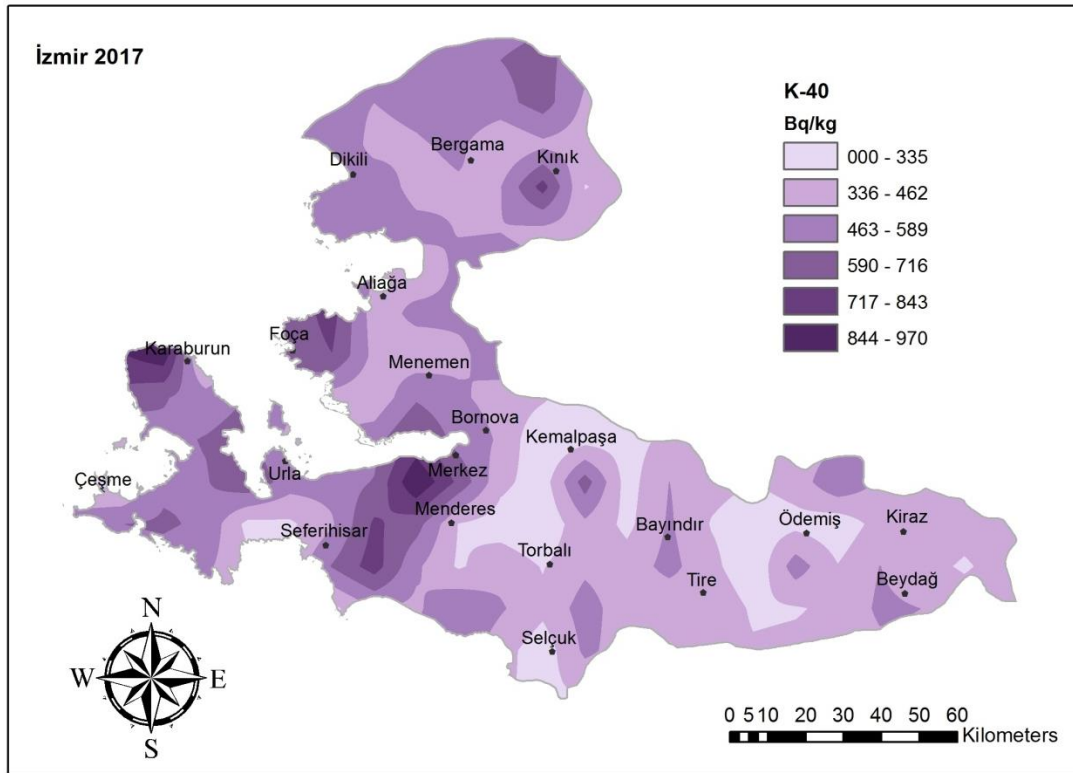


Şekil 4-21: İzmir ili toprak örneklerindeki potasyum konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.

Çalışmada toprak örneklerindeki potasyum derişimleri ilçelere göre oldukça önemli farklılıklar göstermiştir. Karaburun, Foça, Dikili, Seferihisar ve Urla diğer ilçelere göre daha yüksek düzeydedir.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerinin gama spektrometrik analizleri neticesinde elde edilen verilerden ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programı kullanılarak ilin potasyum dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.22’de Potasyum-40 izotopunun il genelindeki dağılımı gösterilmiştir.

Harita incelendiğinde Merkez ilçeler, Karaburun, Foça, Kınık ve Dikili ilçeleri’ndeki potasyum düzeylerinin diğer ilçelere göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4-22: İzmir ili yüzey topraklarındaki potasyum derişimlerinin coğrafi dağılımı

4.4.2 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Radyum (^{226}Ra) Düzeyleri.

İl genelinden alınan 187 adet toprak örneğinin gama spektrometrik analizlerinden elde edilen Radyum-226 sonuçları Tablo 4.15'te özetlenmiştir.

Çalışmada gama spektrometrik analizi yapılan 187 toprak örneğindeki radyum (^{226}Ra) konsantrasyonları ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi 106 ± 75 Bq/kg ile Foça ilçesi'nde, en düşük ise 22 ± 13 Bq/kg ile Kemalpaşa ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama radyum konsantrasyonu 43 ± 32 Bq/kg olarak bulunmuştur. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde il genelinde endüşük konsantrasyon 1 Bq/kg ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek değer ise 228 ± 55 Bq/kg ile Foça ilçesi Yenibağarası Mahallesi'nde tespit edilmiştir. Foça, Dikili, Aliaga, Bornova, Kiraz, Menemen ve Menderes ilçeleri diğer ilçelere nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 4-15: İzmir ili toprak örneklerindeki radyum (^{226}Ra) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

Ra-226 Bq/kg	Ortalama$\pm$sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	34 $\pm$ 19	34	17-43	13-70
Aliağa	51 $\pm$ 18	54	42-65	14-71
Bayındır	35 $\pm$ 19	39	17-52	17-61
Bergama	46 $\pm$ 22	46	34-61	1-77
Beydağ	26 $\pm$ 10	23	17-32	17-37
Bornova	52 $\pm$ 29	49	25-80	12-81
Çeşme	43 $\pm$ 49	24	9-95	8-114
Dikili	58 $\pm$ 21	58	36-83	30-86
Foça	106 $\pm$ 75	78	39-181	24-228
Karaburun	32 $\pm$ 16	32	28-47	1-49
Kemalpaşa	22 $\pm$ 13	22	13-38	2-39
Kınık	40 $\pm$ 7	40	33-45	31-50
Kiraz	56 $\pm$ 28	57	29-83	26-86
Menderes	50 $\pm$ 23	46	23-73	12-215
Menemen	49 $\pm$ 22	41	33-65	15-89
Ödemiş	29 $\pm$ 14	23	20-45	9-52
Seferihisar	25 $\pm$ 17	29	7-45	4-48
Selçuk	28 $\pm$ 16	25	11-47	11-51
Tire	43 $\pm$ 9	44	35-52	32-55
Torbalı	36 $\pm$ 27	28	17-41	13-94
Urla	35 $\pm$ 17	35	23-48	4-64
İl geneli	43 $\pm$ 32	37	23-52	1-228

Radyum-226 dış ortam gama doz hızı düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık efektif maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.16'da verilmiştir.

Çalışmada Radyum-226 radyoizotopundan maruz kalınan yıllık ortalama efektif dış ortam gama dozları ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri ölçüm noktaları ve ilçeler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama yıllık radyum dış gama dozu 0,012 milisivert ile Kemalpaşa, en yüksek ise 0,060 milisivert ile Foça ilçesi'nde hesaplanmıştır. Menderes, Menemen, Aliağa, Bornova, Kiraz, Dikili ve Foça ilçeleri'nde hesaplanan Radyum-226 gama maruziyet dozu diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük doz 0,0006 milisivert ile Bergama ilçesi Yenikent Mahallesi ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek ise

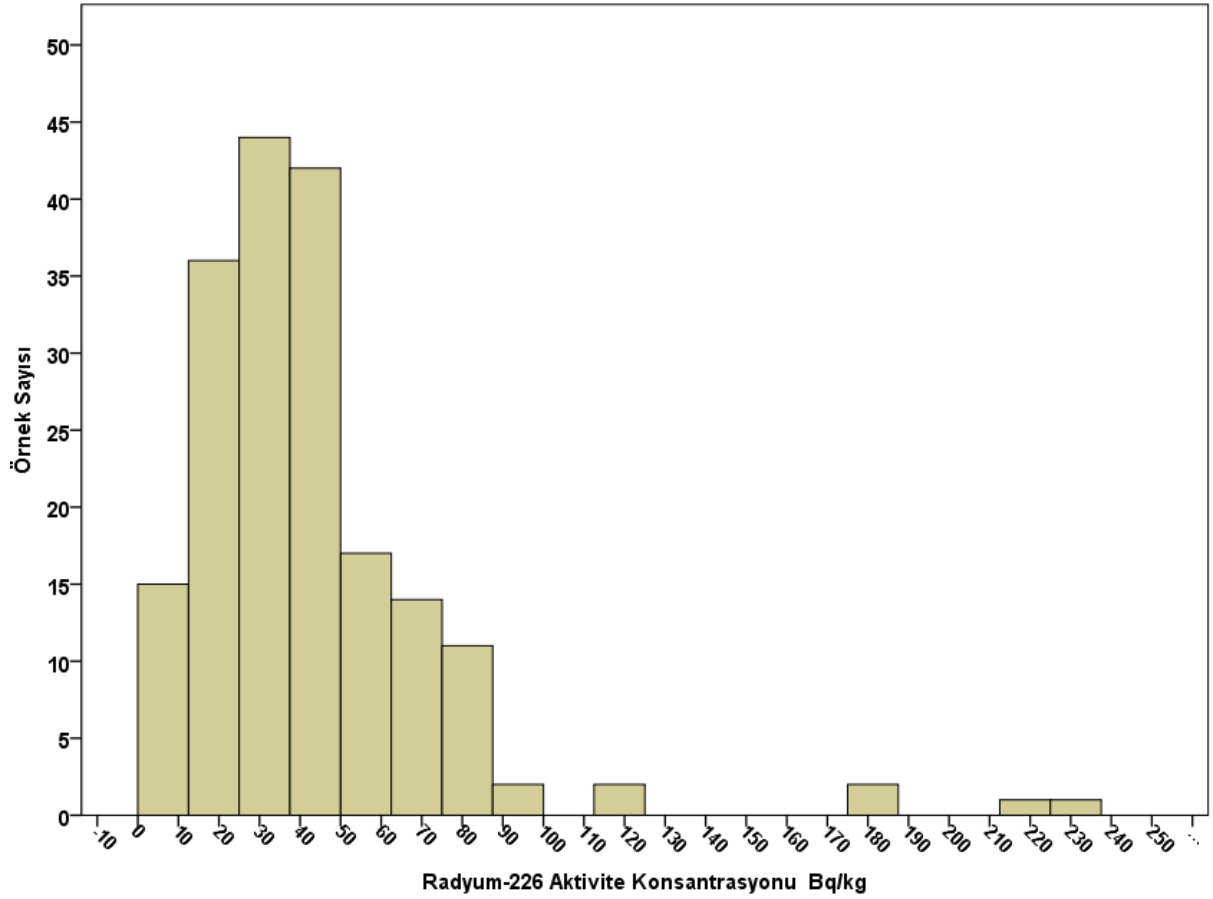
0,129 milisivert ile Foça ilçesi Yenibağarası Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,024 milisivert olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4-16: İzmir ili toprak örneklerindeki Radyum-226 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.

Radyum-226 Dış Gama Doz-Risk	Yıllık Etketif Maruziyet Dozu		Ömürboyu Kanser Riski	
	Ortalama mSv	Min-Mak mSv	Ortalama %	Min-Mak %
Merkez **	0,019	0,007-0,040	0,008	0,003-0,016
Aliağa	0,029	0,008-0,040	0,012	0,003-0,017
Bayındır	0,020	0,010-0,035	0,008	0,004-0,014
Bergama	0,026	0,012-0,044	0,011	0,005-0,018
Beydağ	0,015	0,010-0,021	0,006	0,004-0,009
Bornova	0,029	0,001-0,044	0,012	0,0002-0,018
Çeşme	0,024	0,005-0,065	0,010	0,002-0,027
Dikili	0,033	0,017-0,049	0,014	0,007-0,020
Foça	0,060	0,014-0,0129	0,025	0,006-0,053
Karaburun	0,018	0,0006-0,028	0,007	0,0002-0,011
Kemalpaşa	0,012	0,001-0,022	0,005	0,0005-0,009
Kınık	0,023	0,018-0,028	0,009	0,007-0,012
Kiraz	0,032	0,015-0,049	0,013	0,006-0,020
Menderes	0,028	0,007-0,122	0,012	0,003-0,050
Menemen	0,028	0,009-0,050	0,011	0,004-0,021
Ödemiş	0,016	0,005-0,029	0,007	0,002-0,012
Seferihisar	0,014	0,002-0,027	0,006	0,001-0,011
Selçuk	0,016	0,006-0,029	0,007	0,003-0,012
Tire	0,024	0,018-0,031	0,010	0,007-0,013
Torbalı	0,020	0,007-0,053	0,008	0,003-0,022
Urla	0,020	0,0023-0,036	0,008	0,001-0,015
İl geneli	0,024	0,0006-0,129	0,010	0,0002-0,053

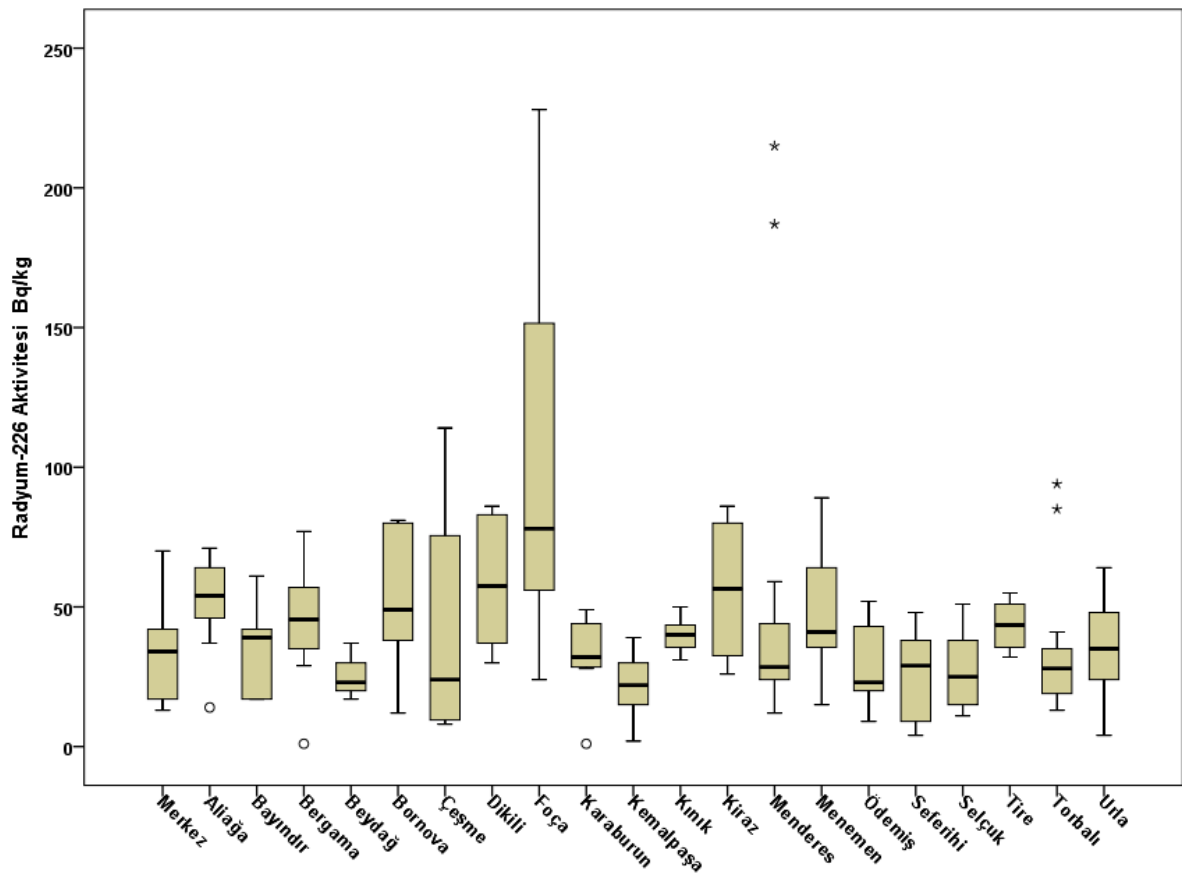
Bu doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Kemalpaşa'da % 0,005, Beydağ'da %0,006, Seferihisar'da %0,006, Karaburun'da %0,007, Ödemiş'te %0,008, Selçuk'ta %0,007, Merkez metropol'de %0,008, Bayındır'da %0,008, Torbalı'da %0,008, Urla'da %0,008, Kınık'ta %0,009, Çeşme'de %0,010, Tire'de %0,010, Bergama'da %0,011, Menemen'de %0,011, Aliağa'da %0,012, Bornova'da % 0,012, Menderes'te %0,012, Kiraz'da %0,013,

Dikili’de % 0,014 ve Foça’da % 0,025 olarak hesaplanmıştır. Analizi yapılan 187 toprak örneğine ait radyum konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.23’te verilmiştir.



Şekil 4-23: İzmir ili toprak örneklerindeki radyum (^{226}Ra) konsantrasyonlarının dağılımı. Mod 29 Bq/kg.

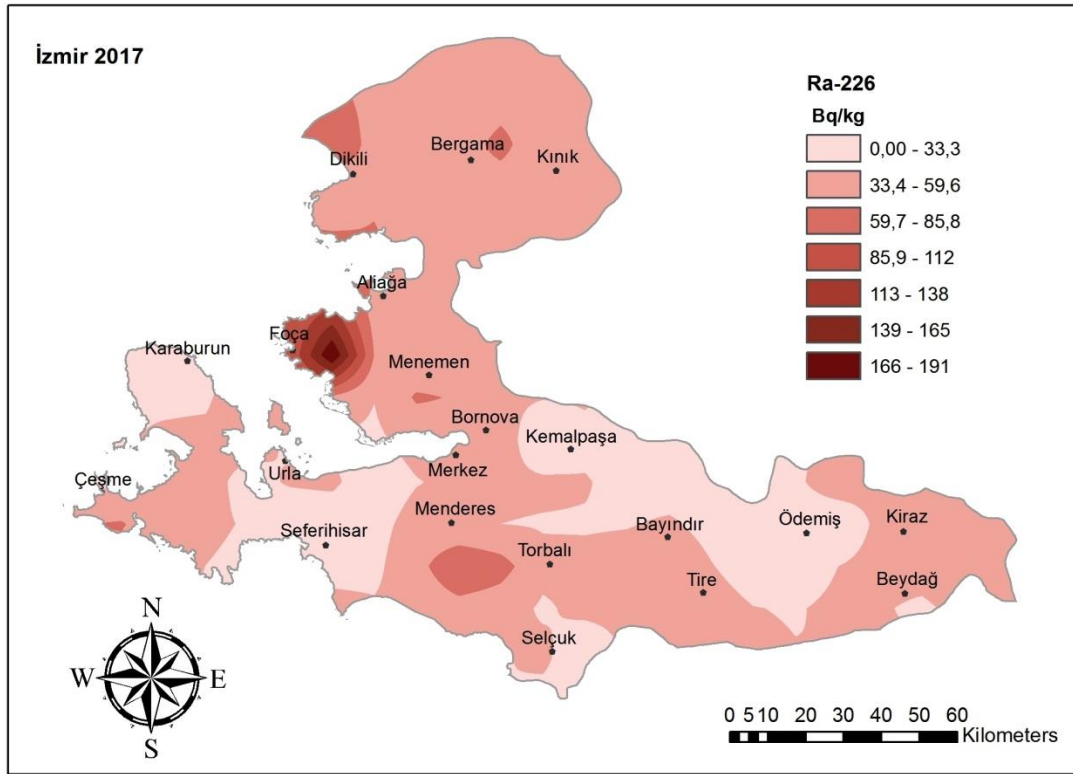
İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerindeki radyum konsantrasyonlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.24’te gösterilmiştir.



Şekil 4-24: İzmir ili toprak örneklerindeki radyum (^{226}Ra) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.

Çalışmada toprak örneklerindeki radyum derişimleri ilçelere göre oldukça önemli farklılıklar göstermiştir. Foça, Dikili, Bornova, Aliğa, Bergama ve Menemen diğer ilçelere göre daha yüksek düzeydedir.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerinin gama spektrometrik analizleri neticesinde elde edilen verilerden ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programı kullanılarak ilin radyum dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.25'de Radyum-40 izotopunun il genelindeki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 4-25: İzmir ili yüzey topraklarındaki radyum (^{226}Ra) derişimlerinin coğrafi dağılımı.

Harita incelendiğinde Foça, Dikili, Bergama, Menemen ve Menderes ilçeleri'ndeki radyum düzeylerinin diğer ilçelere göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

4.4.3 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Toryum (^{232}Th) Düzeyleri.

İl genelinden alınan 187 adet toprak örneğinin gama spektrometrik analizlerinden elde edilen Toryum-232 sonuçları Tablo 4.17'de özetlenmiştir.

Çalışmada gama spektrometrik analizi yapılan 187 toprak örneğindeki toryum (^{232}Th) konsantrasyonları ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi 76 ± 36 Bq/kg ile Foça ilçesi'nde, en düşük ise 17 ± 14 Bq/kg ile Selçuk ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama toryum konsantrasyonu 41 ± 28 Bq/kg olarak bulunmuştur. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde il genelinde en düşük konsantrasyon 1 Bq/kg ile Karaburun merkez, Buca Doğancılar Mahallesi, Urla Özbek Mahallesi, Selçuk Şirince Mahallesi'nde, en yüksek değer ise 178 ± 41 Bq/kg ile

Menemen ilçesi Karagöl Mevkii'nde tespit edilmiştir. Foça, Dikili, Aliğa, Menemen ve Bergama ilçeleri diğer ilçelere nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 4-17: İzmir ili toprak örneklerindeki toryum (^{232}Th) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

Th-232 Bq/kg	Ortalama $\pm$ sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	30 $\pm$ 15	27	21-40	1-63
Aliğa	55 $\pm$ 25	70	38-74	6-80
Bayındır	31 $\pm$ 20	30	16-48	15-64
Bergama	53 $\pm$ 19	55	41-62	17-82
Beydağ	27 $\pm$ 6	28	21-	21-32
Bornova	46 $\pm$ 28	39	24-71	12-87
Çeşme	32 $\pm$ 26	28	10-58	8-63
Dikili	64 $\pm$ 16	66	54-73	22-93
Foça	76 $\pm$ 36	72	50-111	20-115
Karaburun	47 $\pm$ 26	58	24-65	1-74
Kemalpaşa	25 $\pm$ 18	22	14-30	10-63
Kınık	43 $\pm$ 8	46	36-50	32-52
Kiraz	21 $\pm$ 9	20	14-30	12-33
Menderes	44 $\pm$ 36	38	19-43	7-158
Menemen	56 $\pm$ 43	49	34-62	15-178
Ödemiş	22 $\pm$ 11	20	15-26	7-50
Seferihisar	48 $\pm$ 46	47	8-66	4-141
Selçuk	17 $\pm$ 14	16	4-29	1-40
Tire	36 $\pm$ 16	28	24-54	22-61
Torbalı	22 $\pm$ 7	21	15-28	12-35
Urla	50 $\pm$ 31	54	16-73	1-99
İl geneli	41 $\pm$ 28	36	20-58	1-178

Toryum dış ortam gama doz hızı düzeylerinden elde edilen verilere göre yıllık efektif maruziyet dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanarak Tablo 4.18'de verilmiştir.

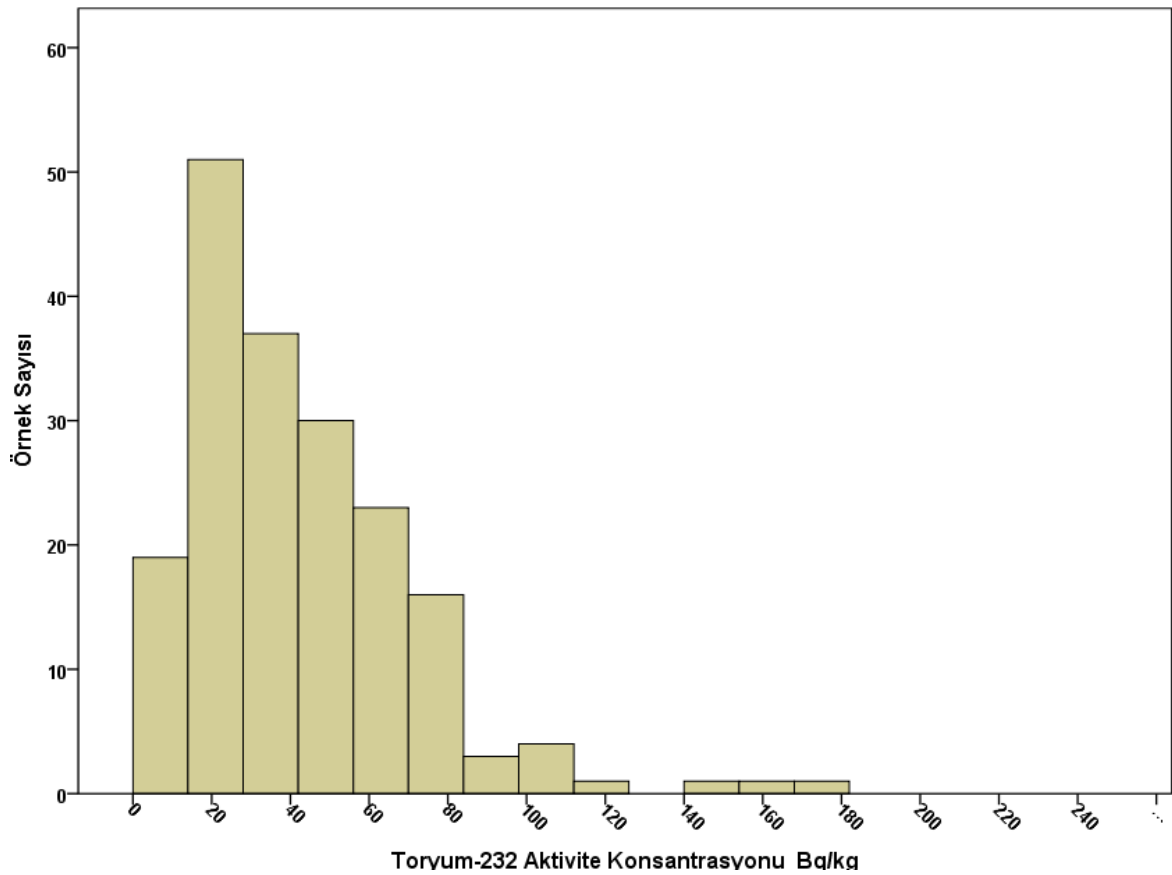
Çalışmada Toryum-232 radyoizotopundan maruz kalan yıllık ortalama efektif dış ortam gama dozları ve buna bağlı yaşam boyu kanser riskleri ölçüm noktaları ve ilçeler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. En düşük ortalama yıllık toryum dış gama dozu 0,013 milisivert ile Selçuk, en yüksek ise 0,056 milisivert ile Foça ilçesi'nde hesaplanmıştır. Bergama, Aliğa, Menemen, Dikili ve Foça ilçeleri'nde hesaplanan

Toryum-232 gama maruziyet dozu diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük doz 0,0007 milisivert ile Buca ilçesi Doğancılar Mahallesi, Urla ilçesi Özbek Mahallesi ve Selçuk ilçesi Şirince Mahallesi ve Karaburun ilçesi'nde, en yüksek ise 0,132 milisivert ile Menemen ilçesi Karagöl mevkiinde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,030 milisivert olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4-18: İzmir ili toprak örneklerindeki Toryum-232 izotopundan alınan yıllık dış gama maruziyet dozları ve buna bağlı kanser risklerinin ilçelere göre dağılımı.

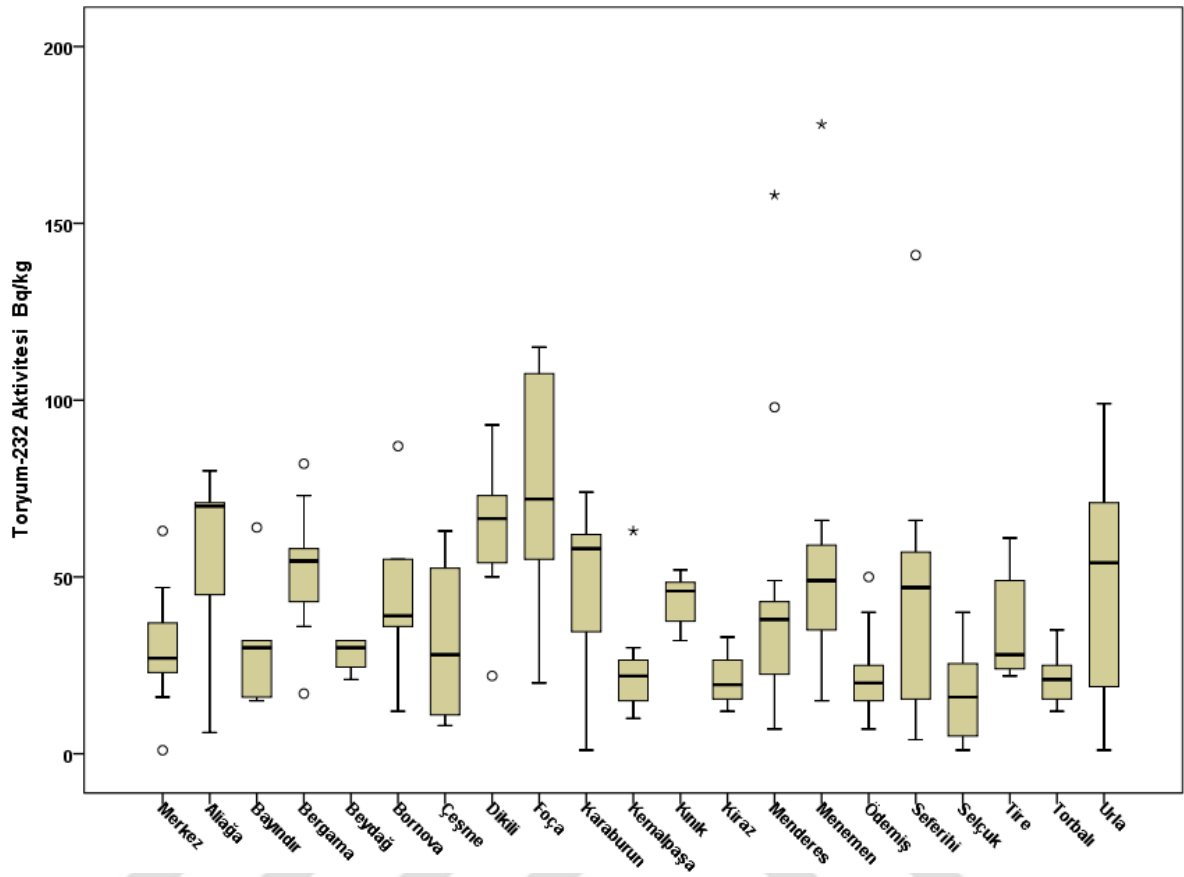
Toryum-232 Dış Gama Doz-Risk	Yıllık Etketif Maruziyet Dozu		Ömürboyu Kanser Riski	
	Ortalama mSv	Min-Mak mSv	Ortalama %	Min-Mak %
Merkez**	0,022	0,001-0,047	0,009	0,0003-0,019
Aliağa	0,041	0,004-0,059	0,017	0,002-0,024
Bayındır	0,023	0,011-0,047	0,009	0,005-0,020
Bergama	0,039	0,013-0,061	0,016	0,005-0,025
Beydağ	0,02	0,016-0,024	0,008	0,006-0,010
Bornova	0,034	0,009-0,064	0,014	0,0037-0,027
Çeşme	0,024	0,006-0,047	0,01	0,002-0,019
Dikili	0,047	0,016-0,069	0,02	0,007-0,028
Foça	0,056	0,015-0,085	0,023	0,006-0,035
Karaburun	0,035	0,0007-0,055	0,014	0,0003-0,023
Kemalpaşa	0,019	0,007-0,047	0,008	0,0031-0,019
Kınık	0,032	0,024-0,039	0,013	0,010-0,016
Kiraz	0,016	0,009-0,024	0,006	0,004-0,010
Menderes	0,033	0,005-0,117	0,013	0,002-0,048
Menemen	0,042	0,011-0,132	0,017	0,005-0,054
Ödemiş	0,016	0,005-0,037	0,007	0,002-0,015
Seferihisar	0,036	0,003-0,105	0,015	0,001-0,043
Selçuk	0,013	0,001-0,030	0,005	0,0003-0,012
Tire	0,027	0,016-0,045	0,011	0,007-0,019
Torbalı	0,016	0,009-0,026	0,007	0,004-0,011
Urla	0,037	0,0007-0,073	0,015	0,0003-0,030
İl geneli	0,03	0,0007-0,132	0,013	0,0003-0,054

Bu doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Selçuk'ta %0,005, Kiraz'da %0,006, Ödemiş'te %0,007, Torbalı'da %0,007, Beydağ'da %0,008, Kemalpaşa'da % 0,008, Merkez metropol'de %0,009, Bayındır'da %0,009, Çeşme'de %0,010, Tire'de %0,011, Kınık'ta %0,013, Menderes'de %0,013, Bornova'da % 0,014, Karaburun'da %0,014, Seferihisar'da %0,015, Urla'da %0,015, Bergama'da %0,016, Aliğa'da %0,017, Menemen'de %0,017, Dikili'de % 0,020 ve Foça'da % 0,023 olarak hesaplanmıştır. Analizi yapılan 187 toprak örneğine ait toryum konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4-26: İzmir ili toprak örneklerindeki toryum (^{232}Th) konsantrasyonlarının dağılımı. Mod 22 Bq/kg.

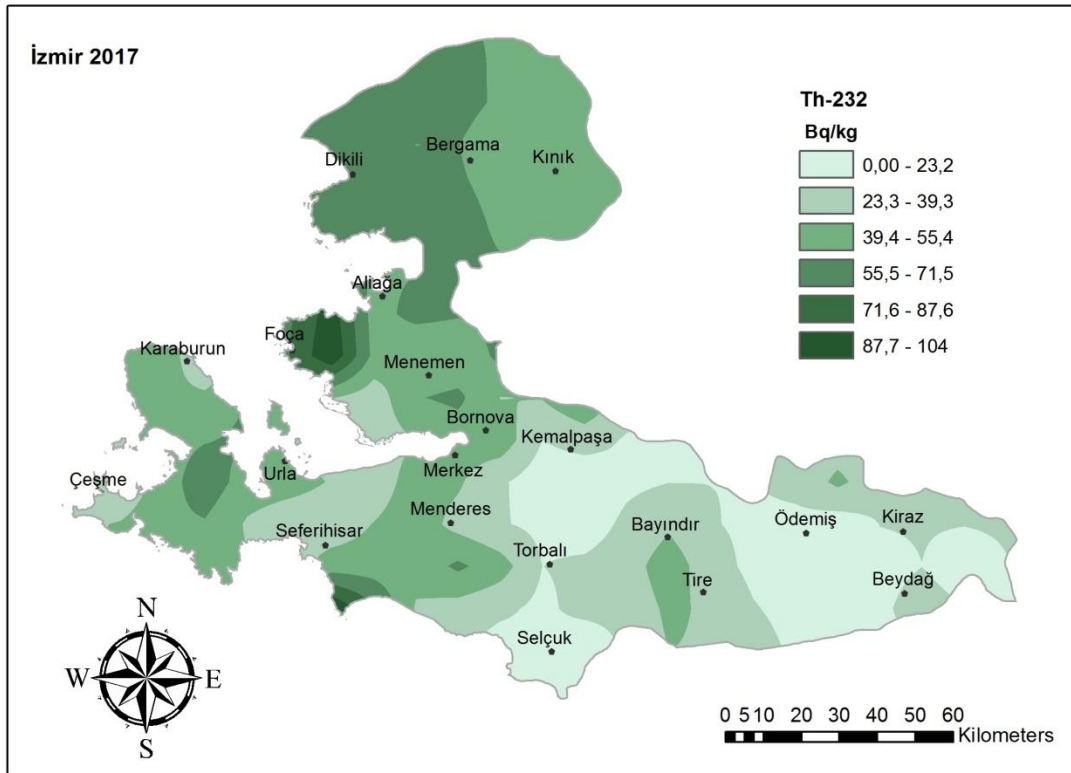
İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örnelelerindeki toryum konsantrasyonlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4-27: İzmir ili toprak örneklerindeki toryum (^{232}Th) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.

Çalışmada toprak örneklerindeki toryum derişimleri ilçelere göre oldukça önemli farklılıklar göstermiştir. Foça, Dikili, Aliaga, Bergama ve Menemen diğer ilçelere göre daha yüksek düzeydedir.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerinin gama spektrometrik analizleri neticesinde elde edilen verilerden ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programı kullanılarak ilin toryum dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.28'de Toryum-232 izotopunun il genelindeki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 4-28: İzmir ili yüzey topraklarındaki toryum (^{232}Th) derişimlerinin coğrafi dağılımı.

Harita incelendiğinde Foça, Dikili, Bergama, Menemen ve Aliğa ilçeleri'ndeki toryum düzeylerinin diğer ilçelere göre daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

4.4.4 İzmir İli Toprak Örneklerinde Belirlenen Sezyum (^{137}Cs) Düzeyleri

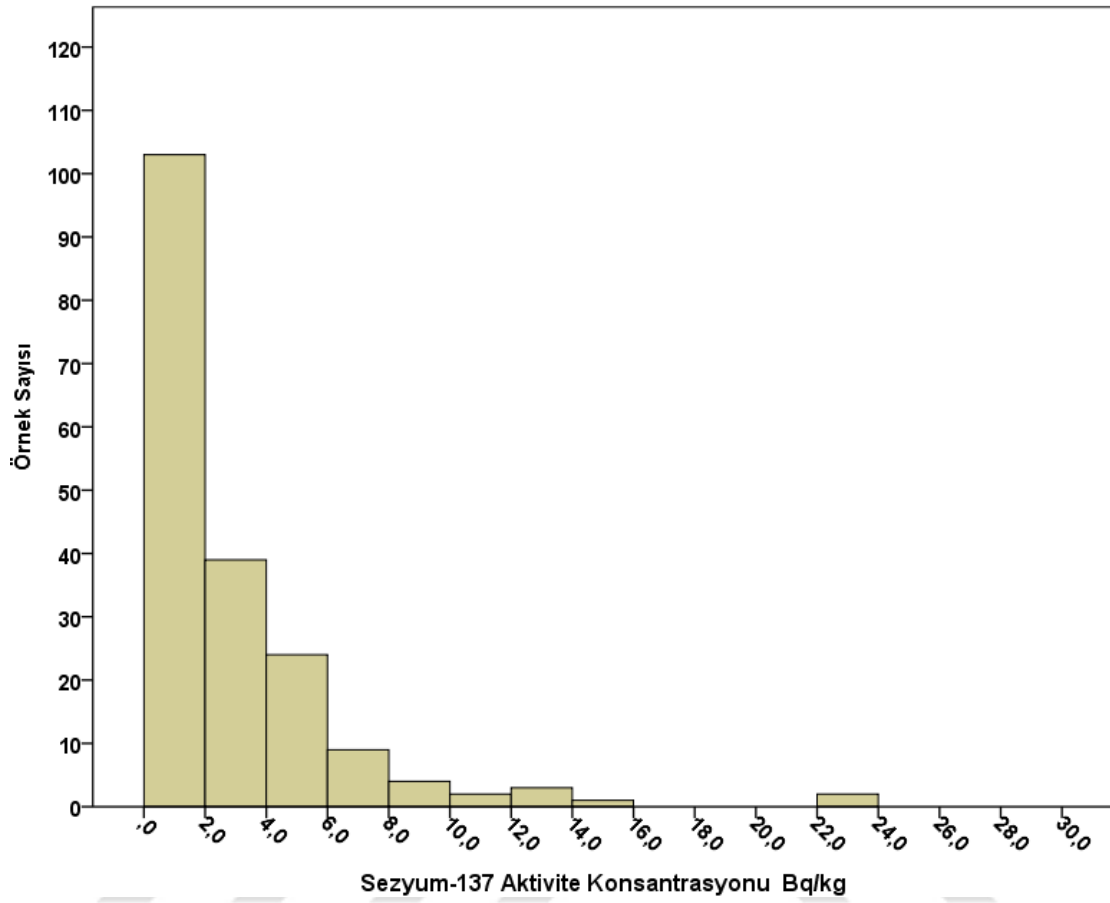
İl genelinden alınan 187 adet toprak örneğinin gama spektrometrik analizlerinden elde edilen Sezyum-137 sonuçları Tablo 4.19'da özetlenmiştir.

Çalışmada gama spektrometrik analizi yapılan 187 toprak örneğindeki Sezyum (^{137}Cs) konsantrasyonları ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi $7,6 \pm 9,7$ Bq/kg ile Beydağ ilçesi'nde, en düşük ise $0,6 \pm 0,2$ Bq/kg ile Çeşme ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama sezyum konsantrasyonu $3,06 \pm 3,29$ Bq/kg olarak bulunmuştur. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde il genelinde en düşük konsantrasyon 0,3 Bq/kg ile Aliğa Cengiz Topel Caddesi'nde, en yüksek değer ise 23 ± 9 Bq/kg ile Tire ilçesi Çukurköy Mahallesi Yemişler mevki'nde tespit edilmiştir. Beydağ, Tire, Kiraz ve Ödemiş ilçeleri diğer ilçelere nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Tablo 4-19: İzmir ili toprak örneklerindeki sezyum (^{137}Cs) düzeylerinin ilçelere göre dağılımı.

Cs-137 Bq/kg	Ortalama$\pm$sd	Ortanca	25.-75. çeyreklik	Min-mak
Merkez	2,0 $\pm$ 1,7	1,4	1,1-2,3	0,6-6,7
Aliağa	2,2 $\pm$ 2,2	1,6	1,3-1,9	0,3-7,8
Bayındır	2,4 $\pm$ 1,5	1,8	1,2-4,2	7-4,1
Bergama	2,3 $\pm$ 1,7	1,4	1,1-3,7	0,4-5,5
Beydağ	7,6 $\pm$ 9,7	3,5	1,7-17,7	1,6-22,0
Bornova	3,0 $\pm$ 2,7	1,7	1,6-5,1	1,5-7,7
Çeşme	0,6 $\pm$ 0,2	0,7	0,4-0,8	0,4-0,8
Dikili	2,2 $\pm$ 1,3	1,5	1,3-3,4	0,9-5,1
Foça	3,3 $\pm$ 1,5	3,3	2,0	4,0
Karaburun	1,4 $\pm$ 1,3	1,0	0,4-1,6	0,4-4,0
Kemalpaşa	3,2 $\pm$ 2,3	3,2	1,0-5,0	0,8-7,0
Kınık	2,6 $\pm$ 1,2	2,9	1,5-3,8	1,0-3,8
Kiraz	4,7 $\pm$ 5,1	2,9	1,0-10,1	0,9-12,0
Menderes	3,1 $\pm$ 2,9	1,8	1,1-4,6	0,4-11,0
Menemen	2,4 $\pm$ 1,6	1,7	1,6-3,0	0,4-5,6
Ödemiş	4,7 $\pm$ 4,1	3,1	1,4-6,6	1,1-14,0
Seferihisar	1,1 $\pm$ 0,5	1,2	0,6-1,4	0,4-1,9
Selçuk	4,4 $\pm$ 4,3	3,1	1,3-7,1	0,7-13,0
Tire	6,1 $\pm$ 7,0	3,7	2,6-6,4	1,6-23,0
Torbalı	3,5 $\pm$ 2,8	3,0	1,2-5,3	0,7-5,3
Urla	2,9 $\pm$ 3,0	1,6	0,6-4,4	0,4-9,6
İl geneli	3,06 $\pm$ 3,29	1,7	1,2-3,9	0,3-23,0

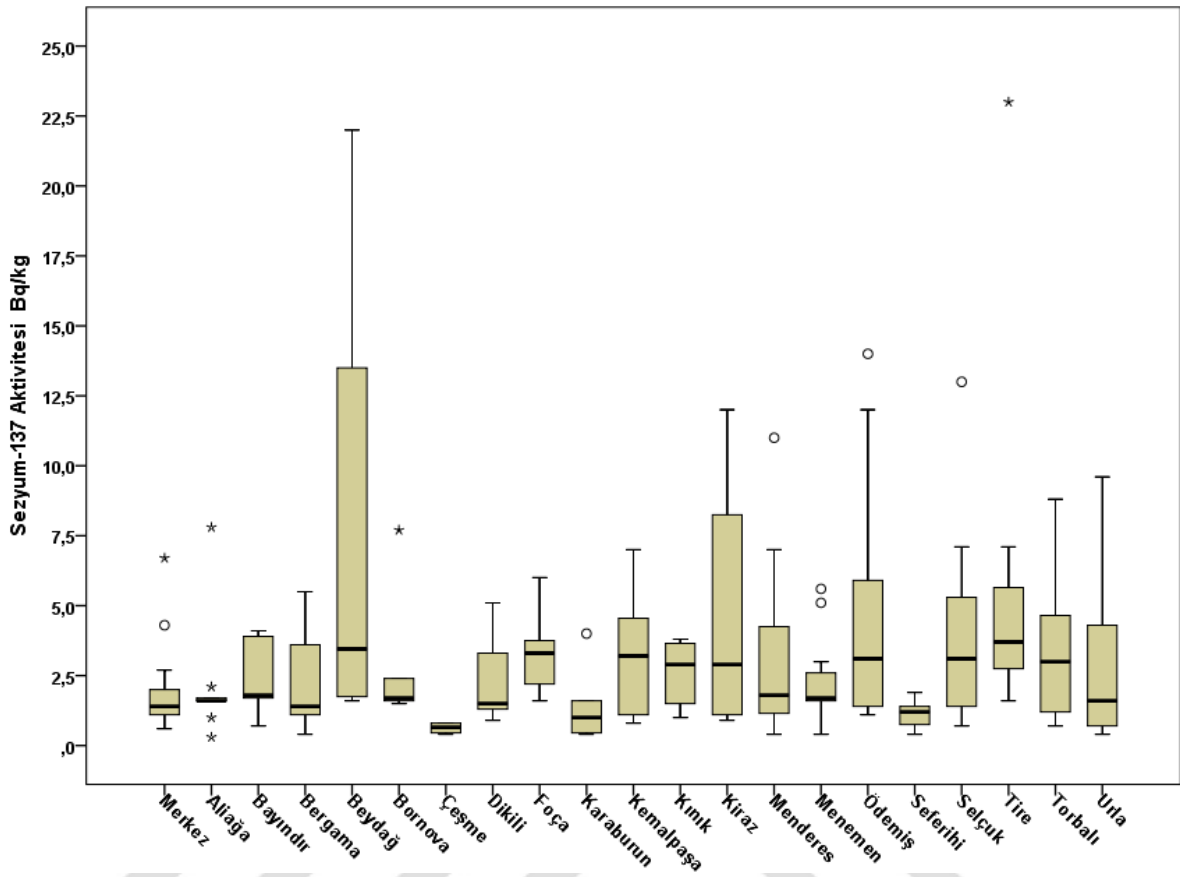
Analizi yapılan 187 toprak örneğine ait sezyum konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4-29: İzmir ili toprak örneklerindeki sezyum (^{137}Cs) konsantrasyonlarının dağılımı. Mod 1,6 Bq/kg.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerindeki sezyum konsantrasyonlarının ilçelere göre değişimi Şekil 4.30'da gösterilmiştir.

Çalışmada toprak örneklerindeki sezyum derişimleri ilçelere göre oldukça önemli farklılıklar göstermiştir. Beydağ, Tire, Kiraz ve Ödemiş ilçeleri'nde diğer ilçelere göre daha yüksek düzeydedir.



Şekil 4-30: İzmir ili toprak örneklerindeki sezyum (^{137}Cs) konsantrasyonunun ilçelere göre dağılımı.

İl genelinde 187 ölçüm istasyonundan alınan toprak örneklerinin gama spektrometrik analizleri neticesinde elde edilen verilerden ArcMap, ArcGIS (10.2 version) özel yazılım programı kullanılarak ilin sezyum dağılım haritası çizilmiştir. Şekil 4.31'de Sezyum izotopunun il genelindeki dağılımı gösterilmiştir.

ortalama maruziyet dozu 3,681 milisivert ile 2,4 milisivertlik Dünya ortalamasından oldukça yüksek çıkmıştır.

Tablo 4-20: İzmir ili doğal radyasyon doz düzeylerinin kaynaklara ve ilçelere göre dağılımı.

Yıllık Ortalama Etketif Doz mSv	Ev İçi Radon	İçme suyu	Dış ve iç Ortam Karasal Gama	Kozmik	Yıllık Toplam Doz mSv
Merkez	3,41	<0,1	0,281	0,156	3,847
Aliağa	4,8	<0,1	0,378	0,203	5,381
Bayındır	2,54	<0,1	0,261	0,102	2,903
Bergama	3,29	<0,1	0,328	0,235	3,853
Beydağ	2,18	<0,1	0,18	0,306	2,666
Bornova	2,62	<0,1	0,321	0,126	3,067
Çeşme	3,37	<0,1	0,2	0,294	3,864
Dikili	2,85	<0,1	0,453	0,128	3,431
Foça	4,64	<0,1	0,549	0,111	5,3
Karaburun	1,82	<0,1	0,234	0,36	2,414
Kemalpaşa	2,7	<0,1	0,209	0,126	3,035
Kınık	5,07	<0,1	0,241	0,314	5,625
Kiraz	2,26	<0,1	0,224	0,246	2,73
Menderes	2,42	<0,1	0,266	0,14	2,826
Menemen	2,93	<0,1	0,396	0,161	3,487
Ödemiş	1,98	<0,1	0,142	0,273	2,395
Seferihisar	2,22	<0,1	0,291	0,171	2,682
Selçuk	2,5	<0,1	0,214	0,121	2,835
Tire	3,13	<0,1	0,293	0,107	3,53
Torbalı	2,89	<0,1	0,22	0,112	3,222
Urla	5,67	<0,1	0,245	0,345	6,26
İl geneli	3,21	<0,1	0,301	0,17	3,681
Dünya ort	1,15		0,48	0,39	2,42

5. TARTIŞMA

Bu bölümde, İzmir iline ait ev içi radon konsantrasyon düzeyleri, içme sularındaki toplam alfa/beta aktiviteleri, iç ve dış ortam gama dozları ve toprak örneklerindeki radyoaktif izotop düzeyleri ile buna bağlı yıllık alınan efektif dozlar ve yaşam boyu kanser riskleri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bunun için ayrıntıları 4. bölümde verilen laboratuvar bulguları ayrı başlıklar olarak, diğer benzer çalışmalar ve WHO, ICRP ve EC gibi uluslararası kuruluşlar tarafından önerilen sınır değerler ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

5.1 İzmir ili Evlerindeki Radon Konsantrasyon Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Kapalı ortamlar, yani evler, ofisler, fabrikalar, hastaneler, okullar, metrolar, yeraltı madenleri v.b. insanların yaşamlarının önemli bir bölümünü geçirdiği mekânlar olması sebebiyle hava kalitesinin sağlık açısından araştırılması oldukça önem arz etmektedir. Bunlar içinde konutlar en fazla vakit geçirilen kapalı mekânların başında gelmeleri dolayısı ile ayrıca özel öneme sahiptirler. Konut koşulları ile içinde yaşayan insanların sağlığı arasındaki ilişki en az 150 yıldır araştırma konusudur. Radon gazının akciğer kanserlerine neden olduğunun açığa çıkması ile ev ve işyerlerindeki radon düzeylerine sınırlama getirilmesi zorunluluğu doğmuştur. ICRP 65 nolu raporunda kapalı ortamlar için eylem seviyeleri belirlemiştir (ICRP, 1993). Buna göre konutlar ve işyerleri için eylem seviyesi 3-10 mSv/yıl olarak belirlenmiştir. İnsanların yıllık toplam yaşam sürelerinin %80'ninin, yani 7000 saatlik bölümünün evde geçirildiği kabul edilir ve denge faktörü 0,4 olarak alındığında bu değer 200-600 Bq/m³ 'lük radon konsantrasyonuna karşılık gelmektedir. İşyerleri için ise bu doz değeri 500-1500 Bq/m³ 'lük konsantrasyon düzeyine karşılık gelir. ICRP 103 nolu raporunda 65 nolu raporunda belirtilen eylem düzeylerini revize ederek radon maruziyetine bağlı efektif dozun 10 milisivertten düşük olmasını, buna karşılık gelen ev içi ve işyerleri için radon konsantrasyonlarının sırası ile 600 ve 1500 Bq/m³ 'ten daha düşük olması için önlem alınmasını önermiştir. AB komisyonu 2013 yılında yayınladığı "2013/59/EURATOM" "Article 54" direktifinde üye ülkelere işyerlerindeki radon konsantrasyonları için referans seviye belirlemelerini ve bu referans değerini 300 Bq/m³ seviyesini asla aşmaması ancak özel durumlar sebebiyle aşması durumunda bunu komisyona bildirmeleri istenmiştir. AB komisyonu aynı direktifte "Article 74 ve 103" te üye ülkelerin ev ve işyerlerindeki radon konsantrasyonu için 300 Bq/m³ 'ü geçmeyecek

şekilde yeni referans düzeyler belirlemeleri ve uzun dönem maruziyet risklerini azaltmak için ulusal eylem planı oluşturmalarını tavsiye etmiştir. DSÖ ise konutlar için referans değeri 100 Bq/m^3 olarak sınırlandırmış ve üye ülkelere tavsiye edilerek ulusal radon izleme programları oluşturulması istenmiştir. Bu tavsiyeler doğrultusunda Dünya'nın birçok ülkesi ev içi radon konsantrasyonu için ulusal referans değerlerini belirlemişlerdir (WHO 2009). Bu değerler ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Tablo 2.22'de bazı ülkelere ait radon gazı eylem seviyeleri gösterilmiştir.

İzmir ili konutlarında yapmış olduğumuz radon konsantrasyon çalışması ilçeler bazında ve ayrı ayrı konutlar bazında değerlendirildiğinde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Tüm ilçeler ve il ortalamaları ülkemiz için sınır değer kabul edilen 400 Bq/m^3 'lük konsantrasyon düzeylerinin altında çıkmıştır. Ancak Foça (117 ± 125), Aliağa (121 ± 115), Kınık (128 ± 128) ve Urla (143 ± 140) ilçeleri'ne ait ortalama radon konsantrasyonları DSÖ'nün referans değeri olarak kabul ettiği 100 Bq/m^3 'lük değeri aşmıştır. Konutlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, Foça ilçesi Hacıveli Mahallesi'nde 2 konut ($431\text{-}622 \text{ Bq/m}^3$), Bayraklı ilçesi Gümüşpala mahallesi'nde 1 konut (492 Bq/m^3), Çiğli ilçesi Ataşehir Mahallesi'nde 1 konut (858 Bq/m^3), Aliağa ilçesi Kültür Mahallesi'nde 1 konut (777 Bq/m^3), Kınık ilçesi Fatih Mahallesi'nde 1 konut (674 Bq/m^3), Urla ilçesi Yaka Mahallesi'nde 1 konut (603 Bq/m^3) ve Konak ilçesi Kubilay Mahallesi'nde 1 konut (1165 Bq/m^3), Ferahlı Mahallesi'nde 1 konut (1057 Bq/m^3) ve İsmet Paşa Mahallesi'nde 1 konut (533 Bq/m^3) olmak üzere toplam 11 konuttaki radon konsantrasyonlarının 400 Bq/m^3 'lük ülkemiz sınır değerini aştığı görülmüştür.

İl genelinde çalışma yapılan 2004 konuttan 1428 (%71) konuttaki radon konsantrasyonu 100 Bq/m^3 'lük DSÖ'nün referans değerinin altında kalırken 576 konuttaki (%29) radon konsantrasyonu DSÖ'nün referans değerinin üzerinde çıkmıştır. İlçeler bazında incelendiğinde, Aliağa'da 17 (%43,6), Balçova'da 4 (%11,1), Bayındır'da 2 (%25), Bayraklı'da 29 (%17,5), Bergama'da 7 (%41,2), Beydağ'da 1 (%16,7), Bornova'da 23 (%17,6), Buca'da 47 (%23,4), Çeşme'de 8 (%32), Çiğli'de 28 (%27,5), Dikili'de 4 (%20), Foça'da 7 (%29,2), Gaziemir'de 15 (%20,5), Güzelbahçe'de 4 (%16), Karabağlar'da 144 (%49,1), Karşıyaka'da 4 (%6,9), Kemalpaşa'da 10 (%17,5), Kınık'da 11 (%55), Kiraz'da 1 (%12,5), Konak'da 127 (%65), Menderes'de 8 (%10,7), Menemen'de 19 (%21,8), Narlıdere 3 (%9,7), Ödemiş'te 2 (%3,8), Seferihisar'da 3

(%6,5) , Selçuk'ta 4 (%15,4), Tire'de 15 (%32,6), Torbalı 14 (%14,7) ve Urla'da 16 (%48,5) konuttaki radon konsantrasyon düzeyleri DSÖ' nün referans değerini geçmiştir. Buna göre Özellikle konak ilçesi'ndeki konutların yaklaşık %65'inin 100 Bq/m³ 'lük DSÖ referans değerini aşması dikkat çekicidir. Konak ilçesi'ndeki konut stokunun büyük çoğunluğunun daha yaşlı konutlardan oluşması en önemli sebeplerden biri olarak değerlendirilebilir.

DSÖ'nün referans değer olarak kabul ettiği 100 Bq/m³'lük konsantrasyon değeri aslında çok önemlidir. Her ne kadar radyasyonun her çeşidi ve her dozu sağlık için zararlı ise de radon için yapılan sağlık riski çalışmalarında genellikle 100 Bq/m³'lük konsantrasyon değerinin üstündeki değerler baz alınır. Baysson ve ark. Fransa'da nispeten radon seviyesin yüksek olduğu 4 bölgede yaptıkları vaka kontrol çalışmasında radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri arasında ilişki tespit etmişlerdir (Her bir 100 Bq/m³ için Tahmini RR 1,07) (Baysson, ve ark. 2004).

Darby ve ark. tarafından, 13 Avrupa ülkesinden 7148 akciğer kanserli (kontrol: 14208 kişi) hasta üzerinde yapılan çalışmada radon konsantrasyonu ile akciğer kanseri arasında güçlü ilişki olduğu gösterilmiş, hatta sigara içenler için bu ilişki daha düşük konsantrasyonlar için dahi, yani birçok ülkenin eylem seviyelerinin altındaki konsantrasyonlarda bile gözlenmiştir. Avrupa ülkelerindeki kansere bağlı ölümlerin %2'sinin radon kaynaklı olduğunu iddia etmişlerdir (Darby ve ark. 2004).

Avrupa birleştirilmiş radon analiz sonuçlarına göre sigara içmeyen bireylerde 0, 100 ve 400 Bq/m³'lük radon konsantrasyonu için yaşam boyu (75 yıl)fetal kanser riski sırasıyla %0.4, %0.5, and %0.7 olarak hesaplanmıştır. Aynı konsantrasyonda radon gazına maruz kalan sigara içen bireylerde fetal kanser riski 25 kat daha yüksektir. (%10, %12, and %16) (ICRP 115).

Avrupa, Kuzey Amerika ve Çin'de yapılan birleştirilmiş vaka kontrol çalışmaları benzer sonuçlar vermiştir. Her 100 Bq/m³'lük radon konsantrasyon artışı için kanser riski en az %8 oranında artmaktadır. (ICRP 115) Bu sebeple İzmir ili genelinde konutların %29'unun radon konsantrasyonunun 100 Bq/m³'ten yüksek çıkması akciğer kanser riskinin yüksekliğini açıkça göstermektedir.

Tablo 5-1: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş bina içi ²²²Radon çalışmaları.

Şehir	Ülke	Yazar	Yayın Tarihi	Numune sayısı	Aktivite (Bq/m ³)
Antakya	Türkiye	Can ve ark.	2011	65	40
Antalya (Merkez)	Türkiye	Köksal ve ark.	2004	23	35
Ardahan	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2011	48	173
Artvin	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2011	73	132
Bayburt	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2009	44	125
Cankırı	Türkiye	Kapdan et al	2012	80	44
Edirne	Türkiye	Bozkurt ve ark.	2007	88	49
Erzincan	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2016	89	119
Giresun	Türkiye	Celik ve ark.	2008	71	130
Kars	Türkiye	Celik ve ark.	2008	81	114
Kastamonu	Türkiye	Kam ve ark.	2007	30	98
Kilis	Türkiye	Can ve ark.	2011	65	50
Manisa (merkez)	Türkiye	Ereeş ve ark.	2006	22	97
Osmaniye	Türkiye	Can ve ark.	2011	65	51
Sakarya (merkez)	Türkiye	Kapdan ve ark.	2011	140	50
Samsun	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2012	117	106
Sivas	Türkiye	Mihci ve ark.	2010	98	94
Tekirdag	Türkiye	Kam ve ark.	2010	92	86
Trabzon	Türkiye	Kurnaz ve ark.	2011	97	68
Ortalama					87
Mexico City	Meksika	Franco ve ark.	2001	416	145
Madrid	İspanya	Baixeras ve ark.	1996	500	63
Barcelona	İspanya	Baixeras ve ark.	1996	250	34
Transylvania	Romanya	Constantin ve ark.	2009	406	83
Alexandria city	Mısır	El-Zaher ve ark.	2011	68	65
Sicilia	İtalya	Bochicchio ve ark.	2006	337	35
Lazio	İtalya	Bochicchio ve ark.	2006	304	119
Hong Kong	Çin	Yu ve ark.	1996	68	30
Sofia	Bulgaristan	Ivanova ve ark.	2013	96	151
Varna	Bulgaristan	Ivanova ve ark.	2013	98	107
Riyad	Suudi Arabistan	Alghamdi ve ark.	2014	786	25
Lefkoşe	Kuzey Kıbrıs	Erodotou ve ark.	2015	108	18
Larnaka	Kuzey Kıbrıs	Erodotou ve ark.	2015	143	13
Medine	Suudi Arabistan	Al-Jarallah ve ark.	2003	61	24
Rio de Janeiro	Brezilya	Magalhães ve ark.	2003	234	61
Ortalama					65
Eylem Seviyesi		TSB	-	-	400
Eylem Seviyesi		WHO	-	-	100

İzmir	Türkiye	Mevcut Çalışma	2018	2004	81
-------	---------	----------------	------	------	----

Türkiye'de yapılan 19 farklı ilde ve yurtdışında rasgele seçilen 15 farklı bölgede, bina içi Rn-222 konsantrasyonunun belirlenmesi için gerçekleştirilmiş çalışmaların ve tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen değerlerin sonuçları UNSCEAR tarafından belirlenmiş Dünya ortalaması değerleri ile birlikte Tablo 5.1’de bir araya getirilerek gösterilmektedir.

Buna göre bina içi Rn-222 izotopu sonuçları incelendiğinde Türkiye'de 19 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 87 Bq/m^3 , rasgele seçilerek incelenen yurtdışı il/eyalet çalışmalarında belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının ise 65 Bq/m^3 olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (89 Bq/m^3), Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (400 Bq/m^3) ve Dünya Sağlık Örgütü (100 Bq/m^3) tarafından belirlenen eylem seviyesi değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Rn-222 değerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 20 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 11. değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Rn-222 değerinin Dünya’nın 15 farklı il/eyalet bölgelerinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek 5. değer olduğu görülmektedir.

Çalışmada konut özellikleri ve yaşam tarzı ile ilgili 11 sorudan oluşan anket uygulanmış ve sonuçları SPSS programında işlenmiştir. Ki- kare testi sonuçları tablo 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 verilmiştir.

İzmir ilçeleri Merkez ve Periferde kalan ilçeler olarak iki kategoriye ayrılıp DSÖ referans değeri (100 Bq/m^3) ile karşılaştırıldığında, merkez ilçelerdeki 1180 konuttan 402 (%34,1)’inin, ve periferdeki ilçelerde bulunan 824 konuttan 169 (%20,5)’unun sınır değeri aştığı ve aralarında ileri düzeyde anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. ($p<0,001$). Tüm ilçeler (30 ilçe) kendi aralarında karşılaştırıldığında aynı şekilde ileri düzeyde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. ($p<0,001$) Bunda konutların oturduğu zemin toprağının jeolojik farklılık göstermesi, yapı malzemelerinin farklılığı, konut özellikleri, bina yaşı ve havalandırma davranışları gibi birçok faktörün etkili olduğu söylenebilir.

Konut tipi, konut yaşı, havalandırma sistemi ve havalandırma süresi ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki ayrı ayrı incelenmiştir. Konut tipi 7 kategoriye

ayrılmıştır. Bunlar, 1- Apartman 1. Kat, 2- Apartman 2. Kat, 3- Apartman zemin kat, 4- Apartman 1. Bodrum, 5- Apartman 2. Bodrum, 6- Müstakil bodrumlu, 7- Müstakil bodrumsuz olarak seçilmiştir.

Apartman 1. Kat kategorisinde toplam 411 konut seçilmiştir. Bunlardan 336'sı (%81,8) DSÖ'nün referans değeri olarak önerdiği 100 Bq/m^3 'lük konsantrasyon değerinin altında, 75'i (18,2) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların %82'sinin radon gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %18'inin radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğu ve toplum açısından risk oluşturabileceği söylenebilir.

Apartman 2. Kat kategorisinde toplam 213 konut seçilmiştir. Bunlardan 189'u (%88,7) DSÖ'nün referans değerinin altında, 24'ü (%11,3) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların yaklaşık %89'unun radon gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %13'ünün radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve toplum açısından risk oluşturabileceğini söyleyebiliriz.

Apartman zemin kat kategorisinde toplam 484 konut seçilmiştir. Bunlardan 299'u (%61,8) DSÖ'nün referans değerinin altında, 185'i (%38,2) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların yaklaşık %62'sinin radon gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %38'inin radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve toplum açısından risk oluşturabileceğini söyleyebiliriz.

Apartman 1. bodrum kategorisinde toplam 96 konut seçilmiştir. Bunlardan 53'ü (%55,2) DSÖ'nün referans değerinin altında, 43'ü (44,8) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların yaklaşık %55'unun radon gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %43'ünün radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve toplum açısından risk oluşturabileceğini söyleyebiliriz.

Apartman 2. bodrum kategorisinde toplam 6 konut seçilmiştir. Bunların tamamı 100 Bq/m^3 'lük referans değerden düşüktür. Radon düzeyi bodrum katlarda aslında daha yüksek beklenir, ancak çalışmada düşük çıkması, konutların iyi havalandırıldığı ve böylece ortamda yüksek düzeyde radon gazı birikmediği şeklinde değerlendirilebilir.

Müstakil bodrumlu kategorisinde toplam 556 konut seçilmiştir. Bunlardan 376'sı (%67,6) DSÖ'nün referans değerinin altında, 180'i (%32,4) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların yaklaşık %68'inin radon

gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %32'nin radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve toplum açısından risk oluşturabileceğini söyleyebiliriz.

Müstakil bodrumsuz kategorisinde toplam 238 konut seçilmiştir. Bunlardan 174'ü (%73,1) DSÖ'nün referans değerinin altında, 64'ü (%26,9) ise sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre bu kategorideki konutların yaklaşık %73'inin radon gazı düzeyi açısından güvenli, ancak %30'unun radon konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olduğunu ve toplum açısından risk oluşturabileceğini söyleyebiliriz.

Konut tipi ve kategorileri ile radon konsantrasyonları arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. ($p < 0,001$) Özellikle zemin kat ile üst katlar karşılaştırıldığında zemin kattaki radon düzeyinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum diğer çalışmalarla uyumludur (Cohen ve ark. 2012; Bochicchio ve ark. 1996).

Binaların yaşları ile konutlardaki radon düzeyleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını araştırmak için konutlar 4 kategoriye ayrılarak incelenmiştir. Bunlar 1- 15 yıldan az, 2- 15-30 arası, 3-30-45 yıl arası ve 4- 45 yıldan daha yaşlı konutlar olarak yeralmıştır. 15 yıldan daha yeni toplam 551 konuttan 406 (%73,7) tanesi DSÖ referans değerinden düşük, 145(%26,3) tanesi ise yüksek çıkmıştır. 15-30 yıllık toplam 819 konuttan 603'ü (%73,6) DSÖ referans değerinden düşük, 216 (%26,3) tanesi ise yüksek çıkmıştır. 30-45 yıllık toplam 494 konuttan 345'i (%69,8) DSÖ referans değerinden düşük, 149 (%30,2) tanesi ise yüksek çıkmıştır. 45 yıldan daha yaşlı toplam 133 konuttan 75'i (%56,4) DSÖ referans değerinden düşük, 58 (%43,6) tanesi ise yüksek çıkmıştır. Konut yaşı ile radon konsantrasyonu arasında güçlü ilişki tespit edilmiştir. ($p < 0,001$) Bina yaşı arttıkça radon konsantrasyon düzeyinde de artış gözlenmektedir. J. Kemski ve arkadaşlarının Almanya'da 10000 konutta yaptıkları radon çalışması bizim bulgularımızı desteklemektedir (Kemski ve ark. 2009). Bu durum iki nedenden kaynaklanabilir, ya konutların yapı malzemelerindeki radyum konsantrasyonundan veya zemin toprağında bulunan radon gazının eski binaların zemininde bulunan çatlaklardan daha kolay bir şekilde konut içlerine girmiş olabileceğini göstermektedir.

Havalandırma sistemleri ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişkinin incelenmesi için belirlenen üç kategori, 1- Doğal havalandırma, 2- Klima ile havalandırma ve 3- Vantilatör ile havalandırmadan oluşmuştur. Bunlardan herhangi bir özel havalandırma sistemi kullanmayan ve pencerelerin açılması gibi doğal yollardan

havalandırma yapılan toplam 1927 konuttan 1375'i (%71,4) referans değerin altında kalmış, ancak 552 (%28,6) tanesi referans değeri aşmıştır. Klima ile havalandırılan toplam 55 konuttan 44'ü (%80) referans değerin altında, 11 (%20) tanesi ise referans değeri geçmiştir. Çalışmada farklı bir havalandırma şekli belirlenmemiştir. Havalandırma sistemi ile radon konsantrasyonu arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$)

Konutlardaki günlük havalandırma süresi ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki 4 kategoride incelenmiştir. Bunlar, 1 saatten az, 1-3 saat arası, 3-5 saat arası ve 5 saatten fazla olarak seçilmiştir. Bir saatten daha az günlük havalandırma yapılan toplam 648 konuttan 443'ü (%68,4) referans değerin altında, 205 (%31,6) tanesi referans değerin üzerinde, 1-3 saat arası havalandırma yapılan toplam 1111 konuttan 811'i (%73) referans değerin altında ve 300 (%27) tanesi referans değerin üzerinde, 3-5 saat havalandırılan toplam 207 konuttan 153'ü sınır değerin altında 54 (%26,1) tanesi referans değerden yüksek, 5 saatten fazla havalandırılan toplam 31 konuttan 22 tanesi referans değerin altında, 9 (%29) tanesi ise referans değeri aşmıştır. Havalandırma süreleri ile radon konsantrasyonu arasında ilişki saptanamamıştır. Aslında diğer birçok çalışmada konutların havalandırma süresi ile radon konsantrasyonu arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir (Cohen ve ark. 2012). Bu durum anket sorularına hafıza faktörüne bağlı olarak hatalı cevaplar verildiği şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir olasılık ise havalandırma sürelerinin önceden belirtilerek sorulmasının yanlış yönlendirmeye yol açması olabilir.

Konutların yapı malzemeleri ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için evin taban, tavan ve duvarları ile ilgili yapı malzemeleri, 1- Ahşap, 2- Taş, 3- Toprak, 4-Beton, 5-Tuğla ve 6- Diğer olmak üzere altı kategoriye ayrılmıştır. Konutların 232 tanesi ahşap, 48'i taş, 12'i toprak, 1665'i beton, 10'u tuğla taban yapı malzemesi kullanmışlardır. Toprak taban malzemesi dışındakiler oransal olarak birbirlerine çok yakın çıkmış, ancak toprak taban malzemesi kullanılan evlerin %50 'si referans değerleri aşmıştır. Tavan yapı malzemesi olarak 493'ü ahşap, 293'ü taş, 9'u toprak, 1135'i beton, 8'i tuğla ve 43 'ü de diğer malzemeleri kullandıklarını beyan etmişlerdir. Konutların tavan malzemeleri ile radon konsantrasyonu arasında ilişki saptanamamıştır. ($p> 0,05$) Duvar yapı malzemeleri ile ilgili soruya ankete katılanların 6'sı ahşap, 37'si taş, 24'ü toprak, 821'i beton, 1093'ü tuğla ve 10'u da diğer

olarak cevap vermişlerdir. Duvar yapı malzemeleri ile radon konsantrasyonu arasında ileri düzeyde ilişki tespit edilmiştir. ($p<0,001$) Çalışmamız literatürde bu alanda yapılan çalışmalarla uyumlu çıkmıştır.

Konutların büyüklüğü ile radon seviyesi arasındaki ilişkinin araştırılması için konutlar, 50 m²'den küçük, 50-100 m² arası, 100-150 m² arası ve 150 m²'den büyük olmak üzere 4 kategoriye ayrılarak incelenmiştir. Konut büyüklüğü ile radon konsantrasyonu arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Ayrıca oturma salonları aynı şekilde, 10 m²'den küçük, 10-30 m² arası, 30-50 m² arası ve 50 m²'den büyük olmak üzere 4 kategoriye ayrılarak incelenmiş ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir. ($p<0,005$) Konutta sigara içme durumu ile radon düzeyi arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır. ($p>0,05$) Bu sonuçtan sigaradan kaynaklı radon düzeyinin ev içi radon konsantrasyonuna katkısının çok düşük düzeyde olduğunu söyleyebiliriz.

Konutlarda kullanılan ısıtma sistemlerinin radon gazı ile ilişkisinin araştırılması için ısıtma sistemleri, kalorifer, kömür-odun sobası, doğalgaz ve diğer (klima, elektrikli ısıtıcı) olarak dört kategoriye ayrılmıştır. Isıtma sistemleri ile radon gazı arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. ($p>0,05$) Normalde doğal gaz ve odun-kömür vb karbon kaynaklı yakıtlar bir miktar radon içerirler. Ancak çalışmada iç ortam radon düzeyini etkileyecek düzeyde olmadıkları değerlendirilebilir.

Isı yalıtımı ve pencere tipleri ile radon gazı arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılması için konutlar 4 kategoriye ayrılmıştır. Bunlar, 1- Tek camlı, ısı yalıtımı iyi, 2- Tek camlı, ısı yalıtımı zayıf, 3- Çift camlı, ısı yalıtımı iyi ve 4- çift camlı, ısı yalıtımı zayıf olarak seçilmiş ancak herhangi bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$). Ev içi ortamına göre dış ortamdaki radon konsantrasyonu daha düşük düzeyde olacağından normalde ısı yalıtımı iyi ve çift camlı konutlardaki konsantrasyonların daha yüksek, ısı yalıtımı zayıf tek camlı evlerde ise daha düşük olması beklenirdi, ancak böyle bir sonuç elde edilememiştir. Bunun nedeni konutlarda yaşayanların konutları havalandırma sıklıkları ve havalandırma süresi ile ilgili davranışları olabilir.

Genel olarak İzmir ili ortalama radon konsantrasyon sonuçları Dünya'nın değişik ülkelerinde ve ülkemizde yapılan benzer çalışmalarla uyumlu çıkmıştır. İlçeler kendi aralarında karşılaştırıldığında özellikle zemin toprağının veya katmanının jeolojik yapısına bağlı olarak radon konsantrasyonlarında büyük farklılıklar gözlenmiştir. Ancak

Zeminin jeolojik yapısı aynı olan ilçelerde birbirine çok yakın ve benzer özelliklere sahip konutlardaki radon konsantrasyonları arasında dahi çok büyük farklılıklar görülmesi konutların havalandırılması ile ilgili farklılıkları ortaya çıkarmaktadır.

İzmir evlerinde radon konsantrasyon düzeyleri belirlenmiş ve radon konsantrasyonlarının coğrafi dağılımı özel bir yazılım kullanarak haritalandırılmıştır. Böylece bölgenin jeolojik, jeokimyasal ve jeomorfolojik yapısı ile radon konsantrasyonu arasındaki ilişki daha anlaşılır hale getirilmiştir. Haritalama yöntemi verilerin daha kolay ve etkin kullanımı için en önemli yöntemlerden biridir.

Çalışmada açığa çıkmıştır ki İzmir ili konutlarının önemli bir kısmında radon konsantrasyon düzeyleri sınır değerlerin üzerindedir. Bu durum Dünyada sigaradan sonra ikinci en büyük akciğer kanseri nedeni olan radon gazının İzmir konutlarında hala önemli bir sorun olduğunu göstermektedir. Radon kaynaklı kanser risklerine ilişkin hesaplamalarımız da bu durumu açıkça desteklemektedir. İl genelini kapsayacak geniş planlamalar yapılarak konutlardaki radon düzeylerinin düşürülmesine yönelik proje ve programlar yapılmalıdır. Maliyet etkin bir programla çok düşük maliyetle toplum bilinçlendirilerek bu sorun çözülebilir. Aksi takdirde radon kaynaklı kanser vakalarının görülmesi hem maddi hemde manevi bakımdan ülkemiz için daha büyük kayıplara yol açmaya devam edecektir.

5.2 İzmir İli İçme Sularındaki Toplam Alfa-Beta Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

İçme sularındaki radyoaktivite insan sağlığı açısından hayati derecede önemlidir. Çünkü yetişkin bir insanın ortalama günlük 2 litre su tükettiği varsayılırsa yılda bu ortalama 730 litre gibi önemli bir miktar eder. DSÖ ve birçok uluslararası kuruluş içme sularının insan sağlığı için herhangi bir risk oluşturmadan güvenli tüketilebilmesi için birçok standart geliştirmişlerdir. Bu standartlar içerisinde en önemli parametrelerden birisi de sulardaki radyoaktivite düzeyleri ile ilgilidir.

İzmir ili içme sularının radyoaktiflik düzeyi DSÖ'nün belirlemiş olduğu toplam alfa aktivite, toplam beta aktivite ve TGD sınır değerlerine göre değerlendirilmiştir.

İzmir ili içme sularındaki radyoaktiflik düzeyini tayin etmek için toplam nüfusun yaklaşık %95'inin kullandığı tahmin edilen 868 farklı noktadan içme suyu numunesi alınarak radyoaktivite analizleri yapılmıştır. İl genelinde en düşük 0,008 Bq/L ile Ödemiş Günlüce Mahallesi'nde (2013 öncesi Günlüce köyü), en yüksek alfa aktivitesi

ise 1,804 Bq/L(sınır değer 0,5 Bq/L) ile Bergama Ayavatlar Mahallesi'nde (2013 öncesi Ayavatlar köyü) tespit edilmiştir. DSÖ tarafından toplam alfa aktivitesi için sınır değer kabul edilen 0,5 Bq/L'lik değeri 3,5 kat aşmıştır. İl geneli için ortalama alfa aktivitesi 0,075 Bq/L olup DSÖ'nün sınır değerlerinin altında çıkmıştır. Yani radyoaktivite açısından içilmesinde herhangi bir sakınca yoktur, güvenli olarak tüketilebilir. Ancak 868 içme suyu örneğinden 4 tanesi 0,5 Bq/L'lik DSÖ sınır değerinden yüksek çıkmıştır. Bunlar Dikili, Gökçeada Mahallesi 0,504 Bq/L, Foça Merkez 0,644 Bq/L, Bergama Kadriye Mahallesi 0,681 Bq/L ve Ayavatlar Mahallesi 1,804 Bq/L olarak belirlenmiştir. Bu içme suları için mutlaka ileri analizler yapılarak TGD hesaplanmalı ve yıllık alınan dozun 0,1 mSv' i geçip geçmediği kontrol edilmelidir. Şayet yıllık alınan doz 0,1 mSv' i geçerse önlemler alınarak suyun aktivitesinin düşürülmesi gerekir. Eğer sınır değerlerin altına indirilemezse tüketimi yasaklanmalıdır.

İçme sularındaki alfa aktivitesinin nedeni sulara çözünmüş halde bulunan U-238, U-235, U-234, Ra-226 ve Rn-222 gibi izotoplardan kaynaklanmaktadır. Uranyum izotoplarının tamamı ağır çekirdekli olup radyoaktif özelliği yanında aynı zamanda kimyasal toksisiteleri de oldukça yüksektir. Sindirim sonrasında uranyum öncelikle kemik, karaciğer, böbrekler ve yumuşak dokulara dağılır. Normal yetişkin bir insanda uranyumun vücut yükü yaklaşık 90 µg olup, kemikte %66, karaciğerde %16, böbreklerde %8 ve diğer yumuşak dokuda %10 olarak bulunur (ATSDR 1999).

Uranyumun bozunması ile açığa çıkan alfa parçacıkları insan vücudu tarafından kolaylıkla absorblanır ve genetik mutasyonlar, kromozomal bozukluklar veya anormal mitotik aktivite ve hücrel çoğalmaya neden olan apoptoz süreçlerinde değişikliğe neden olabilir ve bunların hepsi karsinogenezi kolaylaştırabilir (Brugge ve ark. 2005).

Uranyumdan gelen iyonize radyasyonun doğal olarak kanserojen olduğu düşünülmektedir. Kanserogen olmayan en önemli toksik etkisi böbrekler üzerinedir. Son zamanlarda sıçanlar, tavşanlar ve insanlar üzerine yapılan çalışmalar, düşük doz kronik uranyum maruziyetinin böbrekler üzerine yaptığı olumsuz etkilerini açıkça göstermektedir. Günlük ortalama 0,06 mg U/kg verilen sıçanlarda, böbrek tübüllerinin ve glomerüllerin histopatolojik lezyonlarını da kapsayacak birçok yan etkiler oluşmuştur. Aynı maruziyet düzeyinde karaciğerde histopatolojik etkiler, nükleer anizokaryosis ve vesikülasyon görülmüştür. 33 yıldan daha uzun süre içme suları ile

alınan düşük düzeyde uranyum maruziyetinin böbrek fonksiyonlarının biyokimyasal göstergelerini etkilediği gösterilmiştir. Bunlar, idrarda glikoz, β 2-mikroglobülin ve γ -glutamil transferaz düzeylerinde artış gibi böbrek hasarına işaret eden etkilere sahiptir. Doğal uranyum için 0,5 ppb (0,016 Bq/L) düzeyinin altı hem kanserojenite hem de böbrek toksisitesi açısından koruyucu olduğu düşünülmektedir (Denton ve ark. 2001).

Almanya'nın Bavyera (Bavaria) eyaletinde yapılan bir çalışmada, orta düzeyde ve yüksek düzeyde uranyum içeren içme suyu tüketimi ile erkeklerde lösemi insidansında anlamlı artışlar olduğu gösterilmiştir. (U seviyesi 1,00-4,99 μ g/L, relatif risk (RR), 1,14 ve U seviyesi >5 μ g/L, relatif risk (RR), 1,28). Kadınlarda ise yüksek düzeyde ve orta düzeyde uranyum maruziyeti ile böbrek kanserlerinde anlamlı artış tespit edilmiştir. (U seviyesi >5 μ g/L, relatif risk (RR), 1,16 ve U seviyesi 1,00-4,99 μ g/L, relatif risk (RR), 1,12) (Radespiel-Tröger ve Meyer 2013).

Amerika'nın "South Carolina" eyaletinde yapılan bir çalışmada, sulardaki uranyum düzeyi ile kanser insidansları arasındaki ilişki araştırılmış, toplam 134685 kanser vakasının %50 sinin uranyum düzeyi üst çeyrekte yeralan alanlarda yaşadıkları ve diğer bölgelere kıyasla kolorektal, akciğer, böbrek, prostat ve toplam kanser risklerinde anlamlı artış saptanmıştır ($p<0,001$) (Wagner ve ark. 2011).

Sulardaki diğer önemli izotoplar, Ra-226, Ra-224 ve Ra-223 gibi alfa yayınlayıcılar yanında Th-232 izotopunun bozunumundan oluşan ve beta yayınlayıcısı olan Ra-228 izotopudur. Genelde, sığ yeraltı suları, derin akiferlerden daha az radyuma sahiptir ve işlenmiş su, ham yeraltı sularına göre daha az radyum içerir. Oral yoldan maruz kalınan radyumun büyük bir bölümü (yaklaşık %80) gastro intestinal sistemden geçerek feçesle atılır (ATSDR 1990).

Özellikle Ra-226 ve Ra-228 konsantrasyonları çok önemlidir. Çünkü 0,5 Bq/L Ra-226 ve 0,2 Bq/L Ra-228 içeren suyun tüketilmesi durumunda yıllık alınan doz 0,1 mSv'i geçmektedir. Bunlar vücutta kritik organlara yerleşirler ve sürekli ışınlayarak dokunun yapısını bozar ve kanser gelişmesine neden olurlar (Denton ve ark. 2006).

Uzun dönem radyum maruziyeti anemi, katarakt diş kırıkları, kanser (özellikle kemik kanseri), ve ölümlere yol açabilir (ATSDR 1990). İçme sularındaki radyum konsantrasyonunun artışı ile lösemi türlerinin totalinde kısmi bir artış olduğu gösterilmiştir (Fuortes ve ark.1990).

Diğer bir çalışmada, doğuştan itibaren 7,0 mBq/L ve daha yüksek radyumlu su tüketen çocuklarda kemik kanserinden ölüm riskinin arttığı gösterilmiştir. Ayrıca önemli çocukluk kemik kanserleri türlerinden olan osteosarkoma, Edwing sarkoma ve kondrosarkoma riskinde de artış gözlenmiştir (Finkelstein 1994). İçme sularındaki toplam alfa aktivitesi sulardaki alfa yayınlayıcı izotopların düzeyleri hakkında genel bir fikir vermektedir. Burada temel kıyas noktası DSÖ'nün sınır değerleridir. Ancak bu sınır değerler toplam aktivite ile ilgili olup izotopik dağılım hakkında bilgi vermemektedir. Alfa aktivitesinin kısmen daha yüksek çıktığı yerleşim birimlerinde daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak alfa yayınlayıcı izotopların konsantrasyonları belirlenmelidir. Diğer taraftan ulusal kanser kayıtlarından yararlanılarak içme sularındaki toplam alfa aktivitesi ile kanser türleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığı araştırılmalıdır.

Çalışmada içme sularındaki toplam beta aktiviteleri il genelinde en düşük 0,010 Bq/L ile Bergama Topallar Mahallesi'nde (2013 öncesi Topallar köyü), en yüksek ise 1,464 Bq/L(sınır değer 1 Bq/L) ile Bergama Ayavatlar Mahallesi'nde (2013 öncesi Ayavatlar köyü) tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama beta aktivitesi 0,219 Bq/L düzeyindedir. Foça, Aliğa, Menemen ve Kınık ilçeleri'ne ait ortalama beta aktiviteleri diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. 868 içme suyu örneğinden 2 tanesi 1,0 Bq/L'lik DSÖ sınır değerinden yüksek çıkmıştır. Bunlar Bergama ilçesi Ayavatlar Mahallesi'nde (1,464 Bq/L) ve Torbalı ilçesi Aslanlar Mahallesi'nde (1,254 Bq/L) belirlenmiştir. Bu iki örnek dışındaki 866 içme suyu örneğinden alınan yıllık ortalama beta iç ışınlama dozu DSÖ'nün sınır değeri olan 0,1 milisivertten daha düşüktür.

İçme sularındaki beta aktivitesinin en önemli nedeni suda çözünmüş olarak bulunan Ra-228, K-40 ve Pb-210 vb. doğal beta yayınlayıcı izotoplardır. Yapay izotopların toplam aktiviteye katkısı ihmal edilebilecek düzeyde düşüktür. Doğal beta yayınlayıcı izotoplar içerisinde özellikle Ra-228 ve Pb-210'un içme sularındaki düzeyleri çok önemlidir. Radyumun kimyasal özellikleri diğer toprak alkali elementlere, özellikle baryum ve kalsiyuma benzer. Radyum, çözeltide sadece +2 oksidasyon durumunda bulunur ve suda kolayca kompleks oluşturmaz. Radyumun klorür, nitrat ve bromür formları suda kolay çözünür, ancak karbonat ve sülfat tuzları suda çok çözünmez Ra-228 ile Ra-226 kimyasal olarak benzer olmasına rağmen, çeşitli nedenlerden dolayı yeraltı suyundaki dağılımları çok farklıdır. Ra-228'in yarı ömrü kısa

olduğu için ancak Th-232'nin bulunduğu yerlerdeki sularda bulunur, Th-232 mevcut olmadan taşınma potansiyeli sınırlıdır.

Radyum bir elementtir ve metabolize edilemez (ASTDR, 1990). Radyumun kimyasal davranışı, kalsiyumun kimyasal davranışına (Periyodik Tablodaki 2. Grup) benzerdir ve bu nedenle radyum bileşikleri, kalsiyuma benzer şekilde biyolojik sistemlerde depolanır. Ra-228'in doza çevirim katsayısı Ra-226'ya göre daha yüksektir, ancak yapılan çalışmalara göre içme sularındaki düzeyleri daha düşüktür. İçme sularındaki diğer önemli beta yayınlı izotop K-40'tır. Ancak internal doz hesaplamalarında K-40 konsantrasyonu hesaba katılmaz, çünkü potasyumun insan vücudundaki miktarı metabolik süreçlerin kontrolü altındadır.

Türkiye'de yapılan 15 farklı ilde ve yurtdışında rasgele seçilen 15 farklı bölgede, suda toplam alfa-beta konsantrasyonunun belirlenmesi için gerçekleştirilmiş çalışmaların ve tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen değerlerin sonuçları DSÖ tarafından belirlenmiş eylem seviyesi değeri ile birlikte Tablo 5.2'de bir araya getirilerek gösterilmektedir.

Buna göre suda Toplam Alfa Aktivite değerleri incelendiğinde Türkiye'de 20 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 62 mBq/L, rasgele seçilerek incelenen Tablo 5.2'deki yurtdışı il/eyalet çalışmalarında belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının ise 39 mBq/L olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (75 mBq/L) Türkiye'de ve yurt dışında yapılan çalışmaların ortalama değerlerinden daha yüksek olduğu, DSÖ tarafından 500 mBq/L olarak belirlenen eylem seviyesi değerinden ise daha düşük olduğu görülmektedir (DSÖ 2011).

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama toplam alfa aktivite değerinin Tablo 5.2'de bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 15 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek üçüncü değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen ortalama toplam alfa aktivite değerinin Dünya'nın 15 farklı il/eyalet bölgelerinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek üçüncü değer olduğu görülmektedir.

Tablo 5-2: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş İçme sularında Toplam Alfa ve Beta çalışmaları.

Şehir	Ülke	Yazar	Yayın Tarihi	Örnek sayısı	Aktivite (mBq/L)	
					Gross- α	Gross- β
Adana	Türkiye	Degerlier ve ark.	2010	30	10	86
Artvin	Türkiye	Kobyas ve ark.	2015	117	46	91
Batman	Türkiye	Damla ve ark.	2010	7	34	67
Bayburt	Türkiye	Kucukomeroglu ve ark.	2009	4	63	39
Bursa	Türkiye	Taskin ve ark. ve ark.	2012	43	66	67
Cankırı	Türkiye	Kapdan ve ark.	2012	23	250	260
Çanakkale	Türkiye	Kam ve ark.	2010	8	60	84
Gaziantep	Türkiye	Osmanlioglu ve ark.	2006	72	49	128
Hatay	Türkiye	Turgay ve ark.	2014	39	37	116
İstanbul	Türkiye	Karahan ve ark.	2000	15	23	66
Kastamonu	Türkiye	Kam ve ark.	2007	10	9	271
Nevşehir	Türkiye	Turhan ve ark.	2013	21	192	579
Rize	Türkiye	Akbulut ve ark.	2014	61	8	13
Sanliurfa	Türkiye	Bozkurt ve ark.	2007	53	38	132
Tekirdag	Türkiye	Kam ve ark.	2009	32	44	100
Ortalama					62	140
Amman	Ürdün	Sajedah ve ark.	2012	8	96	251
Milano	İtalya	Rusconi ve ark.	2004	31	122	<60
Albania	Arnavutluk	Cfarku ve ark.	2014	12	36	269
Dhaka	Srilanka	Jannatul ve ark.	2012	-	4	60
Guangdong	Çin	Zhang ve ark.	1995	1224	19	74
Serbia	Sırbistan	Janković ve ark.	2012	11	<21	80
Taiwan	Tayvan	Chi-Feng ve ark.	2012	23	<19	127
KwaZulu-Natal	G. Afrika	Manickum ve ark.	2014	43	97	126
Hainan	Çin	Miao ve ark.	2013	29	12	50
Guangxi	Çin	Miao ve ark.	2013	24	10	45
Lombardia	İtalya	Forte ve ark.	2007	35	45	53
Guilan	İran	Abbasi ve ark.	2017	28	52	110
Johor Bahru	Malezya	Saleh ve ark.	2015	7	12	18
Malaga	İspanya	Dueñas ve ark.	2007	16	29	160
Galati	Romanya	Pintilie ve ark.	2016	136	22	76
Ortalama					39	107
Eylem Seviyesi		WHO	2011	-	500	1000
İzmir	Türkiye	Mevcut Çalışma	2018	868	75	219

Ayrıca, suda toplam beta aktivite değerleri incelendiğinde Tablo 5.2’de Türkiye’de 15 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 140 mBq/L, rasgele seçilerek incelenen yurtdışı il/eyalet çalışmalarında

belirlenen konsantrasyon değerlerin ortalamasının ise 102 mBq/L olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (219 mBq/L) Türkiye'de ve yurt dışında yapılan çalışmaların ortalama değerlerinden daha yüksek olduğu, DSÖ tarafından 1000 mBq/L olarak belirlenen eylem seviyesi değerinden ise daha düşük olduğu görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama toplam beta aktivite değerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 15 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 3. değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen ortalama toplam beta aktivite değerinin Dünya'nın 15 farklı il/eyalet bölgesinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek 2. değer olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre İzmir ili ortalama alfa aktivitesi Dünyada ve ülkemizdeki birçok ilden daha yüksek düzeyde olduğu değerlendirilebilir. Jeolojik yapının bunda etkili olduğunu söyleyebiliriz. Özellikle granitik formasyonlarda ve volkanik yapılarda yer alan yeraltı sularının daha yüksek alfa aktivitesi içerdiği görülmüştür. Toplam beta aktivitesinde özellikle toprağın yapısında nispeten daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan potasyum-40 izotopunun etkili olduğu değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile İzmir ili içme sularına ait toplam alfa ve beta aktivite konsantrasyonları detaylı olarak incelenmiştir. İl bazında ve ilçeler bazında değerlendirildiğinde ortalama toplam alfa ve toplam beta aktiviteleri ile içme sularından alınan yıllık dozlar DSÖ'nün sınır değerinin altında kalmış ve tüketimi güvenli bulunmuştur. Ancak Dikili, Gökçeada Mahallesi 0,504 Bq/L, Foça Merkez 0,644 Bq/L, Bergama Kadriye Mahallesi 0,681 Bq/L ve Ayavatlara Mahallesi 1,804 Bq/L'lik toplam alfa aktivite değerleri ile sınır değeri aşmışlardır. Ayrıca Bergama ilçesi Ayavatlara Mahallesinde (1,464 Bq/L) ve Torbalı ilçesi Aslanlar Mahallesinde (1,254 Bq/L) toplam beta aktivitesi DSÖ'nün sınır değerini aşmıştır. Bunların mutlaka ileri analizleri yapılarak TGD hesaplanmalı ve yıllık alınan dozun 0,1 mSv' i geçip geçmediği kontrol edilmelidir.

İzmir ili içme sularındaki toplam alfa ve beta aktivite düzeylerinin ildeki coğrafi dağılımı özel bir yazılım kullanılarak haritalandırılmıştır. Böylece ilde ait toplam alfa ve beta verilerinin bölge üzerinde daha kolay anlaşılması sağlanmıştır.

Bu detaylı çalışma, İzmir ilinde bundan sonra yapılacak diğer sağlık riski çalışmaları için önemli bir temel oluşturacaktır.

5.3 İzmir İlinde Ölçülen Dış ve İç Ortam Gama Doz Hızlarının Değerlendirilmesi

İzmir il genelinde 287 farklı noktada dış gama 248 konutta da iç ortam gama doz hızı ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçları ayrı ayrı değerlendirildiğinde ölçüm noktaları arasında çok büyük farklılıklar olduğu görülmüştür. En düşük gama doz hızı 25 ± 10 nGy/saat ile üç farklı yerde, Merkez doğancılar mahallesi, Urla ve Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 398 ± 39 nGy/saat ile Menderes Sancaklı Mahallesi'nde ölçülmüştür. İlçeler arasında en düşük ortalama dış gama doz hızı 53 ± 21 nGy/saat ile Selçuk ilçesi'nde, en yüksek ise 142 ± 63 nGy/saat ile foça ilçesi'nde ölçülmüştür. İl geneli ortalama dış gama doz hızı 88 ± 41 nGy/saat olarak belirlenmiştir. Yüksek gama doz hızı ölçülen yerlerin özellikle jeolojik yapı bakımından volkanik özellikler göstermesi dikkat çekicidir.

Dış ortam gama doz hızları efektif dozlara çevrilerek İzmirde yaşayanların maruz kaldıkları yıllık ve yaşam boyu efektif dozlar hesaplanarak buna bağlı kanser riskleri hesaplanmıştır.

En düşük ortalama yıllık efektif dış gama dozu 0,065 milisivert ile Selçuk ve en yüksek ise 0,174 milisivert ile foça ilçesi'nde hesaplanmıştır. Aliağa, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun ve Urla diğer ilçelere göre nispeten daha yüksek çıkmıştır. Bunda volkanik yapının gama yayınlı izotoplar açısından nispeten diğer formasyonlara göre daha zengin olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük yıllık gama dozu 0,031 milisivert olarak üç farklı yerde, Merkez doğancılar mahallesi, Urla ve Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 0,488 milisivert ile Menderes Sancaklı Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,108 milisivert olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de yapılan 15 farklı ilde ortalama dış ortam havada absorblanmış gama doz hızı değerlerinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiş çalışmaların ve tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen değerler UNSCEAR tarafından belirlenmiş

Dünya ortalaması değerleri ile birlikte Tablo 5.3'de bir araya getirilerek gösterilmektedir.

Tablo 5-3: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş dış ortam havada gama doz hızı çalışmaları.

Şehir	Yazar	Yayın Tarihi	Ölçüm sayısı	Dış Gama (nGy/h)
Adana (merkez)	Degerlier ve ark.	2008	38	67
Ardahan	Kucukomeroglu ve ark.	2011	-	50
Artvin	Kucukomeroglu ve ark.	2011	-	38
Balikesir	Kapdan et al	2011	92	127
Batman	Damla ve ark.	2010	-	-
Bayburt	Kucukomeroglu ve ark.	2009	-	-
Bursa	Karahan ve ark.	2010	200	90
Cankırı	Kapdan et al	2012	46	70
Çanakkale	Kam ve ark.	2010	379	66
Gaziantep	Osmanlioglu ve ark.	2006	94	50
Giresun	Celik ve ark.	2008	-	-
Istanbul	Karahan ve ark.	2000	105	60
Kastamonu	Kam ve ark.	2007	-	-
Kayseri	Otansev ve ark.	2012	81	59
Kirklareli	Taskin ve ark.	2009	230	118
Manisa (merkez)	Ereeş ve ark.	2006	64	78
Samsun	Kucukomeroglu ve ark.	2012	-	-
Sanliurfa	Bozkurt ve ark.	2007	112	89
Trabzon	Kurnaz ve ark.	2011	222	59
Yalova	Kapdan ve ark.	2011	48	49
Ortalama				71
Dünya Geneli	UNSCEAR	2000	-	54
İzmir	Mevcut Çalışma	2018	861	88

Buna göre dış ortam havada absorblanmış gama doz hızı değerlerinin sonuçları incelendiğinde Türkiye’de 15 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 71 nGy/h, olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (88 nGy/h), Türkiye’de yapılan çalışmaların ortalama değerinden ve

UNSCEAR tarafından 54 nGy/h olarak belirlenen Dünya ortalaması değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama havada absorblanmış gama doz hızı değerlerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 15 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 5. değer olduğu görülmektedir.

Çalışmada ev içi gama doz hızlarının dağılımları incelendiğinde ilçeler arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. En düşük ortalama ev içi gama doz hızı 53 ± 12 nGy/saat ile Torbalı, en yüksek 99 ± 17 nGy/saat ile foça ilçesinde ölçülmüştür. Ev içi gama doz hızının kaynağını konutun yapı malzemeleri oluşturduğundan özellikle diğer ilçelere göre daha yüksek doz hızı ölçülen Aliğa, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun, Menemen ve Urla ilçeleri'ndeki yapı malzemesi ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük gama doz hızı 22 ± 9 nGy/saat olarak Çeşme Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 132 ± 23 nGy/saat ile Aliğa Güzelhisar Mahallesi'nde ölçülmüştür. İl geneli için bu değer ortalama 74 ± 24 nGy/saat olarak belirlenmiştir. Bu değer dış ortam gama doz hızı değerlerine göre daha düşük olmakla birlikte meşguliyet faktörü daha yüksek olduğundan insanlar iç ortamlardan daha fazla doz almaktadırlar.

İç ortam gama doz hızları efektif dozlara çevrilerek yıllık maruziyet dozları, yaşam boyu dozları ve yaşam boyu kanser olma riskleri hesaplanmıştır. Buna göre en düşük ortalama yıllık efektif iç gama dozu 0,260 milisivert ile Torbalı, en yüksek ise 0,486 milisivert ile foça ilçesi'nde hesaplanmıştır. Ölçümler ayrı ayrı değerlendirildiğinde en düşük yıllık efektif gama dozu 0,108 milisivert ile Çeşme ilçesi Ovacık mahallesi'nde, en yüksek ise 0,648 milisivert ile Aliğa ilçesi Güzelhisar Mahallesi'nde hesaplanmıştır. İl geneli için bu değer ortalama 0,363 milisivert olarak belirlenmiştir.

Dış ve iç ortam efektif doz değerlerine göre hesaplanan yaşam boyu kanser riskleri sırasıyla Selçuk'ta dış %0,065 ve iç %0,111, Kemalpaşa'da dış %0,070 ve iç %0,109, Torbalı'da dış %0,072 ve iç %0,107, Bayındır'da dış %0,083 ve iç %0,116, Ödemiş'te dış %0,086 ve iç %0,136, Tire'de dış %0,091 ve iç %0,127, Merkez metropol'de dış %0,098 ve iç %0,140, Kiraz'da dış %0,102 ve iç %0,152, Beydağ'da dış %0,103 ve iç %0,158, Seferihisar'da dış %0,109 ve iç %0,146, Bornova'da dış %0,113 ve iç %0,138, Çeşme'de dış %0,115 ve iç %0,156, Menemen'de dış %0,120 ve

iç %0,180, Menderes'te dış %0,121 ve iç %0,118, Kınık'ta dış %0,123 ve iç %0,178, Bergama'da dış %0,126 ve iç %0,180, Aliğa'da dış %0,129 ve iç %0,186, Dikili'de dış %0,134 ve iç %0,184, Urla'da dış %0,137 ve iç %0,186, Karaburun'da dış %0,142 ve iç %0,186 ve Foça'da dış %0,174 ve iç %0,200 olarak hesaplanmıştır.

İngiltere'de ulusal düzeyde yapılan bir çalışmada kanser tanısı almış 1782 çocuk ile fon radyasyonu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Toplam gama dozuna katkı sağlayacak her bir milisivertlik artış için herhangi bir çocukluk kanseri riski 1,03 (%95 CI: 1,01, 1,05), lösemi için 1,04 (95%CI: 1,00, 1,08), lenfoma için 1,01 (95%CI: 0,96, 1,05) ve merkezi sinir sistemi tümörleri için 1,04 (95%CI: 1,00, 1,08) olarak tespit edilmiştir (Spycher ve ark. 2015). Amerikada yapılan diğer bir çalışmada ise, fon radyasyon düzeyi ile çocukluk kanserleri arasında ilişki bulunmuştur. (OR: 2,4 %95 CL 1,2-4,6) (Hatch ve Susser 1990).

İzmir ilinde yapılan dış ortam ve iç ortam gama doz hızı çalışmaları ile ildeki gama doz hızı düzeylerinin coğrafi dağılımı, bu bölgelerde yaşayanların aldıkları yıllık ve yaşam boyu dozları ve buna bağlı kanser riskleri detaylı olarak tespit edilmiştir. Dış ortam gama doz hızı dağılımları özel bir yazılım kullanılarak haritalandırılmış ve böylece ölçüm sonuçlarının daha kolay ve etkili anlaşılması sağlanmıştır.

5.4 İzmir İli Toprak Örneklerindeki Radyoaktivite Düzeylerinin Değerlendirilmesi

İzmir il genelini temsilen alınan 187 adet toprak örneğinde gama yayınlıyıcı doğal izotoplar ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th ve yapay izotop olarak ta ^{137}Cs 'nin analizleri yapılarak topraktaki aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir.

İzotopların dağılımları il genelinde jeolojik formasyonlara göre farklılık göstermiştir. Genel olarak toprakta bolluğu ve aktivitesi en yüksek olan ^{40}K izotopu ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek konsantrasyon Karaburun ilçesinde (ortalama: 624 ± 354 Bq/kg) , en düşük ise Torbalı ilçesinde (ortalama: 316 ± 145 Bq/kg) ölçülmüştür. İl genelinde en düşük konsantrasyon 5 ± 4 Bq/kg ile Karaburun ilçesinde, en yüksek ise 1788 ± 83 Bq/kg ile Karabağlar ilçesi Limontepe Mahallesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama ^{40}K konsantrasyonu 463 ± 274 Bq/kg olarak ölçülmüştür. UNSCEAR 2008'de Dünya genelinde ortalama ^{40}K konsantrasyonu 400 ± 24 Bq/kg olarak rapor edilmiştir. Bu değer İzmir iline göre oldukça düşüktür.

^{226}Ra izotopu ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi 106 ± 75 Bq/kg ile Foça ilçesi'nde, en düşük ise 22 ± 13 Bq/kg ile Kemalpaşa ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl genelinde en düşük konsantrasyon 1 Bq/kg ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek değer ise 228 ± 55 Bq/kg ile Foça ilçesi Yenibağarası Mahallesi'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama ^{226}Ra konsantrasyonu 43 ± 32 Bq/kg olarak ölçülmüştür. UNSCEAR 2008'de Dünya genelinde ortalama ^{226}Ra konsantrasyonu 37 ± 4 Bq/kg olarak rapor edilmiştir. Bu değer İzmir iline göre bir miktar düşüktür.

^{232}Th izotopu ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi 76 ± 36 Bq/kg ile Foça ilçesi'nde, en düşük ise 17 ± 14 Bq/kg ile Kemalpaşa ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl genelinde en düşük konsantrasyon 1 Bq/kg ile Karaburun ilçesi'nde, en yüksek değer ise 178 ± 41 Bq/kg ile Menemen ilçesi Karagöl Mevkii'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama ^{232}Th konsantrasyonu 41 ± 28 Bq/kg olarak ölçülmüştür. UNSCEAR 2008'de Dünya genelinde ortalama ^{232}Th konsantrasyonu 33 ± 3 Bq/kg olarak rapor edilmiştir. Bu değer İzmir iline göre oldukça düşüktür.

^{137}Cs izotopu yapay bir izotop olup coğrafya üzerindeki dağılımı jeolojik formasyonlardan bağımsız olarak sadece atmosferik olaylarla ilişkilidir. 1950'lerden itibaren gerçekleştirilen nükleer silah denemelerinde ve özellikle Çernobil nükleer reaktör kazasında salınan ^{137}Cs tüm Dünyaya yayılmış bu arada başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere ülkemizde de yağışlarla yere inerek toprağın kontamine olmasına yol açmıştır. 30 yılı aşkın bir süre geçmesine rağmen hala bu izotop İzmir topraklarında tespit edilebilmektedir.

^{137}Cs izotopu ilçeler bazında değerlendirildiğinde en yüksek ortalama aktivite düzeyi $7,6\pm9,7$ Bq/kg ile Beydağ ilçesi'nde, en düşük ise $0,6\pm0,2$ Bq/kg ile Çeşme ilçesi'nde tespit edilmiştir. İl genelinde en düşük konsantrasyon 0,3 Bq/kg ile Aliağa Cengiz Topel Caddesi'nde, en yüksek değer ise 23 ± 9 Bq/kg ile Tire ilçesi Çukurköy Mahallesi Yemişler mevkii'nde tespit edilmiştir. İl geneli için ortalama ^{137}Cs konsantrasyonu $3,06\pm3,29$ Bq/kg olarak ölçülmüştür.

Türkiye'de yapılan 20 farklı ilde ve yurtdışında rasgele seçilen 15 farklı bölgede, toprakta radyonüklit konsantrasyonunun belirlenmesi için gerçekleştirilmiş çalışmaların ve tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen değerlerin sonuçları

UNSCEAR tarafından belirlenmiş Dünya ortalaması değerleri ile birlikte Tablo 5.4'te bir araya getirilerek gösterilmektedir.

Tablo 5-4: Türkiye’de ve Yurtdışında gerçekleştirilmiş toprakta radyonüklid çalışmaları

Şehir	Yazar	Yayın Tarihi	Örnek sayısı	Radyonüklid Aktivitesi (Bq/kg)			
				²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
Adana (mer.)	Degerlier ve ark.	2008	38	21	21	298	-
Ardahan	Kucukomeroglu ve ark.	2011	33	36	31	341	14
Artvin	Kucukomeroglu ve ark.	2011	57	22	19	358	54
Balikesir	Kapdan et al	2011	70	-	55	675	4
Batman	Damla ve ark.	2010	72	35	25	274	12
Bayburt	Kucukomeroglu ve ark.	2009	41	40	35	522	9
Bursa	Karahan ve ark.	2010	50	56	32	430	5
Cankırı	Kapdan et al	2012	48	-	22	357	4
Çanakkale	Kam ve ark.	2010	12	115	110	1200	20
Gaziantep	Osmanlioglu ve ark.	2006	39	33	24	289	8
Giresun	Celik ve ark.	2008	16	33	43	733	318
Istanbul	Karahan ve ark.	2000	105	27	37	342	-
Kastamonu	Kam ve ark.	2007	10	37	27	431	8
Kayseri	Otansev ve ark.	2012	81	-	37	429	17
Kirklareli	Taskin ve ark.	2009	177	37	40	667	8
Manisa (mer.)	Ereeş ve ark.	2006	64	-	27	340	-
Samsun	Kucukomeroglu ve ark.	2012	75	31	22	341	16
Sanliurfa	Bozkurt ve ark.	2007	45	31	25	299	9
Trabzon	Kurnaz ve ark.	2011	222	41	38	443	25
Yalova	Kapdan ve ark.	2011	40	27	22	419	3
Ortalama				39	35	459	31
Kuwait	Fıryal ve ark.	1997	83	12	10	332	-
Punjab	Singh ve ark.	2000	26	43	86	624	-
Slovenia	Kovács ve ark.	2013	70	63	77	800	-
Riyadh	Alaamer ve ark.	2008	100	4	4	63	-
Fars	Faghihi ve ark.	2011	126	-	15	271	6
West Bank	Dabayneh ve ark.	2008	38	-	48	630	-
Central Serbia	Milenkovic ve ark.	2015	-	34	50	426	40
Islamabad	Rahman ve ark.	2009	26	74	152	325	-
Rio de Janeiro	Ribeiro ve ark.	2018	259	32	-	114	-

Canary Islands	Arnedo ve ark.	2017	350	25	29	384	-
Kuala Lumpur	Sanusi ve ark.	2017	16	-	191	727	-
Amman	Jundi ve ark.	2003	24	-	82	560	-
Tripoli	Shenber ve ark.	1997	60	-	10	270	-
Lombardia	Guidotti ve ark.	2015	156	-	48	640	-
Botswana	Murty ve ark.	2008	20	35	42	433	-
Ortalama				35	52	428	-
Dünya Geneli	UNSCEAR	2000	-	35	30	400	-
İzmir	Mevcut Çalışma	2018	861	43	41	463	3

Buna göre toprakta bulunan Ra-226 izotopu sonuçları incelendiğinde, Tablo 5.4'te Türkiye'de 20 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 39 Bq/kg, rasgele seçilerek incelenen Tablo 5.4'teki yurtdışı il/eyalet çalışmalarında belirlenen konsantrasyon değerlerin ortalamasının ise 36 Bq/kg olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama Ra-226 değerinin (43 Bq/kg) Türkiye'de ve yurt dışında yapılan çalışmaların ortalama değerleri ile UNSCEAR tarafından 35 Bq/kg olarak belirlenen Dünya ortalaması değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (UNSCEAR 2000).

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Ra-226 değerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 20 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 3. değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Ra-226 değerinin Dünya'nın 15 farklı il/eyalet bölgelerinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek 3. değer olduğu görülmektedir.

Toprakta bulunan Th-232 izotopu sonuçları incelendiğinde Tablo 5.4'te Türkiye'de 20 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 35 Bq/kg, rasgele seçilerek incelenen Tablo 5.4'teki yurtdışı il/eyalet çalışmalarında belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının ise 60 Bq/kg olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değer (41 Bq/kg) Türkiye'de yapılan çalışmaların ortalama değerleri ile UNSCEAR tarafından 30 Bq/kg olarak belirlenen Dünya ortalaması değerinden daha yüksek olduğu ve yurt dışında yapılan çalışmaların ortalama değerinden ise düşük olduğu görülmektedir (UNSCEAR 2000).

Tez çalışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Th-232 değeri aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 20 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 4. değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen

ortalama Th-232 değerinin Dünya'nın 14 farklı il/eyaletinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek 6. değer olduğu görülmektedir.

Toprakta bulunan K-40 izotopu sonuçları incelendiğinde Türkiye'de 20 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 460 Bq/kg, rasgele seçilerek incelenen yurtdışı il/eyalet çalışmalarında belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının ise 440 Bq/kg olduğu görülmüştür. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (463 Bq/kg) Tablo 5.4'teki Türkiye'de ve yurt dışında yapılan çalışmaların ortalama değerleri ile UNSCEAR tarafından 400 Bq/kg olarak belirlenen Dünya ortalaması değerinden daha y sek olduğu görülmektedir (UNSCEAR 2000).

Tez alışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen Tablo 5.4'teki ortalama K-40 değerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 20 farklı il ile kıyaslandığında en yüksek 6. değer olduğu görülmektedir. Aynı şekilde İzmir ili geneli için belirlenen ortalama K-40 değerinin Dünya'nın 15 farklı il/eyalet b lglerinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek 7. değer olduğu görülmektedir.

Toprakta bulunan Cs-137 izotopu sonuçları incelendiğinde, Türkiye'de farklı tarihlerde 15 farklı ilde yapılan çalışmada belirlenen konsantrasyon değerlerinin ortalamasının 14 Bq/kg olduğu görülmüştür (Artvin alışması ortama değer hesabına katılmamıştır). İncelenen Tablo 5.4'teki yurtdışı il/eyalet çalışmalarında Cs-137 konsantrasyon değerlerinin ya incelenmediği ya da incelenen değerlerin dedekte edilebilir düzeyin altında olduğu tespit edilmiştir. İzmir geneli için belirlenen ortalama değerin (3 Bq/kg) Türkiye'de yapılan çalışmaların ortalama değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Tez alışması kapsamında İzmir ili geneli için belirlenen ortalama Cs-137 değerinin aynı tabloda bulunan Türkiye'de gerçekleştirilen 17 farklı il ile kıyaslandığında en düşük değer olduğu görülmektedir.

Bütün radyolojik parametreler birlikte değerlendirildiğinde karşımıza şu sonuçlar çıkmaktadır. Bölgede bütün radyolojik parametre değerlerinin Türkiye ve Dünya ortalamasına göre yüksek olduğu tespit edilmiş olup, İzmir ilinin doğal radyasyon altyapısının Türkiye'deki ve yurtdışındaki birçok yerleşim birimine göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Tüm radyolojik parametreler hep birlikte

değerlendirildiğinde (bina içi radon, suda toplam alfa beta, toprakta Potasyum-40, Radyum-226, Toryum-232) parametrelerinin her birinin ayrı ayrı ortalama değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Bu da çalışmanın kendi içinde tutarlı bir çalışma olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada İzmir geneli için belirlenen Sezyum-137 değeri diğer tüm radyolojik parametrelerden ayrı olarak oldukça düşük seviyede tespit edilmiş olup, bu da 1986 yılında gerçekleşen Çernobil nükleer reaktör kazasından bölgenin ciddi anlamda etkilenmediğini ortaya koymuştur. İzmir ilinin tümüne radyolojik açıdan bakıldığında, genel olarak doğal radyasyon kaynakları bakımından yüksek seviyede denilebilecek bir radyolojik fon radyasyon düzeyine sahip olduğu, ancak yapay radyasyon kaynakları açısından ise düşük seviyede radyasyon altyapısına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, sağlık açısından bakıldığında, İzmir ilinin ortalama fon radyasyon değerlerinin ortalama değerlerden daha yüksek olduğu görüldü de, il geneli için belirlenen ortalama değerlerin eylem seviyelerinden düşük olduğu anlaşılmıştır.

Bu tez çalışması ile İzmir ili konutlarındaki radon konsantrasyonları, içme sularının toplam alfa ve beta aktivitesi, dış ortam ve iç ortam gama doz hızı düzeyleri ve topraktaki gama yayınlı izotopların aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. İzmir’de yaşayanların doğal radyasyon kaynaklarından aldıkları yıllık ve ömür boyu dozlar belirlenmiş ve ömür boyu kanser olma riskleri tahmin edilmiştir. Elde edilen verilerden özel bir yazılım yardımıyla ilin radon, içme sularında toplam alfa/beta, dış ortam gama doz hızı ve topraklarındaki ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{137}Cs izotoplarının dağılım haritaları hazırlanmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde fon radyasyon düzeyleri tüm kategorilerde eylem seviyelerinin altında tespit edilmiştir. Ancak detaylı olarak incelendiğinde 576 (% 28,7) konuttaki radon düzeylerinin 100 Bq/m^3 ’lük DSÖ sınır değerini aşmış olması düşündürücüdür. Bu durum İzmir ilinde önemli derecede radon maruziyetinin devam ettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca içme suyu örneklerinden 4 tanesinde toplam alfa, 2 tanesinde de toplam beta aktivitesinin DSÖ’nün sınır değerlerini aşmış olması bu konuda ileri çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Toplumun radon gazı ve diğer doğal radyasyon kaynakları konusunda bilinç düzeylerinin oldukça düşük olması bunlardan kaynaklanacak radyasyon maruziyetinden korunmayı da güçleştirmektedir. Bu konuda toplumun bilinç düzeyinin yükseltilmesi ve toplumun

aydınlatılması için uygun proje ve programlar hazırlanarak multidisipliner çalışmalar yapılması gereklidir. Ülkemizde radyasyon kaynakları ve bunların maruziyet düzeylerinin yeterince detaylı olarak ortaya çıkarılamaması bu alanda ki sağlık riski tahminlerini güçleştirmektedir. Ülkemizde diğer iller için de benzer çalışmalar yapılarak ülkemizdeki doğal radyasyona bağlı risklerin açığa çıkarılması toplumun korunmasına yönelik önlemler alınması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma bundan sonra yapılacak benzer çalışmalar için temel oluşturacaktır.



KAYNAKLAR

- Abbasi, A. ve Mirekhtiary, F.J. (2017). Gross alpha and beta exposure assessment due to intake of drinking water in Guilan, Iran. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 314, 1075–1081.
- Abd El Zaher, M. (2011). Seasonal variation of indoor radon concentration in dwellings of Alexandria city, Egypt. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 143, Issue 1*, 56–62.
- Ahmed, N.K. (2005). Measurement of natural radioactivity in building materials in Qena city, Upper Egypt. *Journal of Environmental Radioactivity, Volume 83, Issue 1*, 91-99.
- Ahmed, N.K. ve El-Arabi A.G.M. (2005). Natural radioactivity in farm soil ve phosphate fertilizer ve its environmental implications in Qena governorate, Upper Egypt. *Journal of Environmental Radioactivity, Volume 84, Issue 1*, 91-99.
- Akalan, İ. (1987). *Toprak Bilgisi*, Ankara, Ankara Üniv. Ziraat Fak.Yay. No:1058.
- Akbulut, S. ve Taskın, H. (2015). Determination of natural radioactivity by gross α and β measurements in tap waters in Rize province. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 303, 413-420.
- Alaamer, A.S. (2008). Assessment of Human Exposures to Natural Sources of Radiation in Soil of Riyadh, Saudi Arabia. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 32, 229 – 234.
- Al-Amir, S.M., Al-Hamarneh, I.F., Al-Abed, T. ve Awadallah, M. (2012). Natural radioactivity in tap water and associated age-dependent dose and lifetime risk assessment in Amman, Jordan. *Applied Radiation and Isotopes, Volume 70, Issue 4*, 692-698.
- Alghamdi, A.S. ve Aleissa, K.A. (2014). Influences on indoor radon concentrations in Riyadh, Saudi Arabia. *Radiation Measurements, Volume 62*, 35-40.
- Al-Hamarneh, IF. ve Awadallah, MI., (2009). Soil radioactivity levels ve radiation hazard assessment in the highlands of northern Jordan. *Radiation Measurements, Volume 44*, 102-110.
- Al-Jarallah, M.I., Rehman, F., Abu-Jarad, F. ve Al-Shukri, A. (2003). Indoor radon measurements in dwellings of four Saudi Arabian cities. *Radiation Measurements, Volume 36, Issues 1–6*, 445-448.
- Al-Jundi, J., Al-Bataina, B.A., Abu-Rukah, Y. ve Shehadeh, H.M. (2003). Natural radioactivity concentrations in soil samples along the Amman aqaba highway, Jordan. *Radiation Measurements*, 36, 555-560.
- Amrani, D. ve Tahtat, M. (2001). Natural radioactivity in Algerian building materials. *Applied Radiation and Isotopes, Volume 54, Issue 4*, 687-689.

- Andersson, M. ve Storm, H.H. (1992). Cancer incidence among Danish Thorotrast-exposed patients. *Journal of the National Cancer Institute*, 84(17), 1318–1325.
- Andersson, M., Carstensen, B. ve Storm, H.H. (1995). Mortality ve cancer incidence after cerebral arteriography with or without Thorotrast. *Radiation Research*, 142(3), 305-320.
- Andersson, M., Carstensen, B. ve Visfeldt., J. (1993). Leukemia ve other related hematological disorders among Danish patients exposed to Thorotrast. *Radiation Research*, 134(2), 224-33.
- Andersson, M., Jonsson, M., Nielsen, L.L., Vyberg, M., Visfeldt, J., Storm, H.H. ve Wallin, H. (1995). Mutations in the tumor suppressor gene p53 in human liver cancer induced by alpha-particles. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 4(7), 765-770.
- Andersson, M., Juel, K. ve Storm, H.H. (1993). Pattern of mortality among Danish thorotrast patients. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(7), 637-644.
- Andersson, M., Juel, K., Ishikawa, Y. ve Storm, H.H. (1994). Effects of preconceptional irradiation on mortality ve cancer incidence in the offspring of patients given injections of Thorotrast. *Journal of the National Cancer Institute*, 86(24), 1866–1870.
- Andersson, M., Vyberg, M., Visfeldt, J. ve ark. (1994). Primary liver tumors among Danish patients exposed to Thorotrast. *Radiation Research*, 137(2), 224-233.
- Andersson, M., Wallin, H., Jonsson, M., Nielsen, M., Visfeldt, L.L., Vyberg, J. ve ark. (1995). Lung carcinoma ve malignant mesothelioma in patients exposed to Thorotrast: Incidence, histology ve p53 status. *International Journal of Cancer*, 63(3), 330-336.
- Archer, V.E., Wagoner, J.K. ve Lundin, F.E. (1973). Cancer mortality among uranium mill workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 15, 11-14.
- Archer, V.E., Wagoner, J.K. ve Lundin, F.E. (1973). Lung cancer among uranium miners in the United States. *Health Physics*, 25, 35-37.
- Arnedo, M.A., Rubiano, J.G., Alonso, H., Tejera, A., González, A., González J. ve ark. (2017). Mapping natural radioactivity of soils in the eastern Canary Islands. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 166, Part 2, 242-258.
- ATSDR (1990). *Toxicological Profile for Radium*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology ve Human Health Sciences.
- ATSDR (1999). *Toxicological profile for uranium*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology ve Human Health Sciences.
- ATSDR (2014). *Addendum For Thorium Supplement to the 1990. Toxicological Profile for Thorium*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology ve Human Health Sciences.

- Baeza, A., del Rio M., Miró, C. ve Paniagua, J.M. (1992). Natural Radioactivity in Soils of the Province of Cáceres (Spain). *Radiation Protection Dosimetry, Volume 45, Issue 4*, 261–263.
- Baixeras, C., Font, L., Robles, B. ve Gutiérrez, J. (1996). Indoor radon survey in the most populated areas in Spain. *Environment International, Volume 22, Supplement 1*, 671-676.
- Baysson, H., Tirmarche, M., Tymen, G., Gouva, S, Caillaud, D, Artus, J.C.ve ark. (2004). *Indoor Radon and Lung Cancer in France Epidemiology, 15*, 709–716
- Beretka, J. ve Mathew, P.J. (1985). Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes ve by-products. *Health Physics, 48*, 87-95.
- Bohicchio, F., Venuti, G.C., Nuccetelli, C., Piermattei, S., Risica, S., Tommasino, L., ve ark. (1996). *Health Physics, Volume 71, Number 5*, 741-748.
- Bohicchio, F., Venuti G.C., G., Piermattei, S., Nuccetelli, C., Risica, S., Tommasino, L. ve ark. (2005). Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian Regions. *Radiation Measurements, Volume 40, Issues 2–6*, 686-694.
- Boice., J.D., Cohen., S.S., Mumma M.T., Chadda, B. ve Blot, W. J. (2008). A cohort study of uranium millers ve miners of Grants, New Mexico, 1979-2005. *Journal of Radiological Protection, 28(3)*, 303-325.
- Bonotto, D.M., Bueno, T.O., Tessari, B.W. ve Silva A. (2009). The natural radioactivity in water by gross alpha ve beta measurements. *Radiation Measurements, 44*, 92–101.
- Bou-Rabee, F. (1997). Soil radioactivity atlas of Kuwait. *Environment International, Volume 23, Issue 1*, 5-15.
- Bozkurt A. ve Kam E. (2007). Indoor radon measurement in the city of Edirne, Turkey. In Six int. conf. The Balkan phys. uni. *AIP conference proceedings*, Vol. 899, 395–396.
- Bozkurt, A., Yorulmaz, N., Kam, E., Karahan, G. ve Osmanlioglu, A.E. (2007). Assessment of environmental radioactivity for Sanliurfa region of southeastern Turkey. *Radiation Measurements, 42*, 1387–1391.
- Brodsky, A. (1978). *Handbook of Radiation Measurement ve Protection*. CRC Press.
- Brugge, D., de Lemos, J.L., Oldmixon, B. (2005). Exposure pathways and health effects associated with chemical and radiological toxicity of natural uranium: a review. *Reviews on Environmental Health 20(3)*:177–193.
- Can B., Canbazoğlu C., Albayrak, N., Çelebi N. ve Doğru, M. (2012). Measurements of indoor radon concentration levels in Kilis, Osmaniye and Antakya, Turkey during spring season. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 292*, 1059–1063.

- Celik, N., Cevik, U., Celik, A. ve Kucukomeroglu, B. (2008). Determination of indoor radon and soil radioactivity levels in Giresun. Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99, 1349–1354.
- Celik, N., Poffijn, A., Cevik, U. ve Schepens, L. (2008). Indoor radon survey in dwellings of the Kars province, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, 128, 432–436.
- Cfarku, F., Xhixha, G., Bylyku, E., Zdruli, P., Mantovani, F. ve Përpunjave F. (2014). A preliminary study of gross alpha/beta activity concentrations in *drinking waters* from Albania. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 301, 435–442.
- Checkoway, H., Pearce, N., Crawford-Brown, J. ve Cragle, D.L. (1988). Radiation doses ve cause-specific mortality among workers at a nuclear materials fabrication plant. *American Journal of Epidemiology*, 127:(2), 255-266.
- Cohen B.L. ve Gromicko N. (2012) Variation of Radon Levels in U.S. Homes with Various Factors, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 38:2, 129-134.
- Cosma, C., Szacsvai, K., Dinu, A., Ciorba, D., Dicu, T. ve Suciu, L. (2009). Preliminary integrated indoor radon measurements in Transylvania (Romania). *Isotopes in Environmental and Health Studies Vol. 45, No. 3*, 259–268.
- Cragle, D.L., McLain, R.W., Qualters, J.R., Hickey, J. L.S., Wilkinson, G. S., Tankersley, W.G. ve ark. (1988). Mortality among workers at a nuclear fuels production facility. *American Journal of Industrial Medicine*, 14, 379-401.
- Çelik, N., Çevik, U., Çelik, A. ve Kucukomeroglu, B. (2008). Determination of indoor radon ve soil radioactivity levels in Giresun, Turkey. *Environmental Radioactivity*, Volume 99, Issue 8, 1349-1354.
- Dabayneh, K.M., Mashal, L.A. ve Hasan, F.I. (2008). Radioactivity concentration in soil samples in the southern part of the West Bank, Palestine. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 131, Issue 2, 265–271.
- Damla, N., Cevik, U., Koby, A.I. ve Ataksor, B. (2010). Umit Isık Assessment of environmental radioactivity for Batman, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160, 401–412.
- Darby, S., Auvinen, A., Barros-Dios, J.M., Baysson, H., Bochicchio, F., Deo, H. ve ark. (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *British Medical Journal*.330, 223.
- Davila Rangel, J.I., Lopez del Rio, H., Mireles Garcia, F., Quirino Torres, L.L., Villalba, M.L., Sujo, L.C. ve ark. (2002). Radioactivity in bottled waters sold in Mexico. *Applied Radiation and Isotopes* 56, 931–936.

- Değerlier, M. ve Karahan, G. (2010). Natural radioactivity in various surface waters in Adana, Turkey. *Desalination* 261, 126-130.
- Değerlier, M., Karahan, G. ve Ozger, G. (2008). Radioactivity concentrations and dose assessment for soil samples around Adana, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 99, 1018-1025.
- Denton J.E., Fan A.M. ve Alexeeff G.V. (2001). *Public Health Goal for Uranium In Drinking Water*. Erişim 19.12.2017 <https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/public-health-goal/uranium801.pdf>.
- Denton J.E., Fan A.M. ve Alexeeff G.V. (2006). *Public Health Goals For Chemicals In Drinking Water, Radium-226 and 228 in Drinking Water California Public Health Goal*. Erişim 19.12.2017. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/public-health-goal/phgradium030306.pdf>.
- Desideri, D., Roselli, C., Feduzi, L. ve Meli, M.A. (2007). Radiological characterization of drinking waters in Central Italy. *Microchemical Journal* 87, 13–19.
- Douple, E.B., Mabuchi, K., Cullings, H.M., Preston, D.L., Kodama, K., Shimizu, Y. ve ark. (2011). Medicine and Public Health Preparedness, 5, 122–133.
- Dos Santos Silva, I., Malveiro, F., Jones, M.E. ve ark. (2003). Mortality after radiological investigation with radioactive Thorotrast: A follow-up study of up to fifty years in Portugal. *Radiation Research*, 159(4), 521-534.
- Douglas, G., George, W., Mushrush M. ve Chrosniak, C. (1990). Radioactive Hazard of Potable Water in Virginia ve Maryland. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 44, 508-513.
- DSÖ (2011). *Guidelines for Drinking- Water Quality, fourth ed. Geneva*. WHO Press, Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- DSÖ (2016). *CHERNOBYL at 30*. WHO Press, Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- Dueñas, C., Fernandez, M.C. ve Liger, E. (2007). Radioactivity levels and physical-chemical properties of public water supplies in Malaga. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 274, 15–25.
- E.C (1999). *Radiologic Protection Principles Concerning the Natural Radioactivity of Bulding Material, Radiation Protection 112*. European Comission.
- Eisenbud, M. ve Gesell, T. (1997). *Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Source*. Academic Press, Inc.
- El-Mageed, A.I.A., El-Kamel, A.E.H., Abbady, A.E.B., Harb, S. ve Saleh, I.I. (2013). Natural radioactivity of ground ve hot spring water in some areas in Yemen. *Desalination*, Volume 321, 28-31.

- EPA (2017). *Radionuclide Basics*. U.S. Environmental Protection Agency. Erişim 12.10.2017, <https://www.epa.gov/radiation/radionuclide>.
- Erees, F. S., Akozcan, S., Parlak, Y. ve Cam, S. (2006). Assessment of dose rates around Manisa (Turkey). *Radiation Measurements*, 41, 598–601.
- Erodotou E., Socratous M., Parpottas Y. ve Tsertos H. (2015). Systematic grid-based radon concentration measurements in the urban areas of Cyprus. *Journal of Geochemical Exploration, Volume 159*, 20-32.
- EURATOM (2014). *European Council Directive 2013/59/Euratom on basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation*. European Union.
- F.C.A., Ribeiro, D.C., Lauria, M.A.P., Rio, F.G., Cunha, W.O., Sousa, E.A., Lima, M. ve ark. (2017). Mapping soil radioactivity in the Fernando de Noronha archipelago, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Volume 311, Issue 1*, 577–587
- Faghihi, R., Mehdizadeh, S. ve Sina, S. (2011). Natural and artificial radioactivity distribution in soil of Fars province, Iran. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 145, Issue 1*, 66–74.
- Ferdous, M.J., Rahman, M. ve Begum, A. (2012). Gross Alpha and Gross Beta Activities of Tap Water Samples from Different Locations of Dhaka City. Sri Lankan. *Journal of Physics, Vol. 13(1)*, 01-08.
- Finkelstein M.M. (1994). Radium in drinking water and the risk of death from bone cancer among Ontario youths. *Canadian Medical Association Journal, Vol. 151*, 565–571.
- Firyal, B.R. (1997). Soil Radioactivity Atlas Of Kuwait. *Environment International, Vol. 23, No. 1*, 5-15.
- Forte, M., Rusconi, R., Cazzaniga, M.T. ve Sgorbati, G. (2007). The measurement of radioactivity in Italian drinking waters. *Microchemical Journal 85*, 98–102.
- Fourtes, L., McNutt, L.A ve Lynch, C. (1990). Leukemia Incidence ve Radioactivity in Drinking Water in 59 Iowa Towns. *American Journal of Public Health, 80*, 1261-1262.
- Franco-Marina, F., Segovia, N., Ruiz, W., Godinez, L., Tavera, L., Lopez, A. ve ark. (2001). Short and long term indoor radon survey in Mexico City. *Radiation Measurements*, 34, 545–548.
- Guagliardi, I., Rovella, C., Apollaro, N., Bloise, V., De Rosa, R., Scarciglia, F. ve ark. (2016). Effects of source rocks, soil features ve climate on natural gamma radioactivity in the Crati valley (Calabria, Southern Italy). *Chemosphere 150*, 97-108

- Guidotti, L., Carini, F., Rossi, R., Gatti, M., Cenci, R.M. ve Beone G.M. (2015). Gamma-spectrometric measurement of radioactivity in agricultural soils of the Lombardia region, northern Italy. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 142, 36-44.
- Hadjimichael, C.C., Ostfeld, A.M. ve D'Atri D.A. ve ark. (1983). Mortality ve cancer incidence experience of employees in a nuclear fuels fabrication plant. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 25, 48-61.
- Hatch M. ve Susser M. (1990). Background Gamma Radiation and Childhood Cancers within Ten Miles of a US Nuclear Plant. *International Journal of Epidemiology*, Sep;19(3). 546-552.
- HGK (2017). *İL VE İLÇE YÜZ ÖLÇÜMLERİ*. Erişim 23.01.2017, http://www.hgk.msb.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf. Harita Genel Komutanlığı.
- IAEA (2003). TECDOC-1363, *Guidelines For Radioelement Mapping Using Gamma Ray Spectrometry Data*. International Atomic Energy Agency.
- IAEA (2003). TECDOC-1363. *Guidelines For Radioelement Mapping Using Gamma Ray Spectrometry Data*. International Atomic Energy Agency. Erişim 25.09.2017, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Particles/proton.html#c4>.
- IAEA (2015). *Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon ve other Natural Sources of Radiation*. International Atomic Energy Agency.
- IARC (1988). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – alcohol drinking*. IARC vol. 44, Lyon. International Agency for Research on Cancer.
- IARC (2000). *IARC handbooks of cancer prevention*. IARC Vol. 5, Lyon. International Agency for Research on Cancer.
- IARC (2001). *IARC Sunscreens IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Vol. 5. International Agency for Research on Cancer.
- IARC (2012). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol. 100E. Announcement of June 5–12, 2012 Meeting, Lyon, France. International Agency for Research on Cancer.
- ICRP (1991). *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 21 1-3. Pergamon Press. International Commission on Radiological Protection.
- ICRP (1993). *Protection against Rn222 at home and at work*. Annals of ICRP Publication No. 65, Oxford: Pergamon Press. International Commission on Radiological Protection.

- ICRP (2007). *ICRP Publication 103 Recommendations of the ICRP: Annals of the ICRP Volume 37/2-4*, Pergamon Press. International Commission on Radiological Protection.
- ICRP (2010). *Lung cancer risk from radon and progeny and statement on radon*. ICRP Publication 115 Annals of the ICRP, 40(1), 1-64, Pergamon Press. International Commission on Radiological Protection.
- Ishikawa, Y., Mori, T., Kato, Tsuchiya, Y., Machinami, R., Sugano, H. ve ark. (1992). Lung cancers associated with Thorotrast exposure: High incidence of small-cell carcinoma ve implications for estimation of radon risk. *International Journal of Cancer*, 52(4), 570-574.
- Ishikawa, Y., Mori, T. ve Machinami, R. (1995). Lack of apparent excess of malignant mesothelioma but increased overall malignancies of peritoneal cavity in Japanese autopsies with Thorotrast injection into blood vessels. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 121(10), 567-570.
- Ivanova, K., Stojanovska, Z., Badulin, V. ve Kunovska, B. (2013). Pilot survey of indoor radon in the dwellings of Bulgaria. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 157, Issue 4*, 594–599.
- Jabbar, A., Arshed, W., Bhatti, A.S. ve Ahmad, S.S. (2010). Measurement of soil radioactivity levels ve radiation hazard assessment in mid Rechna interfluvial region, Pakistan. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Volume 283, Issue 2*, 371–378.
- Janković, M.M., Todorović, D.J., Todorović, N.A. ve Nikolov, J. (2012). Natural radionuclides in drinking waters in Serbia. *Applied Radiation and Isotopes, Volume 70, Issue 12*, 2703-2710.
- Kam E. ve Bozkurt A. (2007). Environmental radioactivity measurements in Kastamonu region of northern Turkey. *Applied Radiation and Isotopes*, 65, 440–444.
- Kam, E., Bozkurt, A. ve Ilgar, R. (2010). A study of background radioactivity level for Canakkale, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168, 685–690.
- Kam, E., Yazar, Y. ve Bozkurt, A. (2010). A study of background radioactivity level for Tekirdag, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 138, Issue 1*, 40–44.
- Kapdan, E., Altinsoy, N., Karahan, G. ve Taskin, H. (2011). Determination of the health hazards due to background radiation sources in the city of Adapazari, Northwestern Turkey. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 47, 1, 93-100.
- Kapdan, E., Taşkın, H., Kam, E., Osmanlıoğlu, A.E., Karahan, G. ve Bozkurt, A. (2011). Study of Environmental Radioactivity Measurements for Cankırı, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 150, Issue 3*, 398–404.

- Kapdan, E., Varinlioglu, A. ve Karahan, G. (2011). Outdoor Radioactivity and Health Risks in Balıkesir, Northwestern Turkey. *Radiation Protection Dosimetry Vol. 148, No. 3*, 301-309.
- Kapdan, E., Varinlioglu, A. ve Karahan, G. (2011). Radioactivity Levels and Health Risks due to Radionuclides in the Soil of Yalova, Northwestern Turkey. *International Journal of Environmental Research*, 5(4), 837-846.
- Karahan, G. (2010). Risk Assessment of Baseline Outdoor Gamma Dose Rate Levels Study of Natural Radiation Sources in Bursa, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 142, Issue 2-4*, 324–331.
- Karahan, G. ve Bayulken, A. (2000). Assessment of gamma dose rates around Istanbul Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 47, 213-221.
- Karahan, G., Öztürk, N.M. ve Bayülken, A. (2000). Natural radioactivity in various surface waters in Istanbul, Turkey. *Water Research, Volume 34, Issue 18*, 4367-4370.
- Karunakara, N., Yashodhara, I., Sudeepkumara, K., Tripathi, R.M., Menon, S.N., Kadam, S. ve ark. (2014). Assessment of ambient gamma dose rate around a prospective uranium mining area of South India – A comparative study of dose by direct methods ve soil radioactivity measurements. *Results in Physics, Volume 4*, 20-27.
- Kearfott, K. J., Metzger, R. L. ve Holbert, K. E. (1992). Underground Air Returns As Active Transportation Pathways for Radon Gas Entry Into Homes. *Health Physics*, 63(6), 665–673.
- Kemski, J., Klingel, R., Sieh, A. ve Manchego, M.V. (2009). *From radon hazard to risk prediction-based on geological maps, soil gas and indoor measurements in Germany*, *Environmental Geology*, 56, 1269–1279.
- Kido, C., Sasaki, F., Hirota, Y., Kiyosawa, K., Hayashi, S., Mori, T., ve Sobue, T. (1999). Cancer mortality of Thorotrast patients in Japan. *Radiation Research*, 152, 81-83.
- Koby, Y., Taşkın, H., Yeşilkanat, C.M., Çevik, U., Karahan, G. ve Çakıret, B. (2015). Radioactivity Survey and Risk Assessment Study for Drinking Water in the Artvin Province, Turkey. *Water Air Soil Pollutution* 226, 49, 1-9.
- Korkmaz, F.G. ve Camgoz, H. (2014). Natural radioactivity in various water samples ve radiation dose estimations in Bolu province, Turkey. *Chemosphere, Volume 112*, 134-140.
- Kovács, T., Szeiler, G., Fábrián, F., Kardos, R., Gregorič, A. ve Vaupotič, J. (2013). Systematic survey of natural radioactivity of soil in Slovenia. *Journal of Environmental Radioactivity Volume 122*, 70-78.

- Köksal, E.M., Çelebi, N., Ataksor, B., Ulug, A., Taşdelen, M., Kopuz, G. ve ark. (2004). A survey of Rn-222 concentrations in dwellings of Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259, 213–216.
- Kucukomeroglu, B., Kurnaz, A., Damla, N., Cevik, U., Celebi, N., Ataksor, B. ve Taskin, H. (2009). Environmental radioactivity assessment for Bayburt, Turkey. *Journal of Radiological Protection*, 29, 417–428.
- Kucukomeroglu, B., Ozturk, E., Damla, N., Celik, N., Duran, S.U., Cevik, U. ve ark. (2016). Indoor radon and gamma spectrometric measurements for the Erzincan Basin on North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Indoor and Built Environment*, Volume, 25 issue, 5, 857-866.
- Kucukomeroglu, B., Yesilbag, Y. O., Kurnaz, A., Celik, N., Cevik, U. ve Celebi, N. (2011). Radiological Characterisation of Artvin and Ardahan Provinces of Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 145, No. 4, 389-394.
- Kumara, V., Ramachandranb, T.V. ve Prasada, R. (1999). Natural radioactivity of Indian building materials ve by-products. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 51, Issue 1, 93-96.
- Kurnaz, A., Kucukomeroglu, B., Damla, N. ve Cevik, U. (2011). Radiological maps for Trabzon, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 102, 393–399.
- Kurnaz, A., Küçükömeroğlu, B., Çevik, U. ve Çelebi, N. (2011). Radon level and indoor gamma doses in dwellings of Trabzon, Turkey. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 69, Issue 10, 1554-1559.
- Küçükömeroğlu, B., Maksutoglu, F., Damla, N., Cevik, U. ve Celebi, N. (2012). A study of environmental radioactivity measurements in the Samsun province, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, vol.152, 369-375.
- Lin, C.F., Wang, J.J., Huang, J.C., Yeh, C.H., Yuan, M.C. ve Chang, B.J. (2012). Evaluating practicability of an LSC method for routine monitoring gross alpha and beta activities in water samples in Taiwan. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 70, Issue 9, 1981-1984.
- Magalhães, M.H., Amaral, E.C.S., Sachett, I. ve Rochedo, E.R.R., (2003). Radon-222 in Brazil: an outline of indoor and outdoor measurements. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 67, Issue 2, 131-143.
- Manickum T., John W., Terry S. ve Hodgson K. (2014). Preliminary study on the radiological and physicochemical quality of the Umgeni Water catchments and drinking water sources in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 137, 227-240.
- Martland, H. (1931). The occurrence of malignancy in radioactive persons: A general review of data gathered in the study of the radium dial painters, with special reference to the occurrence of osteogenic sarcoma ve the inter-relationship of certain blood diseases. *American Journal of Cancer* 15, 2435-2515.

- Martling, U., Mattsson, A., Travis, L.B. ve ark. (1999). Mortality after long-term exposure to radioactive Thorotrast: A forty-year follow-up survey in Sweden. *Radiation Research*, 151(3), 293-299.
- Mavi, B. ve Akkurt, I. (2010). Natural radioactivity ve radiation hazards in some building materials used in Isparta, Turkey. *Radiation Physics and Chemistry*, Volume 79, Issue 9, 93-97.
- McAulay, I.R. ve Morgan, D. (1988). Natural Radioactivity in Soil in the Republic of Ireland. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 24, Issue 4, 47-49.
- Miao, X.X., Ji, Y.Q., Shao, X.Z., Wang, H., Sun, Q.F. ve Su, X. (2013). Radioactivity of Drinking-Water in the Vicinity of Nuclear Power Plants in China Based on a Large-Scale Monitoring Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 6863-6872.
- Mihci, M., Buyuksarac, A., Aydemir, A. ve Celebi, N. (2010). Indoor and outdoor Radon concentration measurements in Sivas, Turkey, in comparison with geological setting. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 101, Issue 11, 952-957.
- Milenkovic, B., Stajic, J.M. ve Gulan, L. (2015). Radioactivity levels and heavy metals in the urban soil of Central Serbia. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 16732.
- Mócsy, I. ve Fulea, C. (1983). Natural Radioactivity of Some Building Materials. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 6, Issue 4, 277-278.
- Mori, T. ve Kato, Y. (1991). Epidemiological, pathological ve dosimetric status of Japanese thorotrast patients. *Journal Radiation Research*, 32 Suppl 2, 34-45.
- Mori, T., Fukutomi, K., Kato, Y., Hatakeyama, S., Machinami, R., ve Tanooka, H. (1999). 1998 results of the first series of follow-up studies on Japanese thorotrast patients ve their relationships to an autopsy series. *Radiation Research*, 152 (6 Suppl), 72-80.
- Mori, T., Kido, C., Fukutomi, K., Kato, Y., Hatakeyama, S., Machinami, R. ve ark. (1999). Summary of entire Japanese thorotrast follow-up study: Updated 1998. *Radiation Research*, 152(6 Suppl), 72-80.
- MTA (2005) *İzmir Yakın Çevresinin Diri Fayları Ve Deprem Potansiyelleri*, MTA Rapor No: 10754, Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Murty, V.R.K. ve Karunakara, N. (2008). Natural radioactivity in the soil samples of Botswana. *Radiation Measurements*, Volume 43, Issues 9-10, 1541-1545.
- Nero, A.V. ve Nazaroff, W.W. (1984). Characterising the Source of Radon Indoors. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 7, Issue 4, 23-39.
- NIOSH (1987). *Mortality among uranium enrichment workers*. PB87188991. The National Institute for Occupational Safety ve Health.

- NRC (1980). *BEIR III. National Research Council, Committee on Biological Effects of Ionizing Radiation. The effects on populations of exposure to low levels of radiation*. National Academy Press Washington DC. National Research Council.
- NRC (1988). *BEIR IV. National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha-Emitters*. National Academy Press Washington DC. National Research Council.
- NRC (1990). *BEIR V. National Research Council. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation*. National Academy Press. Washington DC. National Research Council.
- NRC (1999). *BEIR VI. National Research Council Committee on Health Risks of Exposure to Radon, Health Effects of Exposure to Radon*. National Academy Press. Washington DC. National Research Council.
- NRC (1999). *Health effects of exposure to radon*. Washington, DC: National Academy Press. National Research Council.
- NRC (2006). *BEIR VII. National Research Council Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*. National Academy Press. Washington DC. National Research Council.
- Nyberg, U., Nilsson, B., Travis, L.B. ve ark. (2002). Cancer incidence among Swedish patients exposed to radioactive Thorotrast: A forty-year follow-up survey. *Radiation Research*, 157(4), 419–425.
- Obed, R.I., Farai, I.P., ve Jibiri, N.N. (2005). Population dose distribution due to soil radioactivity concentration levels in 18 cities across Nigeria. *Journal of Radiological Protection*, Volume 25, 305–312.
- Osmanlioglu, A., Kam, E. ve Bozkurt, A. (2007). Assessment of Background Radioactivity Level for Gaziantep Region of Southeastern Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 124, No. 4, 407–410.
- Otansev, P., Karahan, G., Kam, E., Barut, I. ve Taskin, H. (2012). Assessment of Natural Radioactivity Concentrations and Gamma Dose Rate Levels in Kayseri, Turkey. *Radiation Protection Dosimetry* Vol. 148, No. 2, 227–236.
- Othman, I. ve Yassine, T. (1995). Natural radioactivity in the Syrian environment. *Science of the total environment*, Volume 170, Issues 1–2, 119-124.
- Pinkerton, L.E., Bloom, T.F., Hein, M.J. ve Ward, E.M. (2004). Mortality among a cohort of uranium mill workers: An update. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(1), 57-64.
- Polednak, A.P. ve Frome, E.L. (1981). Mortality among men employed between 1943 and 1947 at a uranium-processing plant. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 23, 555-557.

- Rabesiranana, N., Rasolonirina, M., Terina, F., Solonjara, A. F. ve Andriambololona, R. (2008). Top soil radioactivity assessment in a high natural radiation background area: The case of Vinaninkarena, Antsirabe—Madagascar. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 66, Issue 11, 161-162.
- Radespiel-Troger, M. ve Meyer, M. (2013). Association between drinking water uranium content ve cancer risk in Bavaria, Germany. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 86, 767–776.
- Rahman, S.U., Faheem, M., Anwar, J., Ziafat, M., Nasir, T. ve Matiullah (2009). External dose assessment from the measured radioactivity in soil samples collected from the Islamabad capital territory, Pakistan. *Journal of Radiological Protection*, 29, 499–505.
- Ribeiro, F.C.A., Silva, J.I.R., Lima, E.S.A. do Amaral Sobrinho, N.M.B., Perez, D.V. ve Lauria, D.C. (2018). Natural radioactivity in soils of the state of Rio de Janeiro Brazil: Radiological characterization and relationships to geological formation, soil types and soil properties. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 182, 34-43.
- Righi, S. ve Bruzzi, L. (2006). Natural radioactivity ve radon exhalation in building materials used in Italian dwellings. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 88, Issue 2, 158-170.
- Rikhvanov, L.P., Zlobina, A.N., Wang, N. ve Matveenkov, I.A. (2014). The Nature of High Soil Radioactivity in Chinese Province Guangdong. *Procedia Chemistry*. Volume 10, 460-466.
- Rowland, R.E., Stehney, A.F. ve Lucas, H.F. (1978). Dose-response relationships for female radium dial workers. *Radiation Research*, 76, 368-383.
- Ruixiang, Z. ve Zixiang, W. (1995). Determination of gross alpha and gross beta activity in waters of some cities of Guangdong Province. *Radiation Protection*, 15(6), 464-467.
- Rundo, J., Keane, AT. ve Lucas, HF., Schlenker, R.A., Stebbings, J.H. ve Stehney, A.F. (1986). Current (1984). status of the study of ^{226}Ra ve ^{228}Ra in humans at the center for Human Radiobiology. *Strahlentherapie [Sonderb]* 80, 14-21.
- Rusconi, R., Forte, M., Badalamenti, P., Bellinzona, S., Gallini, R., Maltese, S., Romeo, C. ve Sgorbati, G. (2004). The monitoring of tap waters in Milano: planning, methods and results. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 111, Issue 4, 373–376.
- Saleh, M.A., Ramli, A.T. ve bin Hamzah, K. (2015). Natural environmental radioactivity and the corresponding health risk in Johor Bahru District, Johor, Malaysia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 303, 1753.

- Salonen, L. (1994). *U238 series radionuclides as a source of increased radioactivity in groundwater originating from Finnish bedrock, Future Groundwater Resources at Risk*. Proceedings of the Helsinki Conference, June 1994. IAHS Publ.no. 222.
- Sanusi, M.S.M., Ramli, A.T., Hassan, W.M.S.W., Lee, A., Izham, M.H., Said, M.N., Wagiran, H. ve Heryanshah, A. (2017). Assessment of impact of urbanisation on background radiation exposure and human health risk estimation in Kuala Lumpur, Malaysia. *Environment International*, Volume 104, 91-101.
- Sasaki, F., Kido, C., Sobue, T., Cui, Y. ve Mori, T. (1999). Cancer mortality in Thorotrast-exposed patients in Japan: Aichi series. *International Journal of Clinical Oncology*, 4(2), 69-73.
- Schimmack, W., Bunzl, K., ve Zelles, L. (1989). Initial rates of migration of radionuclides from Chernobyl fallout in undisturbed soils. *Geoderma* 44, 211-218.
- Schlemmer, H.P., Liebermann, D., Naser, V. ve Van Kaick, G. (2000). Locoregional late effects of paravascular Thorotrast deposits: Results of the German Thorotrast study. *Journal of Neuroradiology*, 27(4), 253-263.
- Scott, L.M., Bahler, K.W., De La Garza, A. ve Lincoln, T. A. (1972). Mortality experience of uranium ve nonuranium workers. *Health Physics*, 23, 555-557.
- Sharaf, M., Mansy, M., El Sayed, A. ve Abbas, E. (1999). Natural radioactivity ve radon exhalation rates in building materials used in Egypt. *Radiation Measurements*, Volume 31, Issues 1-6, 491-495.
- Shenber, M.A. (1997). Measurement of natural radioactivity levels in soil in Tripoli. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 48, Issue 1, 147-148.
- Singh, J., Singh, H., Singh, S., Bajwa, B.S. ve Sonkawade, R.G. (2000). Comparative study of natural radioactivity levels in soil samples from the Upper Siwaliks and Punjab, India using gamma-ray spectrometry. *Journal of Environmental Radioactivity* 100, 94-98.
- Spycher B.D., Lupatsch J.E., Zwahlen M., Rössli M., Niggli F., Grotzer M.A. ve ark. (2015). Background Ionizing Radiation and the Risk of Childhood Cancer: A Census-Based Nationwide Cohort Study. *Environmental Health Perspectives*, Volume 123, Number 6, 622-628.
- Sroor, A., El-Bahi, S.M., Ahmed, F. ve Abdel-Haleem, A.S. (2001). Natural radioactivity ve radon exhalation rate of soil in southern Egypt. *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 55, Issue 6, 87-89.
- Sujo, L.H.C., Villalba, M.L., Arias, H.R., Cabrera, M.M. ve Hidalgo, H.S., (2016). NORM determination in urban soils from selected cities in Chihuahua, Mexico. *Acta Universitaria*, Vol 26, No 2, 36-42.

- TAEK (2009). *Türkiye’de Kullanılan Yapı Malzemelerindeki Doğal Radyoaktiviteden Kaynaklanan Radyasyon Dozunun Değerlendirilmesi*, Teknik Rapor No: 2008-7, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
- TAEK (2010). *TAEK Radyasyon Sağlığı Yönetmeliği*, 24.03.2000 tarih ve 23999 sayılı ve değişik 03.06.2010 tarih ve 27600 sayılı Resmi Gazete.Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
- Taskin, H. (2006). *İnsan sağlığı ve çevre kirliliği açısından kırıklareli ilinin fon radyasyonunun belirlenmesi ve haritalandırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi.
- Taskin, H., Kam, E. ve Bozkurt, A. (2012). Determination of gross alpha and beta activity concentrations in drinking waters in Bursa region of north-western Turkey. *Desalination and Water Treatment*, 45, 1-3, 21-25.
- Taskin, H., Karavus, M., Ayb, P., Topuzoglu, A., Hidiroglu, S. ve Karahan, G. (2009). Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırıklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100, 49–53.
- TCCŞB (1988). *Türk Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, TS 266. 1984*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- TCCŞB (2013). Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, (305/2011/AB) ek:1. 10 Temmuz 2013 tarih ve 28703 sayılı Resmi Gazete. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Travis, L.B., Hauptmann, M., Gaul, L.K. ve ark. (2003). Site-specific cancer incidence vie mortality after cerebral angiography with radioactive thorotrast. *Radiation Research*, 160(6), 691-706.
- Travis, L.B., Land, C.E., Andersson, M. Nyberg, U., Goldman, M.B. ve Gaul, L.K. (2001). Mortality after cerebral angiography with or without radioactive Thorotrast: An international cohort of 3, 143 two-year survivors. *Radiation Research*, 156(2), 136-150.
- Trevisi, R., Risica, S., D’Alessandro, M. Paradiso, D. ve Nuccetelli, C. (2012). Natural radioactivity in building materials in the European Union: a database ve an estimate of radiological significance. *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 105, 11-20.
- Tronko, M.D., Howe, G.R., Bogdanova, T.I., Bouville, A.C., Epstein, O.V., Brill, A.V. ve ark (2006). A Cohort Study of Thyroid Cancer and Other Thyroid Diseases After the Chornobyl Accident: Thyroid Cancer in Ukraine Detected During First Screening. *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 98, No. 13. 897-903.
- Tsushima, H., Iwanaga, M. ve Miyazaki, Y. (2012). Late effect of atomic bomb radiation on myeloid disorders: leukemia ve myelodysplastic syndromes. *International Journal of Hematology* 95(3), 232–238.

- Turgay, M.E., Yazici, A.N., Taskin, H., Kam, E. ve Karahan, G. (2016). Assessment of gross α and β radioactivity for drinking water in Hatay province, Turkey. *Desalination and Water Treatment Vol. 57*, 4960-4965.
- Turhan, Ş., Baykan, U.N. ve Şen, K. (2008). Measurement of the natural radioactivity in building materials used in Ankara ve assessment of external doses. *Journal of Radiological Protection, Volume 28*, 83-91.
- Turhan, Ş., Özçıtak, E., Taşkın, H. ve Varinlioğlu, A. (2013). Determination of natural radioactivity by gross alpha and beta measurements in ground water samples. *Water Research, Volume 47, Issue 9*, 3103-3108.
- TÜİK (2017). *İzmir Nüfus*. Erişim 23.01.2017, <http://www.tuik.gov.tr/>. Türkiye İstatistik Kurumu.
- UNSCEAR (1977). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation*. New York: United Nations.
- UNSCEAR (1982). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly*. New York. United Nations.
- UNSCEAR (1988). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation*. United Nations sales publication, New York. United Nations.
- UNSCEAR (1993). *Report to the General Assembly, with scientific annexes*. New York: United Nations Sales Publication. United Nations.
- UNSCEAR (2000). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation*. United Nations sales publication, New York. United Nations.
- UNSCEAR (2008). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation*. United Nations sales publication, New York. United Nations.
- Violeta, P., Antoaneta, E., Lucian, G., Moraru, L. ve Catalina, I. (2016). Measurements of gross alpha and beta activity in drinking water from Galati region, Romania. *Romanian Reports in Physics. 68, No. 3*, 1208–1220.
- Wagner, S.E., Burch, J.B., Bottai, M., Puett, R., Porter, D., Bolick-Aldrich, S., ve ark. (2011). Groundwater uranium ve cancer incidence in South Carolina. *Cancer Causes Control 22*, 41–50.
- Walsh, M., Wallner, G. ve Jennings, P. (2014). Radioactivity in drinking water supplies in Western Australia. *Journal of Environmental Radioactivity 130*, 56-62.
- Waxweiler, R.J., Archer, V.E. ve Roscoe, R.J. (1983). Mortality patterns among a retrospective cohort of uranium mill workers. *Epidemiology applied to health*

physics: *Proceedings of the sixteenth midyear topical meeting of the Health Physics society*, Albuquerque, New Mexico, January 13.

- WHO (2006). *WHO report on Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes*. WHO Press, Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- WHO (2009). *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*. WHO Press, Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- WHO (2016). *1986–2016: CHERNOBYL at 30*. World Health Organization. WHO Press, Geneva, Switzerland. World Health Organization.
- WHO (2017). *Radon and health*. World Health Organization. Erişim 22.10.2017, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/en/>.
- Wilkins (1980). *The assessment of radon and its daughters in North Sea gas used in the United Kingdom*. United Kingdom: Pergamon Press.
- Winde, F., Erasmus, E. ve Geipel, G. (2017). Uranium contaminated drinking water linked to leukaemia-Revisiting a case study from South Africa taking alternative exposure pathways into account. *Science of the Total Environment* 574, 400–421.
- Xie, D., Liao, M. ve Kearfott, K.J. (2015). Influence of environmental factors on indoor radon concentration levels in the basement ve ground floor of a building – A case study. *Radiation Measurements, Volume 82*, 52–58.
- Yamada, S., Hosoda, S., Tateno, H., Kido, C. ve Takahash, S. (1983). Survey of Thorotrast associated liver cancers in Japan. *Journal of the National Cancer Institute*, 70, 31-35.
- Yang, G., Lu, X., Zhao, C. ve Li, N. (2013). Natural Radioactivity In Building Materials Used In Changzhi, China. *Radiation Protection Dosimetry Vol. 155, No. 4*, 512–516.
- Yu, K.N., Young, E.C.M. ve Li, K.C. (1996). A Survey of Radon Properties for Dwellings for Hong Kong. *Radiation Protection Dosimetry, Volume 63, Issue 1*, 55–62.

HAM VERİLER

EK:

İZMİR İLİ DIŞ ORTAM GAMA DOZ HIZLARI

SIRA	İLÇE	YERLEŞİM BİRİMİ	KOORDİNATLAR		Dış Gama Doz Hızı
NO	ADI	ADI	N	E	nGy/saat
1	Aliağa	Aliağa Osb	38,814175	27,049693	105
2	Aliağa	Bakırçay	39,009804	27,384779	70
3	Aliağa	Bozköy	38,720769	26,964642	46
4	Aliağa	Cengz Topel Cd	38,790139	26,977044	35
5	Aliağa	Çaltılıdere	38,851616	27,036647	140
6	Aliağa	Çoraklar	38,885322	27,067269	140
7	Aliağa	Güzelhisar	38,768612	27,039891	174
8	Aliağa	Horozgediği	38,719868	26,938483	82
9	Aliağa	Merkez	38,779586	26,960927	76
10	Aliağa	Mimarsinan	38,705694	27,031545	116
11	Aliağa	Samurlu	38,763991	26,994976	145
12	Aliağa	Uzunhasanlar	38,768027	27,083062	151
13	Aliağa	Yenişakran	38,885322	27,067269	82
14	Bayındır	Arıkbaşı	38,183862	27,496833	58
15	Bayındır	Cumhuriyet	38,196458	27,547668	58
16	Bayındır	Çınardibi	38,288547	27,516035	58
17	Bayındır	Çınardibi	38,290163	27,531356	66
18	Bayındır	Dnz-Ödmş Yolu	38,173855	27,716406	83
19	Bayındır	Merkez	38,214633	27,650972	66
20	Bayındır	Pınarlı Köyü	38,211	27,770902	75
21	Bayındır	Zeytinova	38,204323	27,729553	83
22	Bergama	Ahmetbeyler	39,162369	27,262812	114
23	Bergama	Aşağıbeyli	39,247921	26,965744	114
24	Bergama	Ayaskent	39,187781	27,333913	74
25	Bergama	Aziziye	39,195341	27,340629	114
26	Bergama	Bergama	39,118296	27,179906	91
27	Bergama	Dereköy	39,277929	27,324386	131
28	Bergama	Göçbeyli	39,209873	27,393522	97
29	Bergama	İnecekler	39,184465	27,154398	103
30	Bergama	Kadıköy	39,176986	27,369279	74
31	Bergama	Kadriye	39,093646	27,132572	103
32	Bergama	Kozluca	39,245358	27,426871	120
33	Bergama	Ovacık	39,070877	27,078304	131
34	Bergama	Ovacık Altın	39,068752	27,080693	103
35	Bergama	Yalnızköy	39,111809	27,111392	86

36	Bergama	Yazılıtaş Granit	39,238922	27,130961	127
37	Bergama	Yenikent	39,013231	27,068573	68
38	Beydağ	Bakırköy	38,125325	28,25174	85
39	Beydağ	Halıköy	38,089222	28,169752	96
40	Beydağ	Kurudere	38,109541	28,245707	73
41	Beydağ	Merkez	38,088932	28,214015	57
42	Beydağ	Y.Aktepe	38,095812	28,222415	107
43	Bornova	Çamiçi	38,519812	27,218677	83
44	Bornova	Eğridere	38,500475	27,21397	95
45	Bornova	Karaçam	38,520133	27,272148	77
46	Bornova	Kayadibi	38,518033	27,242332	89
47	Bornova	Kurudere Köyü	38,550781	27,236693	143
48	Bornova	Kurudere Yolu	38,548609	27,252199	113
49	Bornova	Kurudere Yolu	38,550781	27,236693	160
50	Bornova	Sarnıç	38,546735	27,275384	41
51	Bornova	Yakaköy	38,511887	27,325576	30
52	Çeşme	Alaçatı	38,29388	26,39886	135
53	Çeşme	Germiyan	38,30552	26,46974	135
54	Çeşme	Ilıca	38,31602	26,33951	92
55	Çeşme	Merkez	38,35991	26,30797	59
56	Çeşme	Ovacık Köyü	38,28235	26,31853	25
57	Çeşme	Zeytineli	38,23898	26,50354	118
58	Dikili	Bademli	39,030033	26,826914	95
59	Dikili	Bademli	39,014347	26,835232	113
60	Dikili	Ç.Kale Yolu	39,134765	26,876691	113
61	Dikili	Çandarlı	38,932626	26,979724	137
62	Dikili	Çandarlı Plaj	38,935242	26,931652	125
63	Dikili	Çandarlı Üstü	38,945306	26,933776	131
64	Dikili	Çukuralan	39,186418	26,940253	113
65	Dikili	Dikili	39,203705	26,865579	77
66	Dikili	Dikili	39,087414	26,902527	83
67	Dikili	Dikili	39,063709	26,98402	113
68	Dikili	Dikili-Berg Yolu	39,064226	27,013935	113
69	Dikili	Gökçeagıl	39,172039	26,8812	150
70	Dikili	Kozak	39,278419	27,08754	114
71	Dikili	Nebiler	39,16171	26,901519	95
72	Dikili	Salihler	39,181036	26,849185	71
73	Dikili	Zeytindağ	39,100517	26,975037	107
74	Foça	Fatih	38,718926	26,779262	116
75	Foça	Foça	38,68889	26,751846	273
76	Foça	Ilıpınar	38,687303	26,918614	122
77	Foça	Kozbeyli	38,715336	26,894206	140
78	Foça	Maltepe	38,60112	26,89581	70

79	Foça	Y.Bağarası	38,664979	26,842102	134
80	Foça	Y.Foça	38,734125	26,840502	140
81	Karaburun	Ildır	38,39778	26,48221	116
82	Karaburun	Ildır Yolu	38,47588	26,47258	108
83	Karaburun	Karapınar Köyü	38,39353	26,62123	147
84	Karaburun	Merkez	38,62788	26,51946	108
85	Karaburun	Mordoğan	38,48607	26,61648	124
86	Karaburun	Sarpacık Yolu	38,62699	26,39601	124
87	Karaburun	Yeni Liman	38,66659	26,43608	85
88	Kemalpaşa	Akalan	38,463147	27,496403	49
89	Kemalpaşa	Ansızca	38,479845	27,407547	41
90	Kemalpaşa	Armutlu	38,41287	27,524522	57
91	Kemalpaşa	Bağyurdu	38,414432	27,625202	49
92	Kemalpaşa	Beşpınar	38,518228	27,445133	49
93	Kemalpaşa	Damlacık	38,501484	27,378163	49
94	Kemalpaşa	Dereköy	38,343752	27,443784	122
95	Kemalpaşa	Halilbeyli	38,437452	27,667978	65
96	Kemalpaşa	Kuyucak	38,483776	27,395917	32
97	Kemalpaşa	Merkez	38,419135	27,43348	49
98	Kemalpaşa	Ören Cumh	38,4157	27,642857	57
99	Kemalpaşa	Ören-Yeni	38,402465	27,529957	57
100	Kemalpaşa	Örnekköy	38,418199	27,468295	73
101	Kemalpaşa	Sinancılar	38,421674	27,661365	57
102	Kemalpaşa	Sütçüler	38,474436	27,462221	49
103	Kemalpaşa	Ulucak	38,464399	27,351046	57
104	Kemalpaşa	Yenmiş	38,486564	27,425486	57
105	Kınık	Arpadere	39,002368	27,463607	160
106	Kınık	Arpadere	38,99711	27,463092	160
107	Kınık	Bağalan	39,047188	27,423609	102
108	Kınık	Büyükoba	39,022187	27,468585	129
109	Kınık	Büyükoba	39,032455	27,455281	171
110	Kınık	Cumalı	39,137053	27,463864	80
111	Kınık	Çaltı	39,095366	27,445668	80
112	Kınık	Çaltı Köyü	39,122805	27,424468	75
113	Kınık	Çan	39,017663	27,436268	107
114	Kınık	Elmadere	39,035349	27,481469	102
115	Kınık	Hamzahocalı	39,113082	27,456225	52
116	Kınık	Kınık	39,087014	27,383608	54
117	Kınık	Kocaömer	39,084815	27,423433	43
118	Kınık	Kocaömer	39,075379	27,424725	102
119	Kınık	Kodukburun	39,045563	27,347357	75
120	Kınık	Köseler	39,006581	27,379922	107
121	Kiraz	Başaran	38,264006	28,271646	81

122	Kiraz	Çömlekçi	38,21779	28,272059	81
123	Kiraz	Haliller Kurudere Yolu	38,160867	28,293886	81
124	Kiraz	Kaleköy	38,202152	28,353732	87
125	Kiraz	Merkez	38,233566	28,204053	52
126	Kiraz	Suludere	38,273198	28,252462	92
127	Kiraz	Uzunköy	38,277256	28,234442	87
128	Kiraz	Veliler	38,272093	28,190622	104
129	Menderes	Ahmetbeyli	38,00356	27,188191	95
130	Menderes	Cumalı Köyü	38,12826	26,91657	46
131	Menderes	Çamönü	38,115958	27,167662	86
132	Menderes	Çile	38,10997	27,159416	133
133	Menderes	Çileme	38,151448	27,178977	66
134	Menderes	Çileme-Gümüldür Yolu1	38,16176	27,15692	113
135	Menderes	Çileme-Gümüldür Yolu2	38,12447	27,15497	40
136	Menderes	Develi	38,205791	27,168023	86
137	Menderes	Develi Yolu	38,213074	27,162143	46
138	Menderes	Efemçukuru1	38,29783	26,99782	40
139	Menderes	Efemçukuru2	38,29783	26,99782	40
140	Menderes	Gaziemir Yolu1	38,30064	27,126	47
141	Menderes	Görece	38,29079	27,13319	38
142	Menderes	Gümüldür Giriş1	38,10089	27,03258	58
143	Menderes	Gümüldür Yolu1	38,23612	27,13551	46
144	Menderes	Gümüldür Yolu2	37,98977	27,15401	152
145	Menderes	Gümüldür Yolu3	38,08776	27,18353	171
146	Menderes	Küner	38,20961	27,13833	208
147	Menderes	Merkez	38,253348	27,133145	70
148	Menderes	Sancaklı	38,147779	27,16963	398
149	Menderes	Şaşal Köyü	38,19635	27,12992	104
150	Menemen	Ayvacık	38,614466	27,189367	107
151	Menemen	Bağcılar	38,620274	27,200963	125
152	Menemen	Buruncuk	38,666456	27,028967	89
153	Menemen	Değirmendere	38,630625	27,154532	77
154	Menemen	Emiralem	38,580626	27,10056	101
155	Menemen	Fatih	38,694231	27,039374	113
156	Menemen	Göktepe	38,612134	27,163347	101
157	Menemen	Haykıran	38,644002	27,113253	107
158	Menemen	Karagöl Üstü	38,55788	27,218642	118
159	Menemen	Kesik	38,624713	26,985206	71
160	Menemen	Kurudere Yolu Orm İçi	38,544553	27,187545	89
161	Menemen	Menemen	38,586978	27,057017	77
162	Menemen	Seyrek	38,585775	26,980039	113
163	Menemen	Süzbeyli	38,535966	26,910661	83
164	Menemen	Telekler	38,662891	27,196935	143

165	Menemen	Tuzçullu	38,548612	26,933504	60
166	Menemen	Ulukent	38,560884	27,050645	89
167	Menemen	Villakent	38,61031	26,918151	71
168	Menemen	Yahşili	38,611612	27,108439	77
169	Menemen	Yanikköy	38,655538	27,084539	143
170	Merkez	Bayraklı	38,478702	27,179897	80
171	Merkez	Bayraklı 75.Yıl Mh	38,491064	27,150028	70
172	Merkez	Bayraklı Cengizhan	38,48044	27,164917	80
173	Merkez	Doğancılar	38,304183	27,342352	25
174	Merkez	Kaklıç	38,509027	26,986574	85
175	Merkez	Karacaagaç	38,296231	27,299946	70
176	Merkez	Karşıyaka	38,48055	27,09944	65
177	Merkez	Karşıyaka Zübeyde Hnm Mh	38,494682	27,112544	97
178	Merkez	Kavacık Köyü	38,31062	26,95824	106
179	Merkez	Kırıklar	38,326428	27,317977	35
180	Merkez	Küçükkaya Köyü	38,33068	26,89619	138
181	Merkez	Limontepe	38,386885	27,098875	80
182	Merkez	Merkez	38,35334	26,88682	25
183	Merkez	Örnek Mh	38,504542	27,118028	106
184	Merkez	Payanlı Köyü	38,31666	26,92454	81
185	Merkez	Sasalı	38,506558	26,963594	65
186	Merkez	Tırazlı Köyü	38,31928	27,06085	89
187	Merkez	Yamanlar Köyü	38,545292	27,125875	65
188	Merkez	Yamanlar Ky	38,540592	27,154028	100
189	Merkez	Yelki Köyü	38,34	26,864092	130
190	Ödemiş	Bademli	38,079196	28,06031	52
191	Ödemiş	Balabanlı	38,143533	27,95649	70
192	Ödemiş	Bayırlı Köyü	38,296112	28,024381	70
193	Ödemiş	Beyazıtlar	38,24686	28,040198	70
194	Ödemiş	Birgi	38,261034	28,059483	93
195	Ödemiş	Bozdağ	38,34123	28,076931	82
196	Ödemiş	Çobanlar	38,313617	27,960466	93
197	Ödemiş	Demircili Köyü	38,204746	27,898864	58
198	Ödemiş	Dışı	38,205353	28,033655	58
199	Ödemiş	Dolaylar	38,280115	27,985871	64
200	Ödemiş	Dyr-Kayaköy Ars	38,192221	27,817952	76
201	Ödemiş	Gerçekli	38,219984	28,066959	64
202	Ödemiş	Gölcük	38,271806	28,003198	70
203	Ödemiş	Günlüce	38,275624	27,95669	52
204	Ödemiş	Hacıhasan	38,285982	28,077013	70
205	Ödemiş	İlkkurşun	38,177769	27,858434	52
206	Ödemiş	Kayaköy	38,23517	27,813663	52
207	Ödemiş	Kaymakçı	38,168184	28,103998	64

208	Ödemiş	Kurucuova	38,186179	28,090137	88
209	Ödemiş	Merkez	38,236641	27,974539	64
210	Ödemiş	Ortaköy	38,257564	27,932314	76
211	Ödemiş	Ovacık	38,330825	28,051299	88
212	Ödemiş	Ovakent	38,104989	28,018166	52
213	Ödemiş	Ödemiş Dezli Yolu	38,20039	28,033847	64
214	Ödemiş	Tosunlar	38,283844	27,903217	76
215	Ödemiş	Yeniköy	38,233708	27,898542	99
216	Ödemiş	Yolüstü Köyü	38,209416	28,034982	64
217	Seferihisar	Bademli Köyü	38,2745	26,8298	104
218	Seferihisar	Beyler Köyü	38,22587	26,92633	133
219	Seferihisar	Doğanbey	38,05915	26,88805	104
220	Seferihisar	Güdençe Köyü	38,26979	26,91808	123
221	Seferihisar	Gümüldür	38,07697	26,98249	86
222	Seferihisar	Merkez	38,19566	26,84161	57
223	Seferihisar	Orhanlı Köyü	38,16769	26,95288	76
224	Seferihisar	Sığacık Köyü	38,19432	26,77671	29
225	Selçuk	Belevi	38,014434	27,449257	91
226	Selçuk	Çamlık	37,888335	27,382231	73
227	Selçuk	Efes	37,935116	27,343669	63
228	Selçuk	Merkez	37,938918	27,364636	63
229	Selçuk	Meryemana	37,912986	27,333036	55
230	Selçuk	Şirince	37,945251	27,431754	36
231	Selçuk	Şrc-Slç Arası	37,962103	27,409545	36
232	Selçuk	Şrc-Slç Arası	37,947349	27,406777	36
233	Selçuk	Zeytinköy	37,992916	27,282392	27
234	Tire	Akkoyunlu	38,124123	27,655375	70
235	Tire	Akkoyunlu	38,128646	27,660783	70
236	Tire	Akyurt	38,025071	27,599871	100
237	Tire	Alaylı	38,054786	27,582229	62
238	Tire	Başköy	37,99977	27,659697	108
239	Tire	Büyükkale	38,03676	27,553761	47
240	Tire	Çayırılı	38,074451	27,653447	62
241	Tire	Çkrky-Ymşlr Arası	38,047153	27,683795	84
242	Tire	Çukurköy	38,055285	27,69357	54
243	Tire	Doyranlı	38,179905	27,822594	70
244	Tire	Gökçen	38,113268	27,866135	70
245	Tire	Işıklı	38,09413	27,7908	62
246	Tire	Kireli	38,114857	27,863256	84
247	Tire	Küçükkale	38,018578	27,526382	62
248	Tire	Merkez	38,088482	27,72574	54
249	Tire	Yemişler	38,02579	27,669634	108
250	Tire	Yeniçiflik	38,126895	27,50389	84

251	Torbalı	Ayrancılar	38,238619	27,277486	52
252	Torbalı	Bozköy	38,274532	27,355335	52
253	Torbalı	Çapak	38,232047	27,353721	45
254	Torbalı	Çaybaşı	38,128923	27,387897	59
255	Torbalı	Dağkızılca	38,309251	27,410964	67
256	Torbalı	Dağtekke	38,263523	27,50737	45
257	Torbalı	Dağtekke Yolu	38,235229	27,488649	74
258	Torbalı	G.M.Kemal	38,23684	27,401923	89
259	Torbalı	Gazipaşa	38,281009	27,142884	59
260	Torbalı	Helvacı	38,243502	27,475656	52
261	Torbalı	Kısıkköy	38,265088	27,193155	67
262	Torbalı	Korucuk	38,245039	27,425959	59
263	Torbalı	Kuşçuburun	38,214514	27,33118	89
264	Torbalı	Merkez	38,163114	27,36385	52
265	Torbalı	Ormanköy	38,273547	27,485504	52
266	Torbalı	Ortaköy	38,21303	27,368891	67
267	Torbalı	Sağlık	38,086278	27,398685	52
268	Torbalı	Subaşı	38,114594	27,439215	52
269	Torbalı	Taşkesik	38,187176	27,450776	81
270	Torbalı	Tekeli	38,184472	27,200794	45
271	Torbalı	Torbalı	38,364616	27,448576	37
272	Urla	Barbaros	38,31013	26,56625	100
273	Urla	Barbaros	38,30468	26,55658	125
274	Urla	Barbaros	38,34819	26,5495	158
275	Urla	Barbaros	38,34539	26,55008	167
276	Urla	Çeşmealtı	38,38183	26,75767	266
277	Urla	Demircili Köyü	38,22753	26,68661	83
278	Urla	Gülbahçe	38,3522	26,63802	141
279	Urla	Gülbahçe-Barboros Yolu	38,31011	26,62787	133
280	Urla	İçmeler	38,31605	26,7044	41
281	Urla	Kuşçular Cd	38,26092	26,72099	25
282	Urla	Merkez	38,31772	26,75999	50
283	Urla	Ovacık Köyü	38,30898	26,79169	50
284	Urla	Özbek Köyü	38,36557	26,7068	116
285	Urla	Seferihisar Yolu	38,15039	26,87382	58
286	Urla	Yağcılar Köyü	38,25809	26,68154	158
287	Urla	Zeytinalanı	38,364011	26,844069	116

İZMİR İLİ İÇ ORTAM GAMA DOZ HIZI

SIRA	İLÇE	YERLEŞİM BİRİMİ	KOORDİNATLAR		İç Ortam Gama Doz Hızı
NO	ADI	ADI	N	E	nGy/h
1	Aliağa	Bakırçay	39,009804	27,384779	64
2	Aliağa	Bozköy	38,720769	26,964642	48
3	Aliağa	Cengz Topel Cd	38,790139	26,977044	30
4	Aliağa	Çaltılıdere	38,851616	27,036647	122
5	Aliağa	Çoraklar	38,885322	27,067269	118
6	Aliağa	Güzelhisar	38,768612	27,039891	132
7	Aliağa	Horozgediği	38,719868	26,938483	84
8	Aliağa	Merkez	38,779586	26,960927	68
9	Aliağa	Mimarsinan	38,705694	27,031545	98
10	Aliağa	Samurlu	38,763991	26,994976	124
11	Aliağa	Uzunhasanlar	38,768027	27,083062	128
12	Aliağa	Yenişakran	38,885322	27,067269	86
13	Bayındır	Arıkbaşı	38,183862	27,496833	46
14	Bayındır	Cumhuriyet	38,196458	27,547668	48
15	Bayındır	Çınardibi	38,288547	27,516035	44
16	Bayındır	Çınardibi	38,290163	27,531356	52
17	Bayındır	Merkez	38,214633	27,650972	54
18	Bayındır	Pınarlı Köyü	38,211	27,770902	82
19	Bayındır	Zeytinova	38,204323	27,729553	74
20	Bergama	Ahmetbeyler	39,162369	27,262812	95
21	Bergama	Aşağıbeyli	39,247921	26,965744	99
22	Bergama	Ayaskent	39,187781	27,333913	66
23	Bergama	Aziziye	39,195341	27,340629	101
24	Bergama	Bergama	39,118296	27,179906	88
25	Bergama	Dereköy	39,277929	27,324386	118
26	Bergama	Göçbeyli	39,209873	27,393522	90
27	Bergama	İnecekler	39,184465	27,154398	93
28	Bergama	Kadıköy	39,176986	27,369279	64
29	Bergama	Kadriye	39,093646	27,132572	90
30	Bergama	Kozluca	39,245358	27,426871	106
31	Bergama	Ovacık	39,070877	27,078304	106
32	Bergama	Yalnızköy	39,111809	27,111392	74
33	Bergama	Yenikent	39,013231	27,068573	56
34	Beydağ	Bakırköy	38,125325	28,25174	78
35	Beydağ	Halıköy	38,089222	28,169752	92
36	Beydağ	Kurudere	38,109541	28,245707	70
37	Beydağ	Merkez	38,088932	28,214015	54

38	Beydağ	Y.Aktepe	38,095812	28,222415	95
39	Bornova	Çamiçi	38,519812	27,218677	54
40	Bornova	Eğridere	38,500475	27,21397	84
41	Bornova	Karaçam	38,520133	27,272148	72
42	Bornova	Kayadibi	38,518033	27,242332	74
43	Bornova	Kurudere Köyü	38,550781	27,236693	123
44	Bornova	Sarnıç	38,546735	27,275384	42
45	Bornova	Yakaköy	38,511887	27,325576	28
46	Çeşme	Alaçatı	38,29388	26,39886	103
47	Çeşme	Germiyan	38,30552	26,46974	102
48	Çeşme	Ilıca	38,31602	26,33951	88
49	Çeşme	Merkez	38,35991	26,30797	44
50	Çeşme	Ovacık Köyü	38,28235	26,31853	22
51	Çeşme	Zeytineli	38,23898	26,50354	100
52	Dikili	Bademli	39,030033	26,826914	85
53	Dikili	Bademli	39,014347	26,835232	98
54	Dikili	Çandarlı	38,932626	26,979724	104
55	Dikili	Çukuralan	39,186418	26,940253	97
56	Dikili	Dikili	39,203705	26,865579	78
57	Dikili	Dikili	39,087414	26,902527	72
58	Dikili	Dikili	39,063709	26,98402	84
59	Dikili	Gökçeagıl	39,172039	26,8812	125
60	Dikili	Kozak	39,278419	27,08754	98
61	Dikili	Nebiler	39,16171	26,901519	87
62	Dikili	Salihler	39,181036	26,849185	64
63	Dikili	Zeytindağ	39,100517	26,975037	94
64	Foça	Fatih	38,718926	26,779262	102
65	Foça	Foça	38,68889	26,751846	89
66	Foça	Ilıpınar	38,687303	26,918614	104
67	Foça	Kozbeyli	38,715336	26,894206	114
68	Foça	Maltepe	38,60112	26,89581	66
69	Foça	Y.Bağarası	38,664979	26,842102	102
70	Foça	Y.Foça	38,734125	26,840502	116
71	Karaburun	Ildır	38,39778	26,48221	96
72	Karaburun	Karapınar Köyü	38,39353	26,62123	113
73	Karaburun	Merkez	38,62788	26,51946	59
74	Karaburun	Mordoğan	38,48607	26,61648	98
75	Kemalpaşa	Akalan	38,463147	27,496403	54
76	Kemalpaşa	Ansızca	38,479845	27,407547	42
77	Kemalpaşa	Armutlu	38,41287	27,524522	66
78	Kemalpaşa	Bağyurdu	38,414432	27,625202	53
79	Kemalpaşa	Beşpınar	38,518228	27,445133	55
80	Kemalpaşa	Damlacık	38,501484	27,378163	54

81	Kemalpaşa	Dereköy	38,343752	27,443784	76
82	Kemalpaşa	Halilbeyli	38,437452	27,667978	66
83	Kemalpaşa	Kuyucak	38,483776	27,395917	36
84	Kemalpaşa	Merkez	38,419135	27,43348	38
85	Kemalpaşa	Ören Cumh	38,4157	27,642857	54
86	Kemalpaşa	Ören-Yeni	38,402465	27,529957	55
87	Kemalpaşa	Örnekköy	38,418199	27,468295	76
88	Kemalpaşa	Sinancılar	38,421674	27,661365	53
89	Kemalpaşa	Sütçüler	38,474436	27,462221	46
90	Kemalpaşa	Ulucak	38,464399	27,351046	48
91	Kemalpaşa	Yenmiş	38,486564	27,425486	46
92	Kınık	Arpadere	39,002368	27,463607	117
93	Kınık	Arpadere	38,99711	27,463092	115
94	Kınık	Bağalan	39,047188	27,423609	86
95	Kınık	Büyükoba	39,022187	27,468585	102
96	Kınık	Büyükoba	39,032455	27,455281	122
97	Kınık	Cumalı	39,137053	27,463864	86
98	Kınık	Çaltı	39,095366	27,445668	89
99	Kınık	Çaltı Köyü	39,122805	27,424468	88
100	Kınık	Çan	39,017663	27,436268	98
101	Kınık	Elmadere	39,035349	27,481469	88
102	Kınık	Hamzahocalı	39,113082	27,456225	53
103	Kınık	Kınık	39,087014	27,383608	58
104	Kınık	Kocaömer	39,084815	27,423433	54
105	Kınık	Kocaömer	39,075379	27,424725	92
106	Kınık	Kodukburun	39,045563	27,347357	70
107	Kınık	Köseler	39,006581	27,379922	96
108	Kiraz	Başaran	38,264006	28,271646	76
109	Kiraz	Çömlekçi	38,21779	28,272059	64
110	Kiraz	Kaleköy	38,202152	28,353732	73
111	Kiraz	Merkez	38,233566	28,204053	50
112	Kiraz	Suludere	38,273198	28,252462	89
113	Kiraz	Uzunköy	38,277256	28,234442	79
114	Kiraz	Veliler	38,272093	28,190622	96
115	Menderes	Cumalı Köyü	38,12826	26,91657	28
116	Menderes	Çileme-Gümüldür Yolu1	38,16176	27,15692	97
117	Menderes	Çileme-Gümüldür Yolu2	38,12447	27,15497	42
118	Menderes	Develi	38,205791	27,168023	69
119	Menderes	Develi Yolu	38,213074	27,162143	56
120	Menderes	Efemçukuru1	38,29783	26,99782	44
121	Menderes	Efemçukuru2	38,29783	26,99782	43
122	Menderes	Gümüldür Girişi1	38,10089	27,03258	46
123	Menderes	Merkez	38,253348	27,133145	68

124	Menderes	Sancaklı	38,147779	27,16963	85
125	Menderes	Şaşal Köyü	38,19635	27,12992	64
126	Menemen	Ayvacak	38,614466	27,189367	98
127	Menemen	Bağcılar	38,620274	27,200963	105
128	Menemen	Buruncuk	38,666456	27,028967	82
129	Menemen	Emiralem	38,580626	27,10056	95
130	Menemen	Fatih	38,694231	27,039374	94
131	Menemen	Göktepe	38,612134	27,163347	93
132	Menemen	Haykıran	38,644002	27,113253	90
133	Menemen	Kesik	38,624713	26,985206	74
134	Menemen	Menemen	38,586978	27,057017	80
135	Menemen	Seyrek	38,585775	26,980039	95
136	Menemen	Süzbeyli	38,535966	26,910661	76
137	Menemen	Telekler	38,662891	27,196935	118
138	Menemen	Tuzcullu	38,548612	26,933504	54
139	Menemen	Ulukent	38,560884	27,050645	86
140	Menemen	Villakent	38,61031	26,918151	78
141	Menemen	Yahşili	38,611612	27,108439	78
142	Menemen	Yanikköy	38,655538	27,084539	117
143	Merkez	Bayraklı	38,478702	27,179897	78
144	Merkez	Bayraklı 75.Yıl Mh	38,491064	27,150028	72
145	Merkez	Doğancılar	38,304183	27,342352	26
146	Merkez	Kaklıç	38,509027	26,986574	52
147	Merkez	Karacaagaç	38,296231	27,299946	74
148	Merkez	Karşıyaka	38,48055	27,09944	62
149	Merkez	Karşıyaka Zübeyde Hnm Mh	38,494682	27,112544	90
150	Merkez	Kavacık Köyü	38,31062	26,95824	56
151	Merkez	Kırıklar	38,326428	27,317977	38
152	Merkez	Küçükkaya Köyü	38,33068	26,89619	112
153	Merkez	Limontepe	38,386885	27,098875	56
154	Merkez	Merkez	38,35334	26,88682	46
155	Merkez	Örnek Mh	38,504542	27,118028	87
156	Merkez	Payanlı Köyü	38,31666	26,92454	74
157	Merkez	Sasalı	38,506558	26,963594	58
158	Merkez	Tırazlı Köyü	38,31928	27,06085	74
159	Merkez	Yamanlar Köyü	38,545292	27,125875	60
160	Merkez	Yamanlar Ky	38,540592	27,154028	86
161	Merkez	Yelki Köyü	38,34	26,864092	108
162	Ödemiş	Bademli	38,079196	28,06031	54
163	Ödemiş	Balabanlı	38,143533	27,95649	72
164	Ödemiş	Bayırlı Köyü	38,296112	28,024381	74
165	Ödemiş	Beyazıtlar	38,24686	28,040198	64
166	Ödemiş	Birgi	38,261034	28,059483	96

167	Ödemiş	Bozdağ	38,34123	28,076931	78
168	Ödemiş	Çobanlar	38,313617	27,960466	94
169	Ödemiş	Demircili Köyü	38,204746	27,898864	56
170	Ödemiş	Dolaylar	38,280115	27,985871	60
171	Ödemiş	Gerçekli	38,219984	28,066959	62
172	Ödemiş	Gölcük	38,271806	28,003198	62
173	Ödemiş	Günlüce	38,275624	27,95669	50
174	Ödemiş	Hacıhasan	38,285982	28,077013	66
175	Ödemiş	İlkkurşun	38,177769	27,858434	51
176	Ödemiş	Kayaköy	38,23517	27,813663	53
177	Ödemiş	Kaymakçı	38,168184	28,103998	66
178	Ödemiş	Kurucuova	38,186179	28,090137	82
179	Ödemiş	Merkez	38,236641	27,974539	65
180	Ödemiş	Ortaköy	38,257564	27,932314	72
181	Ödemiş	Ovacık	38,330825	28,051299	83
182	Ödemiş	Ovakent	38,104989	28,018166	54
183	Ödemiş	Ödemiş Dezli Yolu	38,20039	28,033847	61
184	Ödemiş	Yeniköy	38,233708	27,898542	62
185	Ödemiş	Yolüstü Köyü	38,209416	28,034982	63
186	Seferihisar	Bademli Köyü	38,2745	26,8298	82
187	Seferihisar	Beyler Köyü	38,22587	26,92633	85
188	Seferihisar	Doğanbey	38,05915	26,88805	84
189	Seferihisar	Güdençe Köyü	38,26979	26,91808	84
190	Seferihisar	Gümüldür	38,07697	26,98249	72
191	Seferihisar	Merkez	38,19566	26,84161	60
192	Seferihisar	Orhanlı Köyü	38,16769	26,95288	68
193	Seferihisar	Sığacık Köyü	38,19432	26,77671	41
194	Selçuk	Belevi	38,014434	27,449257	80
195	Selçuk	Çamlık	37,888335	27,382231	66
196	Selçuk	Merkez	37,938918	27,364636	48
197	Selçuk	Şirince	37,945251	27,431754	34
198	Selçuk	Zeytinköy	37,992916	27,282392	45
199	Tire	Akkoyunlu	38,124123	27,655375	64
200	Tire	Akkoyunlu	38,128646	27,660783	58
201	Tire	Akyurt	38,025071	27,599871	82
202	Tire	Alaylı	38,054786	27,582229	42
203	Tire	Başköy	37,99977	27,659697	86
204	Tire	Büyükkale	38,03676	27,553761	44
205	Tire	Çayırılı	38,074451	27,653447	52
206	Tire	Çukurköy	38,055285	27,69357	47
207	Tire	Doyranlı	38,179905	27,822594	62
208	Tire	Gökçen	38,113268	27,866135	63
209	Tire	Işıklı	38,09413	27,7908	58

210	Tire	Kireli	38,114857	27,863256	76
211	Tire	Küçükkale	38,018578	27,526382	60
212	Tire	Merkez	38,088482	27,72574	48
213	Tire	Yemişler	38,02579	27,669634	82
214	Tire	Yeniçiflik	38,126895	27,50389	78
215	Torbalı	Ayrancılar	38,238619	27,277486	52
216	Torbalı	Bozköy	38,274532	27,355335	42
217	Torbalı	Çapak	38,232047	27,353721	46
218	Torbalı	Çaybaşı	38,128923	27,387897	62
219	Torbalı	Dağkızılca	38,309251	27,410964	56
220	Torbalı	Dağtekke	38,263523	27,50737	48
221	Torbalı	Dağtekke Yolu	38,235229	27,488649	68
222	Torbalı	Gazipaşa	38,281009	27,142884	46
223	Torbalı	Helvacı	38,243502	27,475656	44
224	Torbalı	Kısıkköy	38,265088	27,193155	57
225	Torbalı	Korucuk	38,245039	27,425959	44
226	Torbalı	Kuşçuburun	38,214514	27,33118	78
227	Torbalı	Merkez	38,163114	27,36385	54
228	Torbalı	Ormanköy	38,273547	27,485504	34
229	Torbalı	Ortaköy	38,21303	27,368891	55
230	Torbalı	Sağlık	38,086278	27,398685	36
231	Torbalı	Subaşı	38,114594	27,439215	54
232	Torbalı	Taşkesik	38,187176	27,450776	76
233	Torbalı	Tekeli	38,184472	27,200794	50
234	Torbalı	Torbalı	38,364616	27,448576	52
235	Urla	Barbaros	38,31013	26,56625	94
236	Urla	Barbaros	38,30468	26,55658	104
237	Urla	Barbaros	38,34819	26,5495	116
238	Urla	Barbaros	38,34539	26,55008	124
239	Urla	Çeşmealtı	38,38183	26,75767	119
240	Urla	Demircili Köyü	38,22753	26,68661	78
241	Urla	Gülbahçe	38,3522	26,63802	106
242	Urla	İçmeler	38,31605	26,7044	58
243	Urla	Kuşçular Cd	38,26092	26,72099	53
244	Urla	Merkez	38,31772	26,75999	52
245	Urla	Ovacık Köyü	38,30898	26,79169	54
246	Urla	Özbek Köyü	38,36557	26,7068	96
247	Urla	Yağcılar Köyü	38,25809	26,68154	129
248	Urla	Zeytinalanı	38,364011	26,844069	98

İZMİR İLİ EV İÇİ RADON KONSANTRASYONLARI

Sıra	İlçe	Yerleşim Birimi	Koordinatlar		Rn-222	Mevsimsel
No	Adı	Adı	N	E	Bq/L	Düzeltilmiş
1	Konak	Kadriye Mah.	38,40711	27,13815	169	156
2	Konak	Kadriye Mah.	38,40709	27,13683	180	166
3	Konak	Kadriye Mah.	38,40811	27,13625	115	106
4	Konak	Kadriye Mah.	38,40734	27,13713	163	150
5	Konak	Kadriye Mah.	38,41736	27,14694	145	134
6	Konak	Kadriye Mah.	38,40632	27,13828	169	156
7	Konak	Kadriye Mah.	38,40838	27,13514	106	98
8	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,9451	27,37636	41	38
9	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94469	27,37682	79	73
10	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94494	27,37897	51	47
11	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94376	27,3778	140	129
12	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,95122	27,36729	43	40
13	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94318	27,38206	35	32
14	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94744	27,37411	64	59
15	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94732	27,37409	75	69
16	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,9459	27,375	65	60
17	Selçuk	14 Mayıs Mah.	37,94438	27,37632	90	83
18	Narlıdere	İnönü Mah.	38,38698	27,01443	44	41
19	Narlıdere	İnönü Mah.	38,38883	27,01975	27	25
20	Narlıdere	İnönü Mah.	38,38583	27,01484	37	34
21	Narlıdere	İnönü Mah.	38,38423	27,01433	37	34
22	Narlıdere	İnönü Mah.	38,39004	27,01521	31	29
23	Narlıdere	İnönü Mah.	38,38883	27,01326	36	33
24	Konak	Kadriye Mah.	38,3995	27,13443	143	132
25	Konak	Kadriye Mah.	38,39892	27,13425	259	239
26	Konak	Kadriye Mah.	38,40016	27,13517	205	189
27	Konak	Kadriye Mah.	38,40054	27,13448	163	150
28	Konak	Kadriye Mah.	38,40335	27,13732	176	162
29	Konak	Kadriye Mah.	38,39625	27,08463	131	121
30	Konak	Kadriye Mah.	38,40352	27,13726	158	146
31	Konak	Kadriye Mah.	38,4386	27,17886	99	91
32	Konak	26 Ağustos Mah.	38,4117	27,18148	154	142
33	Konak	26 Ağustos Mah.	38,42208	27,16135	114	105
34	Konak	26 Ağustos Mah.	38,40464	27,12339	231	213
35	Torbalı	29 Ekim Mah.	38,23907	27,29037	74	68
36	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,4165	27,63882	43	40
37	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,41462	27,64226	56	52
38	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,40787	27,58956	66	61
39	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,41548	27,63764	40	37

40	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,40404	27,53144	37	34
41	Kemalpaşa	29 Ekim Mah.	38,41429	27,19682	77	71
42	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40418	27,53199	49	45
43	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40836	27,58269	108	100
44	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41524	27,63861	66	61
45	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41026	27,58356	236	218
46	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41028	27,58352	104	96
47	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40755	27,58881	69	64
48	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41713	27,59405	34	31
49	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40753	27,58879	92	85
50	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41513	27,59487	71	65
51	Kemalpaşa	75.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40762	27,5888	75	69
52	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40939	27,51845	19	18
53	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40512	27,53145	42	39
54	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,39708	27,53055	60	55
55	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40231	27,53063	55	51
56	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40234	27,53026	195	180
57	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,4039	27,53068	103	95
58	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,40435	27,5315	37	34
59	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41309	27,59541	49	45
60	Kemalpaşa	85.Yıl Cumhuriyet Mah.	38,41609	27,63692	37	34
61	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36457	27,11866	71	65
62	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36488	27,11884	142	131
63	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,39242	27,11348	58	54
64	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36961	27,12002	96	89
65	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,38646	27,11931	155	143
66	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36837	27,1198	101	93
67	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36296	27,13561	64	59
68	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36262	27,1331	62	57
69	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,36655	27,1199	65	60
70	Karabağlar	Abdi İpekçi Mah.	38,3659	27,12025	98	90
71	Bayraklı	Adalet Mah.	38,4615	27,18184	48	44
72	Bayraklı	Adalet Mah.	38,46161	27,1818	146	135
73	Bayraklı	Adalet Mah.	38,47039	27,17791	41	38
74	Bayraklı	Adalet Mah.	38,46093	27,17237	133	123
75	Bayraklı	Adalet Mah.	38,46179	27,17483	53	49
76	Bayraklı	Adalet Mah.	38,4617	27,17501	116	107
77	Bayraklı	Adalet Mah.	38,46181	27,17684	68	63
78	Bayraklı	Adalet Mah.	38,46192	27,17666	83	77
79	Buca	Adatepe Mah.	38,38623	27,18419	120	111
80	Buca	Adatepe Mah.	38,38627	27,19117	143	132
81	Buca	Adatepe Mah.	38,34991	27,22138	101	93
82	Buca	Adatepe Mah.	38,3864	27,19199	71	65

83	Buca	Adatepe Mah.	38,38639	27,19202	126	116
84	Buca	Adatepe Mah.	38,38521	27,14754	78	72
85	Buca	Adatepe Mah.	38,38561	27,18962	140	129
86	Buca	Adatepe Mah.	38,38549	27,18973	104	96
87	Buca	Adatepe Mah.	38,38488	27,1903	96	89
88	Buca	Adatepe Mah.	38,3858	27,18459	67	62
89	Konak	Akarcalı Mah.	38,40695	27,11403	80	74
90	Konak	Akarcalı Mah.	38,418	27,14854	103	95
91	Konak	Akarcalı Mah.	38,4178	27,14859	180	166
92	Konak	Akarcalı Mah.	38,41537	27,15456	172	159
93	Konak	Akarcalı Mah.	38,41667	27,15465	105	97
94	Buca	Akıncılar Mah.	38,38843	27,15062	106	98
95	Buca	Akıncılar Mah.	38,38679	27,14705	158	146
96	Buca	Akıncılar Mah.	38,38637	27,148	137	126
97	Buca	Akıncılar Mah.	38,38616	27,14623	59	54
98	Buca	Akıncılar Mah.	38,3647	27,15063	50	46
99	Buca	Akıncılar Mah.	38,35837	27,14201	70	65
100	Buca	Akıncılar Mah.	38,38343	27,18232	78	72
101	Buca	Akıncılar Mah.	38,37919	27,18125	60	55
102	Gaziemir	Aktepe Mah.	38,35325	27,12704	91	84
103	Gaziemir	Aktepe Mah.	38,35335	27,12695	87	80
104	Gaziemir	Aktepe Mah.	38,35202	27,12807	59	54
105	Gaziemir	Aktepe Mah.	38,32296	27,14119	60	55
106	Gaziemir	Aktepe Mah.	38,30997	27,13879	54	50
107	Karşıyaka	Alaybey	38,46005	27,12171	31	29
108	Karşıyaka	Alaybey	38,45878	27,12254	41	38
109	Karşıyaka	Alaybey	38,45536	27,11913	50	46
110	Karşıyaka	Alaybey	38,46087	27,11663	57	53
111	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,37898	27,11065	258	238
112	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,37134	27,10076	118	109
113	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,37826	27,11104	137	126
114	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,37801	27,10954	120	111
115	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,3778	27,1081	159	147
116	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,39701	27,1283	75	69
117	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,38047	27,10823	293	270
118	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,38051	27,10817	116	107
119	Karabağlar	Ali Fuat Cebesoy Mah.	38,38615	27,12818	125	115
120	Bayraklı	Alpaslan Mah.	38,47585	27,18138	48	44
121	Bayraklı	Alpaslan Mah.	38,474	27,1625	85	78
122	Bayraklı	Alpaslan Mah.	38,47178	27,16278	48	44
123	Bayraklı	Alpaslan Mah.	38,47834	27,18453	82	76
124	Konak	Alsancak Mah.	38,43575	27,14425	60	55
125	Konak	Alsancak Mah.	38,40709	27,11387	90	83

126	Urla	Altıntaş Mah.	38,31965	26,75858	184	170
127	Urla	Altıntaş Mah.	38,32189	26,75226	110	101
128	Urla	Altıntaş Mah.	38,32037	26,75657	309	285
129	Urla	Altıntaş Mah.	38,3203	26,75708	108	100
130	Urla	Altıntaş Mah.	38,32026	26,75821	143	132
131	Urla	Altıntaş Mah.	38,31915	26,75824	79	73
132	Urla	Altıntaş Mah.	38,31832	26,76063	129	119
133	Urla	Altıntaş Mah.	38,31869	26,7585	71	65
134	Urla	Altıntaş Mah.	38,3201	26,75778	100	92
135	Urla	Altıntaş Mah.	38,32074	26,75843	140	129
136	Menderes	Altıntepe Mah.	38,22845	27,13901	63	58
137	Menderes	Altıntepe Mah.	38,24644	27,15077	49	45
138	Menderes	Altıntepe Mah.	38,24176	27,22705	47	43
139	Menderes	Altıntepe Mah.	38,23321	27,14739	32	30
140	Menderes	Altıntepe Mah.	38,24664	27,15081	69	64
141	Menderes	Altıntepe Mah.	38,24698	27,15091	41	38
142	Menderes	Altıntepe Mah.	38,25151	27,13435	40	37
143	Menderes	Altıntepe Mah.	38,26557	27,14893	80	74
144	Menderes	Altıntepe Mah.	38,01431	27,1261	44	41
145	Ödemiş	Anafartalar Mah.	38,23023	27,97844	43	40
146	Ödemiş	Anafartalar Mah.	38,23638	27,9818	44	41
147	Ödemiş	Anafartalar Mah.	38,23764	27,98133	52	48
148	Ödemiş	Anafartalar Mah.	38,22749	27,97265	62	57
149	Ödemiş	Anafartalar Mah.	38,23737	27,98298	46	42
150	Karabağlar	Arap Hasan Mah.	38,36316	27,10684	108	100
151	Çeşme	Ardıç Mah.	38,33523	26,39114	126	116
152	Çeşme	Ardıç Mah.	38,52737	26,61439	120	111
153	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,37921	27,13645	144	133
154	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,37704	27,12539	66	61
155	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,36753	27,1224	114	105
156	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,38472	27,13892	67	62
157	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,37615	27,10124	60	55
158	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,3838	27,13887	129	119
159	Karabağlar	Aşık Veysel Mah.	38,38349	27,13867	154	142
160	Konak	Atamer Mah.	38,41189	27,18194	164	151
161	Konak	Atamer Mah.	38,41479	27,16968	112	103
162	Konak	Atamer Mah.	38,41138	27,18034	177	163
163	Konak	Atamer Mah.	38,41284	27,16755	154	142
164	Konak	Atamer Mah.	38,40999	27,17892	185	171
165	Konak	Atamer Mah.	38,41052	27,17852	142	131
166	Konak	Atamer Mah.	38,41207	27,18263	122	113
167	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48369	27,05832	90	83
168	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48761	27,06147	159	147

169	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48366	27,05837	858	792
170	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48768	27,0616	71	65
171	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48759	27,06165	124	114
172	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,49567	27,05589	131	121
173	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48632	27,05763	110	101
174	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48372	27,05825	114	105
175	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48657	27,06184	92	85
176	Çiğli	Ataşehir Mah.	38,48736	27,06158	164	151
177	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15303	27,37346	76	70
178	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29163	27,17407	33	30
179	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29306	27,17297	336	310
180	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29315	27,17374	33	30
181	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29256	27,17287	21	19
182	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29241	27,17288	73	67
183	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,2924	27,17252	45	42
184	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29209	27,17251	37	34
185	Gaziemir	Atatürk Mah.	38,29155	27,17194	33	30
186	Selçuk	Atatürk Mah.	37,95134	27,36687	107	99
187	Selçuk	Atatürk Mah.	37,95105	27,36742	36	33
188	Selçuk	Atatürk Mah.	37,95177	27,36511	54	50
189	Selçuk	Atatürk Mah.	37,9506	27,36711	66	61
190	Selçuk	Atatürk Mah.	37,94999	27,36666	141	130
191	Torbalı	Atatürk Mah.	38,19973	27,23645	71	65
192	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15345	27,37365	72	66
193	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15313	27,37443	103	95
194	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15156	27,37348	46	42
195	Torbalı	Atatürk Mah.	38,18737	27,35763	52	48
196	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15141	27,37278	55	51
197	Torbalı	Atatürk Mah.	38,23959	27,29052	59	54
198	Torbalı	Atatürk Mah.	38,15421	27,37152	61	56
199	Buca	Atatürk Mah.	38,37829	27,18158	86	79
200	Buca	Atatürk Mah.	38,35736	27,14689	111	102
201	Buca	Atatürk Mah.	38,37794	27,18008	122	113
202	Buca	Atatürk Mah.	38,37987	27,18172	172	159
203	Buca	Atatürk Mah.	38,37071	27,15282	83	77
204	Buca	Atatürk Mah.	38,37887	27,1799	97	89
205	Buca	Atatürk Mah.	38,37923	27,18156	81	75
206	Buca	Atatürk Mah.	38,3734	27,14469	60	55
207	Foça	Atatürk Mah.	38,66308	26,74609	84	77
208	Foça	Atatürk Mah.	38,6636	26,74343	61	56
209	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79839	26,96622	60	55
210	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79931	26,96516	87	80
211	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79808	26,96316	298	275

212	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79566	26,96235	58	54
213	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,35707	26,88647	109	101
214	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,35693	26,88658	75	69
215	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,35657	26,88608	58	54
216	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,3566	26,88584	139	128
217	Bornova	Atatürk Mah.	38,4808	27,2016	51	47
218	Bornova	Atatürk Mah.	38,43985	27,20183	60	55
219	Bornova	Atatürk Mah.	38,46654	27,24855	65	60
220	Bornova	Atatürk Mah.	38,47665	27,19915	49	45
221	Bornova	Atatürk Mah.	38,47658	27,19774	49	45
222	Bornova	Atatürk Mah.	38,48026	27,21683	85	78
223	Bornova	Atatürk Mah.	38,47461	27,19829	57	53
224	Bornova	Atatürk Mah.	38,45018	27,24724	46	42
225	Bornova	Atatürk Mah.	38,42925	27,20291	51	47
226	Bornova	Atatürk Mah.	38,48066	27,20149	119	110
227	Bergama	Atatürk Mah.	39,1234	27,182	101	93
228	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79806	26,96514	75	69
229	Ödemiş	Atatürk Mah.	38,22595	27,96081	41	38
230	Ödemiş	Atatürk Mah.	38,22808	27,98066	103	95
231	Ödemiş	Atatürk Mah.	38,22804	27,98307	31	29
232	Foça	Atatürk Mah.	38,66177	26,75724	246	227
233	Foça	Atatürk Mah.	38,66329	26,75479	214	197
234	Foça	Atatürk Mah.	38,66318	26,75445	107	99
235	Beydağ	Atatürk Mah.	38,0891	28,21162	42	39
236	Beydağ	Atatürk Mah.	38,08913	28,21165	100	92
237	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79909	26,96358	66	61
238	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,35798	26,88797	127	117
239	Aliağa	Atatürk Mah.	38,80026	26,96484	230	212
240	Beydağ	Atatürk Mah.	38,08952	28,21225	66	61
241	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38722	27,01882	56	52
242	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79859	26,9668	57	53
243	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,3568	26,88853	41	38
244	Güzelbahçe	Atatürk Mah.	38,35687	26,88905	76	70
245	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79896	26,96321	80	74
246	Beydağ	Atatürk Mah.	38,09001	28,21087	73	67
247	Beydağ	Atatürk Mah.	38,08993	28,21087	37	34
248	Beydağ	Atatürk Mah.	38,08893	28,21225	41	38
249	Aliağa	Atatürk Mah.	38,79842	26,96469	62	57
250	Foça	Atatürk Mah.	38,66343	26,75016	53	49
251	Selçuk	Atatürk Mah.	37,94849	27,37957	43	40
252	Selçuk	Atatürk Mah.	37,9513	27,36729	55	51
253	Foça	Atatürk Mah.	38,66298	26,74762	71	65
254	Bornova	Atatürk Mah.	38,48237	27,19952	78	72

255	Bornova	Atatürk Mah.	38,48208	27,20209	29	27
256	Selçuk	Atatürk Mah.	37,95186	27,3772	49	45
257	Ödemiş	Atatürk Mah.	38,23578	27,98165	43	40
258	Narlidere	Atatürk Mah.	38,3892	27,0181	12	11
259	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38904	27,02031	29	27
260	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38669	27,01424	27	25
261	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38839	27,02047	63	58
262	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38868	27,02032	97	89
263	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38904	27,02078	34	31
264	Narlidere	Atatürk Mah.	38,38772	27,02007	97	89
265	Konak	Atilla Mah.	38,41341	27,16932	231	213
266	Konak	Atilla Mah.	38,40504	27,12465	167	154
267	Konak	Atilla Mah.	38,4045	27,1238	131	121
268	Konak	Atilla Mah.	38,40862	27,13452	148	137
269	Bergama	Atmaca Mah.	39,12165	27,17405	73	67
270	Bergama	Atmaca Mah.	39,12168	27,17411	52	48
271	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36285	27,10691	171	158
272	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36322	27,13356	118	109
273	Karabağlar	Aydın Mah.	38,37051	27,09942	119	110
274	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36285	27,13604	60	55
275	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36708	27,11975	64	59
276	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36272	27,13458	102	94
277	Karabağlar	Aydın Mah.	38,37685	27,13337	62	57
278	Karabağlar	Aydın Mah.	38,35328	27,0982	75	69
279	Karabağlar	Aydın Mah.	38,36305	27,13662	77	71
280	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,48871	27,08613	103	95
281	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,5021	27,08474	69	64
282	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49825	27,07727	64	59
283	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,4916	27,08421	76	70
284	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49077	27,08077	58	54
285	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49293	27,08244	89	82
286	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49278	27,08374	106	98
287	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49328	27,08415	165	152
288	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,49141	27,08612	89	82
289	Çiğli	Aydınlıkevler Mah.	38,50235	27,08505	87	80
290	Aliağa	B.Hayrettin Paşa Mah.	38,70087	27,02631	81	75
291	Karabağlar	Bahar Mah.	38,38323	27,12747	94	87
292	Karabağlar	Bahar Mah.	38,38394	27,13193	131	121
293	Karabağlar	Bahar Mah.	38,37808	27,12471	105	97
294	Karabağlar	Bahar Mah.	38,37618	27,12131	114	105
295	Karabağlar	Bahar Mah.	38,39328	27,12343	103	95
296	Karşıyaka	Bahçelievler Mah.	38,46384	27,12153	117	108
297	Karşıyaka	Bahçelievler Mah.	38,46443	27,12159	52	48

298	Karşıyaka	Bahçelievler Mah.	38,46516	27,11777	56	52
299	Karşıyaka	Bahçelievler Mah.	38,46445	27,11796	65	60
300	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,22953	27,29465	119	110
301	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23445	27,29397	120	111
302	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23361	27,29547	71	65
303	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23309	27,29648	118	109
304	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23152	27,29271	56	52
305	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23082	27,29155	245	226
306	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23392	27,29581	106	98
307	Torbalı	Bahçelievler Mah.	38,23201	27,29288	66	61
308	Karşıyaka	Bahçelievler Mah.	38,46415	27,11708	47	43
309	Karşıyaka	Bahriye Üçok Mah.	38,45096	27,11368	34	31
310	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,38012	27,10095	89	82
311	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,37843	27,10173	71	65
312	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,37123	27,12309	61	56
313	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,38032	27,10052	63	58
314	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,38188	27,10006	64	59
315	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,39311	27,08038	133	123
316	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,37907	27,10163	195	180
317	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,37752	27,13388	70	65
318	Karabağlar	Bahriye Üçok Mah.	38,37921	27,10169	118	109
319	Çiğli	Balatçık Mah.	38,5044	27,04441	153	141
320	Çiğli	Balatçık Mah.	38,50457	27,04466	71	65
321	Çiğli	Balatçık Mah.	38,53359	27,05185	37	34
322	Çiğli	Balatçık Mah.	38,5316	27,05371	65	60
323	Çiğli	Balatçık Mah.	38,51346	27,04432	74	68
324	Çiğli	Balatçık Mah.	38,51641	27,0379	57	53
325	Çiğli	Balatçık Mah.	38,50513	27,0437	65	60
326	Çiğli	Balatçık Mah.	38,51781	27,03828	70	65
327	Çiğli	Balatçık Mah.	38,50596	27,04463	94	87
328	Çiğli	Balatçık Mah.	38,50017	27,05652	43	40
329	Konak	Ballıkuyu Mah.	38,41557	27,14931	126	116
330	Konak	Ballıkuyu Mah.	38,41556	27,1495	137	126
331	Konak	Ballıkuyu Mah.	38,41542	27,14933	123	113
332	Konak	Ballıkuyu Mah.	38,41567	27,14988	67	62
333	Konak	Ballıkuyu Mah.	38,41627	27,15056	86	79
334	Menderes	Barbaros Mah.	38,2529	27,13463	29	27
335	Bornova	Barbaros Mah.	38,43879	27,20051	38	35
336	Bornova	Barbaros Mah.	38,45487	27,23973	98	90
337	Buca	Barış Mah.	38,37814	27,17881	111	102
338	Buca	Barış Mah.	38,35543	27,14898	111	102
339	Buca	Barış Mah.	38,39722	27,16318	68	63
340	Buca	Barış Mah.	38,39766	27,16385	96	89

341	Buca	Barış Mah.	38,39722	27,16362	98	90
342	Buca	Barış Mah.	38,39697	27,16211	69	64
343	Buca	Barış Mah.	38,39599	27,14602	189	174
344	Buca	Barış Mah.	38,36193	27,14757	61	56
345	Karabağlar	Barış Mah.	38,37754	27,12417	171	158
346	Karabağlar	Barış Mah.	38,38484	27,13194	200	185
347	Karabağlar	Barış Mah.	38,40192	27,11894	86	79
348	Karabağlar	Barış Mah.	38,39219	27,11361	105	97
349	Karabağlar	Barış Mah.	38,36752	27,12188	97	89
350	Karabağlar	Barış Mah.	38,37814	27,12481	184	170
351	Karabağlar	Barış Mah.	38,37764	27,12473	126	116
352	Karabağlar	Barış Mah.	38,37649	27,12566	103	95
353	Karabağlar	Basın Sitesi Mah.	38,38115	27,12729	58	54
354	Ödemiş	Bengisu Mah.	38,22034	27,97243	76	70
355	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,34108	27,13777	72	66
356	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33898	27,14134	204	188
357	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33838	27,14407	69	64
358	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33968	27,14136	78	72
359	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,3121	27,13513	94	87
360	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,29986	27,17697	77	71
361	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33887	27,14088	199	184
362	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,32314	27,12285	53	49
363	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33884	27,1408	111	102
364	Gaziemir	Beyazevler Mah.	38,33886	27,14101	127	117
365	Bornova	Birlik Mah.	38,4294	27,19601	203	187
366	Bornova	Birlik Mah.	38,44718	27,23318	56	52
367	Bornova	Birlik Mah.	38,45517	27,27221	43	40
368	Konak	Boğaziçi Mah.	38,42103	27,17005	206	190
369	Konak	Boğaziçi Mah.	38,42134	27,17038	57	53
370	Konak	Boğaziçi Mah.	38,40545	27,16068	72	66
371	Konak	Boğaziçi Mah.	38,41201	27,17721	214	197
372	Konak	Boğaziçi Mah.	38,42043	27,17005	101	93
373	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45483	27,10564	51	47
374	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45733	27,10614	46	42
375	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45483	27,10595	80	74
376	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45561	27,10611	80	74
377	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45442	27,1057	39	36
378	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45456	27,1054	39	36
379	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,46219	27,09445	44	41
380	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,46251	27,09536	41	38
381	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,45781	27,09847	32	30
382	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,46065	27,10291	68	63
383	Karşıyaka	Bostanlı Mah.	38,46089	27,10189	32	30

384	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,36207	27,13385	119	110
385	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,39835	27,10352	58	54
386	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,38696	27,12073	43	40
387	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,36872	27,11998	155	143
388	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,38759	27,12254	84	77
389	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,36031	27,08608	81	75
390	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,3893	27,12282	67	62
391	Karabağlar	Bozyaka Mah.	38,38872	27,12323	198	183
392	Menderes	Bulgurca Mah.	38,21185	27,23104	59	54
393	Menderes	Bulgurca Mah.	38,23837	27,21965	42	39
394	Menderes	Bulgurca Mah.	38,213	27,23098	28	26
395	Menderes	Bulgurca Mah.	38,2129	27,23062	87	80
396	Menderes	Bulgurca Mah.	38,01491	27,12574	39	36
397	Menderes	Bulgurca Mah.	38,21381	27,23111	54	50
398	Menderes	Bulgurca Mah.	38,25715	27,13036	34	31
399	Urla	Camiatik Mah.	38,31954	26,76822	189	174
400	Urla	Camiatik Mah.	38,32189	26,76782	77	71
401	Menemen	Camiikebir Mah.	38,61221	27,06919	49	45
402	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19757	26,83479	62	57
403	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19647	26,84115	198	183
404	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,16818	26,8096	41	38
405	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19741	26,83803	36	33
406	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,20237	26,84378	77	71
407	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19628	26,8366	30	28
408	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,2	26,8352	52	48
409	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19597	26,83614	60	55
410	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19806	26,83679	63	58
411	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,1983	26,8365	63	58
412	Seferihisar	Camiikebir Mah.	38,19794	26,83635	163	150
413	Çeşme	Celal Bayar Mah.	38,30603	26,37001	211	195
414	Çeşme	Celal Bayar Mah.	38,30585	26,37033	43	40
415	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,47525	27,12643	102	94
416	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,47634	27,16443	78	72
417	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,47268	27,13827	55	51
418	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,47635	27,16774	52	48
419	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,47237	27,13891	31	29
420	Bayraklı	Cengizhan Mah.	38,46344	27,18511	58	54
421	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,36425	27,12453	89	82
422	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,36522	27,09963	99	91
423	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,37215	27,12909	108	100
424	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,36043	27,08588	143	132
425	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,38773	27,12248	81	75
426	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,36113	27,08553	89	82

427	Karabağlar	Cennetçeşme Mah.	38,39278	27,11263	72	66
428	Karabağlar	Cennetoğlu Mah.	38,38894	27,12913	128	118
429	Seferihisar	Cumhuriyet Mah.	38,07185	26,92276	58	54
430	Seferihisar	Cumhuriyet Mah.	38,07351	26,90915	32	30
431	Karşıyaka	Cumhuriyet Mah.	38,46565	27,10567	65	60
432	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22378	27,97426	59	54
433	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22475	27,97491	70	65
434	Bayındır	Cumhuriyet Mah.	38,19689	27,55463	56	52
435	Seferihisar	Cumhuriyet Mah.	38,07015	26,92152	32	30
436	Seferihisar	Cumhuriyet Mah.	38,086	26,90797	33	30
437	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22331	27,97496	63	58
438	Bayındır	Cumhuriyet Mah.	38,19303	27,55011	45	42
439	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22517	27,96604	58	54
440	Bayındır	Cumhuriyet Mah.	38,19372	27,5535	104	96
441	Bayındır	Cumhuriyet Mah.	38,19388	27,5529	70	65
442	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22274	27,97756	34	31
443	Ödemiş	Cumhuriyet Mah.	38,22396	27,97582	72	66
444	Konak	Çahabey Mah.	38,41136	27,12742	105	97
445	Konak	Çahabey Mah.	38,39968	27,13295	95	88
446	Buca	Çaldıran Mah.	38,40286	27,14885	108	100
447	Buca	Çaldıran Mah.	38,41911	27,16787	66	61
448	Buca	Çaldıran Mah.	38,4019	27,14822	92	85
449	Buca	Çaldıran Mah.	38,40475	27,1482	137	126
450	Buca	Çaldıran Mah.	38,40484	27,14749	135	125
451	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,3895	27,12875	120	111
452	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39079	27,12899	121	112
453	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39859	27,12929	99	91
454	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,38882	27,08817	75	69
455	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39734	27,12846	207	191
456	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39725	27,12841	117	108
457	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39552	27,10955	122	113
458	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39016	27,14872	99	91
459	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39038	27,12827	130	120
460	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39042	27,12802	148	137
461	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39474	27,12754	62	57
462	Karabağlar	Çalığışu Mah.	38,39876	27,12854	126	116
463	Bornova	Çamkule Mah.	38,44857	27,30252	57	53
464	Bornova	Çamkule Mah.	38,47701	27,20254	85	78
465	Bornova	Çamkule Mah.	38,41312	27,18805	64	59
466	Buca	Çamlık Mah.	38,40361	27,15904	83	77
467	Buca	Çamlık Mah.	38,40403	27,15985	68	63
468	Buca	Çamlık Mah.	38,38826	27,15306	56	52
469	Buca	Çamlık Mah.	38,40303	27,15954	76	70

470	Buca	Çamlık Mah.	38,40354	27,15987	195	180
471	Buca	Çamlık Mah.	38,40357	27,16008	72	66
472	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37341	27,16619	44	41
473	Buca	Çamlıkule Mah.	38,40044	27,16471	100	92
474	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37304	27,16633	44	41
475	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37336	27,16525	180	166
476	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37358	27,16598	161	149
477	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37331	27,16581	53	49
478	Buca	Çamlıkule Mah.	38,37305	27,16404	121	112
479	Buca	Çamlıpınar Mah.	38,35818	27,14245	77	71
480	Buca	Çamlıpınar Mah.	38,36691	27,16853	84	77
481	Buca	Çamlıpınar Mah.	38,37487	27,17369	49	45
482	Konak	Çankaya Mah.	38,40528	27,10104	61	56
483	Konak	Çankaya Mah.	38,40431	27,10227	94	87
484	Konak	Çankaya Mah.	38,41564	27,13852	89	82
485	Konak	Çankaya Mah.	38,40353	27,10007	71	65
486	Konak	Çankaya Mah.	38,40432	27,1015	68	63
487	Konak	Çankaya Mah.	38,40253	27,09944	81	75
488	Torbalı	Çapak Mah.	38,1538	27,37196	52	48
489	Torbalı	Çapak Mah.	38,2341	27,35328	65	60
490	Torbalı	Çapak Mah.	38,15978	27,35795	53	49
491	Torbalı	Çapak Mah.	38,23325	27,3534	56	52
492	Torbalı	Çapak Mah.	38,2342	27,35365	43	40
493	Torbalı	Çapak Mah.	38,23458	27,35303	47	43
494	Torbalı	Çapak Mah.	38,23356	27,35345	69	64
495	Torbalı	Çapak Mah.	38,23317	27,3552	76	70
496	Torbalı	Çapak Mah.	38,13225	27,37628	83	77
497	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39052	27,00246	88	81
498	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39041	27,00246	186	172
499	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39212	27,00313	69	64
500	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39265	27,00085	101	93
501	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39276	27,00122	68	63
502	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39188	27,00259	76	70
503	Narlıdere	Çatalkaya Mah.	38,39354	27,00538	34	31
504	Bayraklı	Çay Mah.	38,47021	27,1802	40	37
505	Bayraklı	Çay Mah.	38,46957	27,12927	43	40
506	Bayraklı	Çay Mah.	38,48102	27,13034	41	38
507	Bayraklı	Çay Mah.	38,47124	27,18183	174	161
508	Bayraklı	Çay Mah.	38,47798	27,17574	60	55
509	Bayraklı	Çay Mah.	38,47654	27,18028	93	86
510	Bayraklı	Çay Mah.	38,47582	27,17336	93	86
511	Torbalı	Çaybaşı Mah.	38,15235	27,37175	59	54
512	Bornova	Çınar Mah.	38,44074	27,18665	120	111

513	Bornova	Çınar Mah.	38,44071	27,18731	27	25
514	Bornova	Çınar Mah.	38,42757	27,26982	118	109
515	Konak	Çınartepe Mah.	38,40952	27,18139	197	182
516	Konak	Çınartepe Mah.	38,40793	27,16438	140	129
517	Konak	Çınartepe Mah.	38,40813	27,18558	200	185
518	Konak	Çınartepe Mah.	38,41464	27,13851	149	137
519	Konak	Çınartepe Mah.	38,40814	27,1863	122	113
520	Konak	Çınartepe Mah.	38,40831	27,1843	151	139
521	Konak	Çınartepe Mah.	38,40824	27,18616	215	198
522	Konak	Çınartepe Mah.	38,40719	27,1847	126	116
523	Konak	Çınartepe Mah.	38,40706	27,18453	136	125
524	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,46633	27,16767	26	24
525	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,46847	27,16961	298	275
526	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,46925	27,17198	63	58
527	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,47804	27,17605	34	31
528	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,46805	27,16734	73	67
529	Bayraklı	Çiçek Mah.	38,47374	27,13428	43	40
530	Çeşme	Çiftlik Mah.	38,29313	26,27771	51	47
531	Çeşme	Çiftlik Mah.	38,30227	26,28495	90	83
532	Çeşme	Çiftlik Mah.	38,30198	26,28392	76	70
533	Çeşme	Dalyan Mah.	38,32705	26,30807	49	45
534	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35551	26,30926	55	51
535	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35571	26,30824	40	37
536	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35408	26,30509	58	54
537	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35635	26,31113	52	48
538	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35627	26,31083	129	119
539	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35627	26,31088	94	87
540	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35628	26,31079	66	61
541	Çeşme	Dalyan Mah.	38,35631	26,31113	40	37
542	Karşıyaka	Dedebaşı Mah.	38,48239	27,10119	65	60
543	Karşıyaka	Dedebaşı Mah.	38,46894	27,10328	44	41
544	Karşıyaka	Dedebaşı Mah.	38,48005	27,1136	66	61
545	Menemen	Değirmendere Mah.	38,6127	27,06746	51	47
546	Menemen	Değirmendere Mah.	38,62746	27,15138	49	45
547	Menemen	Değirmendere Mah.	38,62754	27,15182	367	339
548	Menemen	Değirmendere Mah.	38,61122	27,0698	49	45
549	Tire	Dere Mah.	38,08534	27,7424	125	115
550	Tire	Dere Mah.	38,49637	27,0932	42	39
551	Tire	Dere Mah.	38,08434	27,73918	70	65
552	Tire	Dere Mah.	38,08418	27,73948	102	94
553	Tire	Dere Mah.	38,08446	27,73951	86	79
554	Tire	Dere Mah.	38,08445	27,73998	144	133
555	Tire	Dere Mah.	38,08435	27,74021	56	52

556	Tire	Dere Mah.	38,08643	27,75682	60	55
557	Tire	Dere Mah.	38,0847	27,73837	179	165
558	Tire	Dere Mah.	38,08162	27,73906	79	73
559	Karabağlar	Devrim Mah.	38,38879	27,11541	171	158
560	Karabağlar	Devrim Mah.	38,40055	27,11008	108	100
561	Karabağlar	Devrim Mah.	38,38888	27,11447	104	96
562	Karabağlar	Devrim Mah.	38,39766	27,1289	122	113
563	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49548	27,15782	49	45
564	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49487	27,15928	73	67
565	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,4581	27,18544	43	40
566	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49675	27,15723	107	99
567	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49499	27,15705	37	34
568	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,47046	27,19714	47	43
569	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49836	27,15691	104	96
570	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,49773	27,15605	97	89
571	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,47297	27,18721	77	71
572	Bayraklı	Doğançay Mah.	38,47002	27,13929	86	79
573	Bornova	Doğanlar Mah.	38,43824	27,18472	53	49
574	Bornova	Doğanlar Mah.	38,43986	27,19016	46	42
575	Bornova	Doğanlar Mah.	38,44802	27,24754	35	32
576	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,35295	27,12717	60	55
577	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32438	27,13956	85	78
578	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32276	27,1407	59	54
579	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32313	27,13999	47	43
580	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,33939	27,14144	77	71
581	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32509	27,13789	124	114
582	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32549	27,14008	32	30
583	Gaziemir	Dokuz Eylül Mah.	38,32234	27,14001	32	30
584	Karşıyaka	Donanmacı Mah.	38,45689	27,11964	50	46
585	Karşıyaka	Donanmacı Mah.	38,46424	27,10929	34	31
586	Karşıyaka	Donanmacı Mah.	38,46445	27,12943	68	63
587	Karşıyaka	Donanmacı Mah.	38,45517	27,1181	72	66
588	Konak	Duatepe Mah.	38,43406	27,14044	85	78
589	Konak	Duatepe Mah.	38,40906	27,13472	164	151
590	Konak	Duatepe Mah.	38,40818	27,13344	78	72
591	Konak	Duatepe Mah.	38,43885	27,17921	148	137
592	Konak	Duatepe Mah.	38,40892	27,13496	198	183
593	Konak	Duatepe Mah.	38,4068	27,13839	106	98
594	Konak	Duatepe Mah.	38,4083	27,1349	144	133
595	Konak	Duatepe Mah.	38,40844	27,13569	229	211
596	Buca	Dumlupınar Mah.	38,38488	27,17367	223	206
597	Buca	Dumlupınar Mah.	38,38586	27,17257	275	254
598	Buca	Dumlupınar Mah.	38,38571	27,17292	205	189

599	Buca	Dumlupınar Mah.	38,39021	27,16306	58	54
600	Buca	Dumlupınar Mah.	38,38507	27,17478	69	64
601	Buca	Dumlupınar Mah.	38,38657	27,17314	185	171
602	Buca	Efeler Mah.	38,36891	27,19165	66	61
603	Buca	Efeler Mah.	38,39006	27,16935	56	52
604	Buca	Efeler Mah.	38,38815	27,15317	43	40
605	Buca	Efeler Mah.	38,40303	27,15925	56	52
606	Buca	Efeler Mah.	38,3868	27,15344	148	137
607	Buca	Efeler Mah.	38,38586	27,15382	29	27
608	Buca	Efeler Mah.	38,36323	27,15103	46	42
609	Balçova	Eğitim Mah.	38,38792	27,06195	142	131
610	Balçova	Eğitim Mah.	38,39	27,05996	51	47
611	Balçova	Eğitim Mah.	38,38949	27,06026	32	30
612	Balçova	Eğitim Mah.	38,38855	27,05336	77	71
613	Balçova	Eğitim Mah.	38,39379	27,04786	43	40
614	Balçova	Eğitim Mah.	38,39288	27,04747	60	55
615	Balçova	Eğitim Mah.	38,39262	27,0623	110	101
616	Balçova	Eğitim Mah.	38,39239	27,06492	50	46
617	Bayraklı	Emek Mah.	38,46946	27,13005	81	75
618	Bayraklı	Emek Mah.	38,47415	27,17857	43	40
619	Bayraklı	Emek Mah.	38,46937	27,17915	43	40
620	Bayraklı	Emek Mah.	38,47033	27,12701	55	51
621	Bayraklı	Emek Mah.	38,46817	27,16272	44	41
622	Bayraklı	Emek Mah.	38,4708	27,13226	59	54
623	Bayraklı	Emek Mah.	38,47197	27,1285	170	157
624	Bayraklı	Emek Mah.	38,4709	27,129	110	101
625	Bayraklı	Emek Mah.	38,47357	27,12848	92	85
626	Bayraklı	Emek Mah.	38,47195	27,1233	85	78
627	Konak	Emir Sultan Mah.	38,42057	27,16801	66	61
628	Gaziemir	Emrez Mah.	38,35598	27,13108	66	61
629	Gaziemir	Emrez Mah.	38,35633	27,13102	57	53
630	Gaziemir	Emrez Mah.	38,3563	27,13093	105	97
631	Gaziemir	Emrez Mah.	38,3619	27,13073	41	38
632	Gaziemir	Emrez Mah.	38,29987	27,17621	50	46
633	Gaziemir	Emrez Mah.	38,31143	27,13414	36	33
634	Gaziemir	Emrez Mah.	38,35666	27,13	71	65
635	Gaziemir	Emrez Mah.	38,35752	27,13038	44	41
636	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,15116	27,36458	53	49
637	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,16024	27,35763	174	161
638	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,19874	27,23629	91	84
639	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,15915	27,35801	72	66
640	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,12201	27,40095	68	63
641	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,15889	27,35953	109	101

642	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,1621	27,35923	209	193
643	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,24063	27,28276	75	69
644	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,16265	27,3587	58	54
645	Torbalı	Ertuğrul Mah.	38,15103	27,36129	80	74
646	Bornova	Erzene Mah.	38,47002	27,22266	34	31
647	Bornova	Erzene Mah.	38,41636	27,18936	57	53
648	Bornova	Erzene Mah.	38,45672	27,27281	61	56
649	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,60012	27,07715	127	117
650	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,58255	27,09691	68	63
651	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,68457	27,03568	48	44
652	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,59898	27,075	69	64
653	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,59765	27,07537	147	136
654	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,68314	27,03343	162	149
655	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,62708	27,15089	51	47
656	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,59627	27,07515	52	48
657	Menemen	Esatpaşa Mah.	38,58443	27,09162	30	28
658	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39526	27,11332	96	89
659	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39725	27,11466	115	106
660	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,38649	27,12559	129	119
661	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39758	27,11129	96	89
662	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39641	27,11495	78	72
663	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39681	27,11087	77	71
664	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,38714	27,08886	98	90
665	Karabağlar	Esenlik Mah.	38,39636	27,11479	160	148
666	Konak	Etiler Mah.	38,41553	27,18644	74	68
667	Konak	Etiler Mah.	38,42138	27,14464	46	42
668	Bornova	Evka 3 Mah.	38,45156	27,213	89	82
669	Bornova	Evka 3 Mah.	38,47208	27,24489	86	79
670	Bornova	Evka 3 Mah.	38,47684	27,19884	65	60
671	Bornova	Evka 3 Mah.	38,42261	27,19638	47	43
672	Bornova	Evka 3 Mah.	38,4733	27,24758	58	54
673	Bornova	Evka 3 Mah.	38,42061	27,19228	58	54
674	Bornova	Evka 3 Mah.	38,44812	27,30077	62	57
675	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,49592	27,06479	63	58
676	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,49934	27,07788	52	48
677	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50152	27,08385	113	104
678	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50166	27,08444	75	69
679	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50186	27,08427	215	198
680	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50087	27,05679	69	64
681	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50572	27,04672	130	120
682	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,52282	27,04435	87	80
683	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,4977	27,0834	112	103
684	Çiğli	Evka-2 Mah.	38,50259	27,08525	59	54

685	Aliağa	Fatih Mah.	38,70148	27,02653	200	185
686	Aliağa	Fatih Mah.	38,70215	27,0269	97	89
687	Bergama	Fatih Mah.	39,10042	27,17693	130	120
688	Bergama	Fatih Mah.	39,11878	27,17667	59	54
689	Bergama	Fatih Mah.	39,09768	27,15276	86	79
690	Bergama	Fatih Mah.	39,10392	27,17521	161	149
691	Bergama	Fatih Mah.	39,10367	27,17406	70	65
692	Aliağa	Fatih Mah.	38,70026	27,01955	111	102
693	Aliağa	Fatih Mah.	38,70188	27,02382	231	213
694	Aliağa	Fatih Mah.	38,80481	26,97854	127	117
695	Kınık	Fatih Mah.	39,0903	27,38402	163	150
696	Kınık	Fatih Mah.	39,09029	27,38396	183	169
697	Kınık	Fatih Mah.	39,09026	27,38404	30	28
698	Bayındır	Fatih Mah.	38,21654	27,65065	58	54
699	Kınık	Fatih Mah.	39,08724	27,38626	45	42
700	Kınık	Fatih Mah.	39,08726	27,38625	101	93
701	Kınık	Fatih Mah.	39,08981	27,38527	58	54
702	Kınık	Fatih Mah.	39,08981	27,3853	86	79
703	Aliağa	Fatih Mah.	38,70009	27,02027	131	121
704	Aliağa	Fatih Mah.	38,7888	26,97435	53	49
705	Aliağa	Fatih Mah.	38,79996	26,96469	162	149
706	Aliağa	Fatih Mah.	38,70588	26,99953	81	75
707	Kınık	Fatih Mah.	39,08959	27,38412	674	622
708	Kınık	Fatih Mah.	39,08954	27,38412	63	58
709	Kınık	Fatih Mah.	39,08957	27,38411	278	256
710	Konak	Ferahlı Mah.	38,40628	27,16466	256	236
711	Konak	Ferahlı Mah.	38,40651	27,16475	107	99
712	Konak	Ferahlı Mah.	38,41275	27,17493	140	129
713	Konak	Ferahlı Mah.	38,41587	27,17109	86	79
714	Konak	Ferahlı Mah.	38,40994	27,16467	95	88
715	Konak	Ferahlı Mah.	38,41053	27,16374	193	178
716	Konak	Ferahlı Mah.	38,41151	27,16444	1057	975
717	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,23941	27,29088	35	32
718	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,1328	27,37651	48	44
719	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,24084	27,28475	73	67
720	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,13347	27,3762	59	54
721	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,1619	27,35853	75	69
722	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,23956	27,28732	57	53
723	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,15426	27,37125	61	56
724	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,23714	27,31918	74	68
725	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,23957	27,28803	76	70
726	Torbalı	Fevzi Çakmak Mah.	38,15027	27,36403	57	53
727	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38879	27,06016	77	71

728	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38775	27,05546	22	20
729	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38621	27,0535	54	50
730	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38862	27,05446	31	29
731	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38747	27,05361	24	22
732	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38811	27,05383	44	41
733	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38809	27,05386	31	29
734	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38836	27,0542	39	36
735	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38793	27,05421	35	32
736	Balçova	Fevzi Çakmak Mah.	38,38898	27,05228	36	33
737	Bergama	Fevzi Çakmak Mah.	39,12426	27,1752	104	96
738	Bergama	Fevzi Çakmak Mah.	39,1058	27,19482	36	33
739	Buca	Fırat Mah.	38,38999	27,16198	60	55
740	Buca	Fırat Mah.	38,35956	27,14186	55	51
741	Buca	Fırat Mah.	38,37419	27,1445	25	23
742	Buca	Fırat Mah.	38,37356	27,14373	38	35
743	Buca	Fırat Mah.	38,39385	27,14605	61	56
744	Buca	Fırat Mah.	38,35951	27,14301	60	55
745	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,48873	27,13702	47	43
746	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,47681	27,13042	50	46
747	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,4706	27,16264	132	122
748	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,4756	27,17263	62	57
749	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,47139	27,16163	56	52
750	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,47608	27,17842	30	28
751	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,47131	27,13893	44	41
752	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,46798	27,16195	127	117
753	Bayraklı	Fuat Edip Baksi	38,47873	27,12856	36	33
754	Gaziemir	Gazi Mah.	38,32401	27,13044	107	99
755	Gaziemir	Gazi Mah.	38,32514	27,1331	86	79
756	Gaziemir	Gazi Mah.	38,32477	27,13182	134	124
757	Gaziemir	Gazi Mah.	38,32527	27,13462	46	42
758	Gaziemir	Gazi Mah.	38,32524	27,13398	42	39
759	Gaziemir	Gazi Mah.	38,33092	27,13442	89	82
760	Karabağlar	Gazi Mah.	38,39555	27,1102	152	140
761	Karabağlar	Gazi Mah.	38,36975	27,10719	138	127
762	Karabağlar	Gazi Mah.	38,36961	27,10788	138	127
763	Karabağlar	Gazi Mah.	38,38857	27,11439	134	124
764	Karabağlar	Gazi Mah.	38,36953	27,10811	172	159
765	Karabağlar	Gazi Mah.	38,37247	27,10609	111	102
766	Karabağlar	Gazi Mah.	38,37773	27,12605	104	96
767	Karabağlar	Gazi Mah.	38,36985	27,09882	113	104
768	Karabağlar	Gazi Mah.	38,36853	27,10886	97	89
769	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,5826	26,97292	88	81

770	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,58246	26,9731	43	40
771	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,57849	26,97114	71	65
772	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,57686	26,97189	52	48
773	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,57915	26,97412	52	48
774	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,57582	26,97132	50	46
775	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,58275	26,97014	32	30
776	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,58269	26,97031	79	73
777	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,62914	27,16598	40	37
778	Menemen	Gazi Mustafa Kemal Mah.	38,58186	26,97252	43	40
779	Bornova	Gazi Osman Paşa Mah.	38,43426	27,19788	52	48
780	Bornova	Gazi Osman Paşa Mah.	38,43261	27,19352	82	76
781	Bornova	Gazi Osman Paşa Mah.	38,43308	27,19841	109	101
782	Gaziemir	Gazikent Mah.	38,31299	27,14112	42	39
783	Gaziemir	Gazikent Mah.	38,31241	27,14074	42	39
784	Gaziemir	Gazikent Mah.	38,35176	27,1264	54	50
785	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,39011	27,08029	81	75
786	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,37791	27,12434	86	79
787	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,38401	27,13216	69	64
788	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,38782	27,08063	78	72
789	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,38522	27,08007	65	60
790	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,38452	27,07899	55	51
791	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,36391	27,10256	61	56
792	Karabağlar	General Kazım Özalp Mah.	38,37699	27,13139	87	80
793	Karşıyaka	Goncilar Mah.	38,465	27,10443	54	50
794	Karşıyaka	Goncilar Mah.	38,46475	27,10333	51	47
795	Karşıyaka	Goncilar Mah.	38,46096	27,11895	40	37
796	Karşıyaka	Goncilar Mah.	38,46391	27,10769	62	57
797	Buca	Göksu Mah.	38,36631	27,15072	33	30
798	Buca	Göksu Mah.	38,36997	27,15255	37	34
799	Buca	Göksu Mah.	38,3765	27,16754	74	68
800	Buca	Göksu Mah.	38,38653	27,14535	50	46
801	Buca	Göksu Mah.	38,3641	27,1509	20	18
802	Buca	Göksu Mah.	38,36617	27,16911	49	45
803	Buca	Göksu Mah.	38,36529	27,15011	72	66

804	Buca	Göksu Mah.	38,34821	27,22541	33	30
805	Buca	Göksu Mah.	38,36931	27,19108	43	40
806	Buca	Göksu Mah.	38,36327	27,14162	71	65
807	Buca	Göksu Mah.	38,3725	27,16529	100	92
808	Buca	Göksu Mah.	38,36315	27,14156	59	54
809	Buca	Göksu Mah.	38,36383	27,14158	42	39
810	Buca	Göksu Mah.	38,36282	27,1423	190	175
811	Buca	Göksu Mah.	38,36316	27,14276	35	32
812	Buca	Göksu Mah.	38,36333	27,14309	41	38
813	Menderes	Gölcükler Mah.	38,25289	27,13469	83	77
814	Menderes	Gölcükler Mah.	38,26321	27,1458	156	144
815	Menderes	Gölcükler Mah.	38,26197	27,13765	80	74
816	Menderes	Gölcükler Mah.	38,25933	27,14438	228	210
817	Menderes	Gölcükler Mah.	38,26312	27,14547	34	31
818	Menderes	Gölcükler Mah.	38,26468	27,14598	70	65
819	Menderes	Gölcükler Mah.	38,2621	27,1425	255	235
820	Menderes	Gölcükler Mah.	38,26088	27,14553	144	133
821	Menderes	Gölcükler Mah.	38,25793	27,14269	94	87
822	Urla	Gülbahçe Mah.	38,3323	26,64583	81	75
823	Urla	Gülbahçe Mah.	38,32324	26,75879	94	87
824	Urla	Gülbahçe Mah.	38,33151	26,64532	89	82
825	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08686	27,01482	55	51
826	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08688	27,015	60	55
827	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,21574	27,23171	34	31
828	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08471	27,01372	65	60
829	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08493	27,01354	36	33
830	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08501	27,01471	54	50
831	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08514	27,01476	43	40
832	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08573	27,0161	43	40
833	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,07981	27,0125	34	31
834	Menderes	Gümüldür Atatürk Mah.	38,08455	27,01531	29	27
835	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47579	27,17204	31	29
836	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47392	27,13427	69	64
837	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,46855	27,13255	53	49
838	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,45594	27,18053	32	30
839	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,49096	27,154	86	79
840	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,46962	27,12275	44	41
841	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47039	27,1386	44	41
842	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,4809	27,13044	119	110
843	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47889	27,1733	51	47
844	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47581	27,17631	49	45
845	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47319	27,13768	38	35
846	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,46261	27,18607	101	93

847	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,4731	27,1367	55	51
848	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47641	27,16801	55	51
849	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47121	27,13542	492	454
850	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47494	27,1344	59	54
851	Bayraklı	Gümüşpala Mah.	38,47978	27,12949	39	36
852	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,39344	27,10697	98	90
853	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,38906	27,08946	95	88
854	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,39029	27,08075	87	80
855	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,38899	27,08831	94	87
856	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,38006	27,11572	163	150
857	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37198	27,11783	145	134
858	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,39384	27,07739	146	135
859	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,38497	27,13029	121	112
860	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37604	27,12131	143	132
861	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,39308	27,1244	114	105
862	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37631	27,12208	169	156
863	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37221	27,11976	148	137
864	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,372	27,1191	137	126
865	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37209	27,11757	122	113
866	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,37995	27,11588	145	134
867	Karabağlar	Günaltay Mah.	38,38417	27,13291	86	79
868	Konak	Güney Mah.	38,42189	27,16328	65	60
869	Konak	Güney Mah.	38,42295	27,16012	58	54
870	Konak	Güney Mah.	38,42191	27,1604	54	50
871	Konak	Güney Mah.	38,40753	27,1133	114	105
872	Bornova	Gürpınar Mah.	38,45145	27,23783	69	64
873	Bornova	Gürpınar Mah.	38,44048	27,18376	118	109
874	Bornova	Gürpınar Mah.	38,42662	27,27013	83	77
875	Bornova	Gürpınar Mah.	38,42747	27,26961	167	154
876	Bornova	Gürpınar Mah.	38,42423	27,26456	118	109
877	Bornova	Gürpınar Mah.	38,42756	27,27039	79	73
878	Bornova	Gürpınar Mah.	38,4429	27,24378	60	55
879	Bornova	Gürpınar Mah.	38,43036	27,27636	129	119
880	Bornova	Gürpınar Mah.	38,42834	27,19561	43	40
881	Buca	Güven Mah.	38,39662	27,14922	121	112
882	Buca	Güven Mah.	38,39642	27,15111	62	57
883	Buca	Güven Mah.	38,39597	27,14953	57	53
884	Buca	Güven Mah.	38,36625	27,1503	37	34
885	Buca	Güven Mah.	38,39615	27,14907	41	38
886	Urla	Güvendik Mah.	38,39519	26,74479	44	41
887	Urla	Güvendik Mah.	38,39449	26,74576	39	36
888	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,498	27,07532	82	76
889	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,50009	27,07873	81	75

890	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,49977	27,07811	58	54
891	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,50031	27,08325	52	48
892	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,49809	27,05888	64	59
893	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,49677	27,0579	73	67
894	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,49838	27,07752	119	110
895	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,49776	27,07702	93	86
896	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,4974	27,0682	51	47
897	Çiğli	Güzeltepe Mah.	38,52333	27,04648	67	62
898	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39837	27,07938	50	46
899	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39793	27,07952	82	76
900	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39666	27,07981	91	84
901	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39597	27,08201	91	84
902	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39643	27,08476	137	126
903	Konak	Güzelyalı Mah.	38,39619	27,08698	156	144
904	Konak	Güzelyalı Mah.	38,40389	27,13586	131	121
905	Foça	Hacıveli Mah.	38,66057	26,8476	39	36
906	Foça	Hacıveli Mah.	38,66077	26,85285	45	42
907	Foça	Hacıveli Mah.	38,66478	26,85087	431	398
908	Foça	Hacıveli Mah.	38,65636	26,86193	622	574
909	Foça	Hacıveli Mah.	38,65881	26,85859	97	89
910	Foça	Hacıveli Mah.	38,66996	26,85371	60	55
911	Foça	Hacıveli Mah.	38,66276	26,87994	58	54
912	Foça	Hacıveli Mah.	38,65958	26,85669	102	94
913	Foça	Hacıveli Mah.	38,65874	26,85599	76	70
914	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,5186	27,0376	65	60
915	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,53163	27,05358	60	55
916	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,53134	27,05334	55	51
917	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,49586	27,05463	122	113
918	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,53283	27,04992	82	76
919	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,533	27,05002	46	42
920	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,53227	27,0519	48	44
921	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,50512	27,04373	37	34
922	Çiğli	Harmandalı Gazi Mustafa K Mah.	38,53192	27,05298	51	47
923	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19077	26,83602	81	75
924	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19024	26,83815	29	27
925	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19221	26,83836	67	62
926	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19162	26,83806	26	24
927	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19014	26,83797	56	52

928	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,1994	26,84167	29	27
929	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19979	26,8451	44	41
930	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19158	26,83517	59	54
931	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19377	26,83993	56	52
932	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,1741	26,80869	38	35
933	Seferihisar	Hıdırlık Mah.	38,19844	26,83991	41	38
934	Tire	Hürriyet Mah.	37,86923	27,60784	69	64
935	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,29867	27,17698	67	62
936	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,30598	27,14068	39	36
937	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,35648	27,13114	50	46
938	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,3008	27,17632	104	96
939	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,29914	27,17741	119	110
940	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,29947	27,17686	67	62
941	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,30059	27,17629	33	30
942	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,29661	27,16506	106	98
943	Gaziemir	Hürriyet Mah.	38,3257	27,13859	77	71
944	Buca	Hürriyet Mah.	38,39822	27,14877	64	59
945	Buca	Hürriyet Mah.	38,3977	27,16363	189	174
946	Buca	Hürriyet Mah.	38,3955	27,14464	116	107
947	Buca	Hürriyet Mah.	38,39423	27,14645	64	59
948	Buca	Hürriyet Mah.	38,3975	27,15979	61	56
949	Tire	Hürriyet Mah.	38,08679	27,73758	68	63
950	Tire	Hürriyet Mah.	38,08258	27,7365	60	55
951	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,22276	27,97756	85	78
952	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,22378	27,97511	34	31
953	Buca	Hürriyet Mah.	38,39431	27,14646	34	31
954	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,22174	27,97735	32	30
955	Tire	Hürriyet Mah.	38,10699	27,72791	54	50
956	Tire	Hürriyet Mah.	38,09956	27,69238	51	47
957	Tire	Hürriyet Mah.	38,09898	27,72914	43	40
958	Tire	Hürriyet Mah.	38,08276	27,72557	58	54
959	Tire	Hürriyet Mah.	38,07773	27,7344	99	91
960	Tire	Hürriyet Mah.	38,08101	27,72184	40	37
961	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,23679	27,97787	36	33
962	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,22128	27,97694	67	62
963	Ödemiş	Hürriyet Mah.	38,22126	27,97693	102	94
964	Tire	Hürriyet Mah.	38,08949	27,74186	64	59
965	Menemen	İrmak Mah.	38,59084	27,07945	146	135
966	Menemen	İrmak Mah.	38,59104	27,07921	80	74
967	Menemen	İrmak Mah.	38,60757	27,07617	65	60
968	Menemen	İrmak Mah.	38,58988	27,08087	45	42
969	Menemen	İrmak Mah.	38,68289	27,03512	55	51
970	Menemen	İrmak Mah.	38,61057	27,07072	69	64

971	Menemen	İrmak Mah.	38,5908	27,08123	69	64
972	Menemen	İrmak Mah.	38,59058	27,0802	133	123
973	Menemen	İrmak Mah.	38,59088	27,08074	61	56
974	Menemen	İrmak Mah.	38,61092	27,07121	38	35
975	Bornova	İşıklar Mah.	38,42096	27,19616	69	64
976	Bornova	İşıklar Mah.	38,43047	27,27412	43	40
977	Urla	İçmeler Mah.	38,30985	26,67927	263	243
978	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,36738	27,12153	87	80
979	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,36795	27,12374	123	113
980	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,35089	27,0978	68	63
981	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,37976	27,11529	87	80
982	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,37761	27,10736	75	69
983	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,3671	27,12172	78	72
984	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,3782	27,12379	97	89
985	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,38364	27,09731	114	105
986	Karabağlar	İhsan Alyanak Mah.	38,37407	27,09887	73	67
987	Tire	İhsaniye Mah.	38,0886	27,74453	209	193
988	Tire	İhsaniye Mah.	38,08872	27,74443	86	79
989	Tire	İhsaniye Mah.	38,0886	27,74434	75	69
990	Tire	İhsaniye Mah.	38,0889	27,74348	46	42
991	Tire	İhsaniye Mah.	38,08489	27,7248	102	94
992	Tire	İhsaniye Mah.	38,08938	27,74668	45	42
993	Tire	İhsaniye Mah.	38,08918	27,74571	127	117
994	Tire	İhsaniye Mah.	38,0895	27,74536	70	65
995	Buca	İnkılap Mah.	38,38919	27,14962	52	48
996	Buca	İnkılap Mah.	38,37673	27,17833	51	47
997	Bergama	İnkılap Mah.	39,11932	27,18091	69	64
998	Ödemiş	İnönü Mah.	38,2045	27,81875	36	33
999	Buca	İnönü Mah.	38,35225	27,2249	51	47
1000	Buca	İnönü Mah.	38,38608	27,14703	70	65
1001	Buca	İnönü Mah.	38,4019	27,16439	77	71
1002	Buca	İnönü Mah.	38,36133	27,14183	79	73
1003	Buca	İnönü Mah.	38,37813	27,18059	83	77
1004	Buca	İnönü Mah.	38,39019	27,15913	55	51
1005	Buca	İnönü Mah.	38,40088	27,16474	73	67
1006	Buca	İnönü Mah.	38,37761	27,15017	61	56
1007	Buca	İnönü Mah.	38,37359	27,14478	60	55
1008	Buca	İnönü Mah.	38,36192	27,14618	103	95
1009	Buca	İnönü Mah.	38,37323	27,14426	61	56
1010	Buca	İnönü Mah.	38,36219	27,14822	61	56
1011	Buca	İnönü Mah.	38,36172	27,14656	85	78
1012	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23201	27,97425	27	25
1013	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23701	27,97593	41	38

1014	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23757	27,97674	61	56
1015	Bornova	İnönü Mah.	38,47584	27,20952	66	61
1016	Bornova	İnönü Mah.	38,47572	27,20918	108	100
1017	Bornova	İnönü Mah.	38,41316	27,18774	85	78
1018	Bornova	İnönü Mah.	38,48069	27,21763	80	74
1019	Bornova	İnönü Mah.	38,47983	27,21667	50	46
1020	Bornova	İnönü Mah.	38,48268	27,21167	110	101
1021	Bornova	İnönü Mah.	38,47858	27,20806	48	44
1022	Bornova	İnönü Mah.	38,48567	27,20268	41	38
1023	Bornova	İnönü Mah.	38,48674	27,20553	41	38
1024	Bornova	İnönü Mah.	38,47939	27,20764	41	38
1025	Bornova	İnönü Mah.	38,48583	27,20436	96	89
1026	Bornova	İnönü Mah.	38,4877	27,20431	38	35
1027	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23783	27,97748	56	52
1028	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23615	27,97847	64	59
1029	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23691	27,97576	29	27
1030	Ödemiş	İnönü Mah.	38,23763	27,97578	36	33
1031	Ödemiş	İnönü Mah.	38,22447	27,9585	77	71
1032	Urla	İskele Mah.	38,36789	26,76366	742	684
1033	Urla	İskele Mah.	38,36554	26,76808	80	74
1034	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32543	26,30729	242	223
1035	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32535	26,3075	117	108
1036	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32559	26,30793	78	72
1037	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32552	26,30792	109	101
1038	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32537	26,3083	84	77
1039	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32483	26,30813	98	90
1040	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32454	26,30753	41	38
1041	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32503	26,30748	156	144
1042	Çeşme	İsmet İnönü Mah.	38,32265	26,31631	71	65
1043	Konak	İsmet Paşa Mah.	38,40986	27,16127	53	49
1044	Konak	İsmet Paşa Mah.	38,42071	27,16999	72	66
1045	Konak	İsmet Paşa Mah.	38,40502	27,16088	98	90
1046	Konak	İsmet Paşa Mah.	38,4069	27,16255	533	492
1047	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,07356	26,89144	43	40
1048	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,11838	26,86237	56	52
1049	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,11748	26,86171	131	121
1050	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,07535	26,8903	39	36
1051	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,11791	26,86249	45	42
1052	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,06723	26,89311	57	53
1053	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,07119	26,89344	78	72
1054	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,08499	26,8851	192	177
1055	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,07518	26,8919	69	64
1056	Dikili	İsmet Paşa Mah.	39,0755	26,89097	35	32

1057	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48172	27,36034	68	63
1058	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48179	27,36095	64	59
1059	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48069	27,3624	24	22
1060	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48111	27,36183	54	50
1061	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,431	27,41247	86	79
1062	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,4801	27,36375	125	115
1063	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48053	27,36461	100	92
1064	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,43182	27,41081	45	42
1065	Kemalpaşa	İstiklal Mah.	38,48114	27,3643	55	51
1066	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23324	28,20516	136	125
1067	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23268	28,20571	25	23
1068	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23112	28,20487	59	54
1069	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23519	28,20466	41	38
1070	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23493	28,20499	42	39
1071	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23432	28,20538	80	74
1072	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23431	28,20545	86	79
1073	Kiraz	İstiklal Mah.	38,23494	28,20591	27	25
1074	Konak	Kadifekale Mah.	38,41735	27,14715	203	187
1075	Konak	Kadifekale Mah.	38,41006	27,17763	145	134
1076	Konak	Kadifekale Mah.	38,41692	27,14695	165	152
1077	Konak	Kadifekale Mah.	38,41585	27,1471	85	78
1078	Konak	Kadifekale Mah.	38,41428	27,14365	230	212
1079	Konak	Kadifekale Mah.	38,41393	27,14323	172	159
1080	Konak	Kadifekale Mah.	38,41449	27,14867	182	168
1081	Konak	Kadifekale Mah.	38,41503	27,14869	118	109
1082	Konak	Kadifekale Mah.	38,41609	27,17156	84	77
1083	Konak	Kadifekale Mah.	38,41725	27,14576	111	102
1084	Güzelbahçe	Kahramandere Mah.	38,34325	26,86823	55	51
1085	Güzelbahçe	Kahramandere Mah.	38,37607	26,8891	33	30
1086	Güzelbahçe	Kahramandere Mah.	38,35499	26,87561	53	49
1087	Güzelbahçe	Kahramandere Mah.	38,35577	26,87549	70	65
1088	Güzelbahçe	Kahramandere Mah.	38,34903	26,87933	132	122
1089	Urla	Kalabak Mah.	38,35406	26,80402	99	91
1090	Urla	Kalabak Mah.	38,35459	26,80353	68	63
1091	Urla	Kalabak Mah.	38,35697	26,81677	273	252
1092	Urla	Kalabak Mah.	38,3668	26,82635	63	58
1093	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,38567	27,08036	69	64
1094	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,39298	27,1247	131	121
1095	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,39609	27,10998	86	79
1096	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,38437	27,13224	189	174
1097	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,37741	27,12411	200	185
1098	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,38391	27,13096	183	169
1099	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,38365	27,13203	98	90

1100	Karabağlar	Karabağlar Mah.	38,38367	27,13176	139	128
1101	Bornova	Karacaoğlan Mah.	38,44565	27,20674	105	97
1102	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25769	27,12819	104	96
1103	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25703	27,12901	70	65
1104	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25855	27,12667	57	53
1105	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,60748	27,07528	113	104
1106	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25674	27,12969	68	63
1107	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25694	27,12949	48	44
1108	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,2565	27,12933	31	29
1109	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,25758	27,1295	147	136
1110	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,60881	27,07527	56	52
1111	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,60656	27,07644	108	100
1112	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,61042	27,07479	50	46
1113	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,57517	27,06629	57	53
1114	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,60773	27,07545	67	62
1115	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,59047	27,07855	65	60
1116	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,607	27,07571	56	52
1117	Menemen	Kasımpaşa Mah.	38,58279	27,09309	65	60
1118	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,08303	27,01106	34	31
1119	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,01694	27,12831	50	46
1120	Menderes	Kasımpaşa Mah.	38,24033	27,22077	77	71
1121	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,19621	27,24061	204	188
1122	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,38646	27,11942	58	54
1123	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,39232	27,07806	91	84
1124	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,39388	27,11328	71	65
1125	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,39414	27,11362	85	78
1126	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,39164	27,11425	45	42
1127	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,38909	27,11359	105	97
1128	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,15374	27,37417	71	65
1129	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,20015	27,236	87	80
1130	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,19827	27,23543	134	124
1131	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,15041	27,36591	53	49
1132	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,20105	27,23529	64	59
1133	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,37863	27,11056	118	109
1134	Karabağlar	Kazım Karabekir Mah.	38,36214	27,08632	72	66
1135	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,1624	27,36068	80	74
1136	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,16148	27,3587	91	84
1137	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,13228	27,37689	89	82
1138	Torbalı	Kazım Karabekir Mah.	38,19917	27,23738	98	90
1139	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,46001	27,21333	34	31
1140	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,46101	27,21461	70	65
1141	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,42942	27,20301	89	82
1142	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,45497	27,23997	171	158

1143	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,44912	27,21191	98	90
1144	Bornova	Kazım Dirik Mah.	38,45078	27,2472	53	49
1145	Konak	Kemal Reis Mah.	38,41879	27,15361	80	74
1146	Konak	Kemal Reis Mah.	38,43626	27,14454	90	83
1147	Konak	Kemal Reis Mah.	38,40751	27,11434	117	108
1148	Konak	Kemal Reis Mah.	38,41287	27,16813	114	105
1149	Konak	Kemal Reis Mah.	38,40744	27,11258	124	114
1150	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,43536	27,27869	131	121
1151	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,43054	27,26841	214	197
1152	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,43277	27,27824	77	71
1153	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,43157	27,27557	64	59
1154	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,43152	27,27591	136	125
1155	Bornova	Kemalpaşa Mah.	38,47681	27,20096	60	55
1156	Tire	Ketenci Mah.	38,08474	27,72484	90	83
1157	Tire	Ketenci Mah.	38,08472	27,72488	47	43
1158	Tire	Ketenci Mah.	38,08473	27,72493	39	36
1159	Tire	Ketenci Mah.	38,09577	27,7244	154	142
1160	Tire	Ketenci Mah.	38,08509	27,72463	32	30
1161	Tire	Ketenci Mah.	38,08493	27,72477	150	138
1162	Tire	Ketenci Mah.	38,08471	27,72489	48	44
1163	Tire	Ketenci Mah.	38,08816	27,7453	102	94
1164	Tire	Ketenci Mah.	38,08494	27,74016	42	39
1165	Menemen	Kır Mah.	38,58232	27,09875	40	37
1166	Menemen	Kır Mah.	38,62541	27,16648	51	47
1167	Menemen	Kır Mah.	38,55782	27,21899	33	30
1168	Menemen	Kır Mah.	38,62687	27,16628	189	174
1169	Menemen	Kır Mah.	38,6261	27,16611	273	252
1170	Menemen	Kır Mah.	38,62686	27,16611	94	87
1171	Bornova	Kızılay Mah.	38,47438	27,21846	48	44
1172	Bornova	Kızılay Mah.	38,4719	27,22109	137	126
1173	Bornova	Kızılay Mah.	38,47394	27,21714	44	41
1174	Bornova	Kızılay Mah.	38,47354	27,21644	73	67
1175	Bornova	Kızılay Mah.	38,47497	27,21644	67	62
1176	Bornova	Kızılay Mah.	38,47493	27,21559	44	41
1177	Konak	Kocakapı Mah.	38,41904	27,15589	59	54
1178	Konak	Kocakapı Mah.	38,41805	27,1517	55	51
1179	Konak	Kocatepe Mah.	38,40788	27,1296	125	115
1180	Konak	Kocatepe Mah.	38,40839	27,12986	127	117
1181	Konak	Kocatepe Mah.	38,40812	27,13019	109	101
1182	Konak	Kocatepe Mah.	38,40828	27,18524	149	137
1183	Konak	Kocatepe Mah.	38,40782	27,12993	139	128
1184	Balçova	Korutürk Mah.	38,39278	27,04664	64	59
1185	Balçova	Korutürk Mah.	38,40507	27,04507	37	34

1186	Balçova	Korutürk Mah.	38,39397	27,05999	43	40
1187	Balçova	Korutürk Mah.	38,3937	27,04672	42	39
1188	Balçova	Korutürk Mah.	38,39386	27,04763	53	49
1189	Balçova	Korutürk Mah.	38,39366	27,04578	48	44
1190	Balçova	Korutürk Mah.	38,39271	27,04729	46	42
1191	Balçova	Korutürk Mah.	38,39176	27,05959	60	55
1192	Bornova	Koşukavak Mah.	38,42207	27,20292	39	36
1193	Bornova	Koşukavak Mah.	38,46839	27,23746	89	82
1194	Bornova	Koşukavak Mah.	38,428	27,20266	51	47
1195	Bornova	Koşukavak Mah.	38,42802	27,20136	40	37
1196	Bornova	Koşukavak Mah.	38,42121	27,20136	51	47
1197	Buca	Kozağaç Mah.	38,38043	27,16929	45	42
1198	Buca	Kozağaç Mah.	38,40302	27,16884	43	40
1199	Buca	Kozağaç Mah.	38,38062	27,16979	66	61
1200	Buca	Kozağaç Mah.	38,38033	27,16791	95	88
1201	Buca	Kozağaç Mah.	38,3908	27,17108	66	61
1202	Buca	Kozağaç Mah.	38,37763	27,17183	77	71
1203	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49735	27,06698	86	79
1204	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49718	27,06574	214	197
1205	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49676	27,06484	123	113
1206	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49702	27,06527	94	87
1207	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49746	27,06773	52	48
1208	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49759	27,07588	51	47
1209	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,50019	27,08292	63	58
1210	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49642	27,06594	163	150
1211	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,4967	27,06619	90	83
1212	Çiğli	Köyiçi Mah.	38,49721	27,06708	59	54
1213	Konak	Kubilay Mah.	38,41744	27,14627	129	119
1214	Konak	Kubilay Mah.	38,41775	27,14635	229	211
1215	Konak	Kubilay Mah.	38,40007	27,13386	111	102
1216	Konak	Kubilay Mah.	38,41719	27,14542	248	229
1217	Konak	Kubilay Mah.	38,41691	27,14513	206	190
1218	Konak	Kubilay Mah.	38,41667	27,14553	392	362
1219	Konak	Kubilay Mah.	38,41918	27,14027	136	125
1220	Konak	Kubilay Mah.	38,41667	27,14562	128	118
1221	Konak	Kubilay Mah.	38,41842	27,14615	110	101
1222	Konak	Kubilay Mah.	38,41649	27,14363	1165	1075
1223	Bayındır	Kurt Mah.	38,22322	27,64912	62	57
1224	Bayındır	Kurt Mah.	38,22343	27,64933	120	111
1225	Bayındır	Kurt Mah.	38,22303	27,65002	41	38
1226	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,38653	27,19069	101	93
1227	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,37797	27,17277	66	61
1228	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,36842	27,19152	69	64

1229	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,39227	27,18029	36	33
1230	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,36351	27,14163	43	40
1231	Buca	Kuruçeşme Mah.	38,36847	27,19205	23	21
1232	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,48883	27,0846	64	59
1233	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,49799	27,05926	174	161
1234	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,49569	27,05494	60	55
1235	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,49848	27,05933	43	40
1236	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,50151	27,0559	31	29
1237	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,49769	27,06046	140	129
1238	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,50592	27,04392	43	40
1239	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,50059	27,05691	70	65
1240	Çiğli	Küçük Çiğli Mah.	38,48953	27,08321	69	64
1241	Konak	Kültür Mah.	38,4093	27,1345	85	78
1242	Konak	Kültür Mah.	38,43473	27,1444	38	35
1243	Aliağa	Kültür Mah.	38,80728	26,97839	141	130
1244	Aliağa	Kültür Mah.	38,80579	26,97812	777	717
1245	Aliağa	Kültür Mah.	38,80617	26,97791	51	47
1246	Aliağa	Kültür Mah.	38,7014	27,02618	113	104
1247	Aliağa	Kültür Mah.	38,8056	26,97863	96	89
1248	Aliağa	Kültür Mah.	38,80577	26,9768	57	53
1249	Aliağa	Kültür Mah.	38,80575	26,97495	159	147
1250	Aliağa	Kültür Mah.	38,70217	27,02558	127	117
1251	Aliağa	Kültür Mah.	38,80544	26,9793	88	81
1252	Aliağa	Kültür Mah.	38,80668	26,98088	54	50
1253	Konak	Levent Mah.	38,41632	27,16462	174	161
1254	Konak	Levent Mah.	38,41938	27,16635	267	246
1255	Konak	Levent Mah.	38,4196	27,1675	152	140
1256	Konak	Levent Mah.	38,41777	27,16481	187	173
1257	Konak	Levent Mah.	38,4173	27,16505	214	197
1258	Konak	Levent Mah.	38,41371	27,18402	141	130
1259	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,37677	27,10318	92	85
1260	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,37565	27,09788	213	196
1261	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,38257	27,13962	60	55
1262	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,36805	27,12299	73	67
1263	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,37336	27,09783	77	71
1264	Karabağlar	Limontepe Mah.	38,36231	27,12629	60	55
1265	Foça	M. K. Atatürk Mh.	38,73292	26,83637	77	71
1266	Bergama	Maltepe Mah.	39,11304	27,17707	67	62
1267	Bergama	Maltepe Mah.	39,11122	27,176	75	69
1268	Bergama	Maltepe Mah.	39,11055	27,17925	99	91
1269	Bergama	Maltepe Mah.	39,11876	27,17692	133	123
1270	Bergama	Maltepe Mah.	39,10683	27,17617	115	106
1271	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,46805	27,16783	43	40

1272	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,45832	27,183	83	77
1273	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,45811	27,18338	64	59
1274	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,47676	27,16819	58	54
1275	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,47289	27,13738	101	93
1276	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,47537	27,1259	74	68
1277	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,46227	27,18671	58	54
1278	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,46206	27,18642	61	56
1279	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,46862	27,1365	32	30
1280	Bayraklı	Manavkuyu Mah.	38,46064	27,19588	127	117
1281	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,46766	27,08256	57	53
1282	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,46677	27,09145	59	54
1283	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,46829	27,07015	31	29
1284	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,47246	27,07836	64	59
1285	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,46993	27,08312	53	49
1286	Karşıyaka	Mavişehir Mah.	38,46907	27,08142	157	145
1287	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,42476	27,42038	63	58
1288	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,42858	27,41838	72	66
1289	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,43007	27,41862	60	55
1290	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,42979	27,41953	203	187
1291	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,43119	27,41955	372	343
1292	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,43095	27,41867	60	55
1293	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,43104	27,41895	60	55
1294	Kemalpaşa	Mehmet Akif Ersoy Mah.	38,42672	27,42065	37	34
1295	Konak	Mehmet Ali Akman Mah.	38,3961	27,07769	68	63
1296	Konak	Mehmet Ali Akman Mah.	38,39593	27,0781	116	107
1297	Konak	Mehmet Ali Akman Mah.	38,39494	27,07795	64	59
1298	Konak	Mehmet Ali Akman Mah.	38,39825	27,07804	103	95
1299	Konak	Mehmet Ali Akman Mah.	38,39702	27,07497	63	58
1300	Gaziemir	Menderes Mah.	38,29651	27,16623	35	32
1301	Gaziemir	Menderes Mah.	38,29806	27,16537	38	35
1302	Gaziemir	Menderes Mah.	38,2965	27,16554	101	93
1303	Gaziemir	Menderes Mah.	38,29895	27,17773	106	98
1304	Gaziemir	Menderes Mah.	38,2942	27,16906	28	26
1305	Gaziemir	Menderes Mah.	38,29499	27,16849	137	126
1306	Gaziemir	Menderes Mah.	38,29537	27,16813	13	12
1307	Buca	Menderes Mah.	38,38869	27,1738	132	122

1308	Buca	Menderes Mah.	38,38911	27,17356	53	49
1309	Buca	Menderes Mah.	38,40366	27,14826	66	61
1310	Buca	Menderes Mah.	38,40052	27,16455	54	50
1311	Buca	Menderes Mah.	38,38644	27,15375	56	52
1312	Buca	Menderes Mah.	38,39818	27,14863	85	78
1313	Buca	Menderes Mah.	38,24626	27,13466	34	31
1314	Buca	Menderes Mah.	38,3904	27,1593	31	29
1315	Bornova	Meriç Mah.	38,44234	27,19517	37	34
1316	Bornova	Meriç Mah.	38,4218	27,19434	177	163
1317	Bornova	Meriç Mah.	38,42148	27,19452	69	64
1318	Bornova	Meriç Mah.	38,38185	27,18271	53	49
1319	Bornova	Meriç Mah.	38,4473	27,23788	58	54
1320	Bornova	Meriç Mah.	38,42048	27,19219	73	67
1321	Bornova	Meriç Mah.	38,42431	27,18353	70	65
1322	Bornova	Merkez Mah.	38,41798	27,20288	32	30
1323	Bornova	Merkez Mah.	38,41615	27,20287	57	53
1324	Karaburun	Merkez Mah.	38,63758	26,50924	59	54
1325	Karaburun	Merkez Mah.	38,63828	26,51137	33	30
1326	Karaburun	Merkez Mah.	38,638	26,51121	39	36
1327	Karaburun	Merkez Mah.	38,63807	26,51117	19	18
1328	Karaburun	Merkez Mah.	38,63806	26,51124	49	45
1329	Karaburun	Merkez Mah.	38,63716	26,50695	34	31
1330	Karaburun	Merkez Mah.	38,6372	26,50701	79	73
1331	Karaburun	Merkez Mah.	38,6423	26,51026	87	80
1332	Menemen	Mermerli Mah.	38,59089	27,08131	69	64
1333	Menemen	Mermerli Mah.	38,6105	27,07175	54	50
1334	Menemen	Mermerli Mah.	38,60875	27,06593	85	78
1335	Menemen	Mermerli Mah.	38,59043	27,08113	38	35
1336	Menemen	Mermerli Mah.	38,61019	27,06973	39	36
1337	Menemen	Mermerli Mah.	38,68316	27,03511	64	59
1338	Menemen	Mermerli Mah.	38,59679	27,07533	51	47
1339	Menemen	Mermerli Mah.	38,61176	27,0693	109	101
1340	Menemen	Mermerli Mah.	38,61074	27,0699	86	79
1341	Menemen	Mermerli Mah.	38,61976	27,15251	49	45
1342	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,08583	26,96459	55	51
1343	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,0864	26,96487	20	18
1344	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,08802	26,96548	27	25
1345	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,08652	26,96515	65	60
1346	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,08641	26,96472	33	30
1347	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,19931	26,84176	70	65
1348	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,19778	26,83644	73	67
1349	Seferihisar	Mersin Alanı Mah.	38,08718	26,96404	38	35
1350	Konak	Mersinli Mah.	38,43887	27,17663	69	64

1351	Konak	Mersinli Mah.	38,43815	27,17745	68	63
1352	Konak	Mersinli Mah.	38,39962	27,13297	150	138
1353	Konak	Mersinli Mah.	38,4046	27,12617	148	137
1354	Konak	Mersinli Mah.	38,40369	27,1362	99	91
1355	Karabağlar	Metin Oktay Mah.	38,39005	27,09601	61	56
1356	Bornova	Mevlana Mah.	38,4475	27,2979	42	39
1357	Bornova	Mevlana Mah.	38,42857	27,19666	56	52
1358	Bornova	Mevlana Mah.	38,45494	27,2714	58	54
1359	Bornova	Mevlana Mah.	38,44755	27,23147	84	77
1360	Bornova	Mevlana Mah.	38,4248	27,23117	69	64
1361	Bornova	Mevlana Mah.	38,42287	27,22716	43	40
1362	Konak	Millet Mah.	38,41597	27,18183	122	113
1363	Menderes	Mithatpaşa Mah.	38,40086	27,12891	81	75
1364	Menderes	Mithatpaşa Mah.	38,25048	27,14225	97	89
1365	Menderes	Mithatpaşa Mah.	38,0152	27,12651	35	32
1366	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,38174	27,09998	133	123
1367	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,3934	27,07809	84	77
1368	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,3937	27,07725	76	70
1369	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,37879	27,1167	146	135
1370	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,39265	27,07896	112	103
1371	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,39231	27,1135	91	84
1372	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,39235	27,07887	92	85
1373	Karabağlar	Muammer Akar Mah.	38,39359	27,0784	112	103
1374	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47692	27,17343	121	112
1375	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,46959	27,13062	43	40
1376	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47509	27,17743	112	103
1377	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47242	27,13918	49	45
1378	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,46848	27,13226	69	64
1379	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47856	27,17413	62	57
1380	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47043	27,18069	93	86
1381	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47155	27,16107	62	57
1382	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47659	27,16762	31	29
1383	Bayraklı	Muhittin Erener Mah.	38,47536	27,17297	51	47
1384	Konak	Murat Mah.	38,41561	27,184	135	125
1385	Konak	Murat Mah.	38,41647	27,18548	102	94
1386	Konak	Murat Mah.	38,42157	27,14709	74	68
1387	Konak	Murat Mah.	38,41554	27,18528	98	90
1388	Konak	Murat Mah.	38,41537	27,18571	157	145
1389	Konak	Murat Mah.	38,41313	27,18499	83	77
1390	Konak	Murat Mah.	38,41618	27,16467	141	130
1391	Konak	Murat Mah.	38,41604	27,18199	231	213
1392	Konak	Murat Reis Mah.	38,40452	27,105	67	62
1393	Konak	Murat Reis Mah.	38,4086	27,11892	77	71

1394	Buca	Murathan Mah.	38,39817	27,19885	146	135
1395	Buca	Murathan Mah.	38,39842	27,19818	201	185
1396	Buca	Murathan Mah.	38,39777	27,19859	69	64
1397	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,23076	27,3513	83	77
1398	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,11844	27,40785	48	44
1399	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,1328	27,37618	83	77
1400	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,13174	27,37651	52	48
1401	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,24483	27,27255	59	54
1402	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,14635	27,40278	44	41
1403	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,19902	27,23673	89	82
1404	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,13148	27,37596	58	54
1405	Torbalı	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,13262	27,37591	112	103
1406	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73444	26,83774	43	40
1407	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73668	26,83327	87	80
1408	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73818	26,83992	92	85
1409	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73713	26,84076	122	113
1410	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,75853	26,84005	98	90
1411	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73397	26,83897	55	51
1412	Foça	Mustafa Kemal Atatürk Mah.	38,73277	26,8385	90	83
1413	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,39223	27,17883	45	42
1414	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,35891	27,14136	51	47
1415	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,39739	27,16237	111	102
1416	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,39688	27,15968	111	102
1417	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,36818	27,15966	68	63
1418	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,38554	27,15413	46	42
1419	Buca	Mustafa Kemal Mah.	38,35466	27,15121	111	102
1420	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,24781	27,27211	57	53
1421	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,24872	27,27178	96	89
1422	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,24853	27,27133	34	31
1423	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,24699	27,2719	80	74
1424	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,13224	27,37839	44	41
1425	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa	38,24565	27,27544	90	83

		Mah.				
1426	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,13453	27,37811	59	54
1427	Torbalı	Mustafa Kemal Paşa Mah.	38,24406	27,27404	79	73
1428	Bornova	Naldöken Mah.	38,46582	27,24982	58	54
1429	Bornova	Naldöken Mah.	38,46415	27,21691	61	56
1430	Bornova	Naldöken Mah.	38,4506	27,22299	43	40
1431	Bornova	Naldöken Mah.	38,45343	27,271	71	65
1432	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39232	27,006	60	55
1433	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39222	27,00277	34	31
1434	Narlıdere	Narlı Mah.	38,38955	27,00562	46	42
1435	Narlıdere	Narlı Mah.	38,38657	27,00823	144	133
1436	Narlıdere	Narlı Mah.	38,3942	27,00702	36	33
1437	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39215	27,00638	50	46
1438	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39397	27,00684	74	68
1439	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39192	27,00777	77	71
1440	Narlıdere	Narlı Mah.	38,39227	27,00583	44	41
1441	Narlıdere	Narlı Mah.	38,3902	27,00739	35	32
1442	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,2362	27,22892	52	48
1443	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,23666	27,22963	62	57
1444	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,2332	27,14741	47	43
1445	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,2384	27,22635	88	81
1446	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,2429	27,22739	42	39
1447	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,23786	27,22333	74	68
1448	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,23695	27,22262	114	105
1449	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,25619	27,13074	77	71
1450	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,23815	27,22012	24	22
1451	Menderes	Oğlananası Cumhuriyet Mah.	38,2124	27,23146	42	39
1452	Bayraklı	Onur Mah.	38,48519	27,1372	44	41
1453	Bayraklı	Onur Mah.	38,49297	27,13774	93	86
1454	Bayraklı	Onur Mah.	38,48305	27,13324	75	69
1455	Bayraklı	Onur Mah.	38,48767	27,13596	141	130
1456	Bayraklı	Onur Mah.	38,49759	27,15732	47	43
1457	Bayraklı	Onur Mah.	38,48684	27,13678	61	56
1458	Bayraklı	Onur Mah.	38,48703	27,13599	42	39
1459	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47158	27,1287	59	54
1460	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47645	27,17496	69	64
1461	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,49509	27,15659	43	40

1462	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47746	27,14066	65	60
1463	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47031	27,13838	51	47
1464	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47745	27,14127	47	43
1465	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47776	27,14044	29	27
1466	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47781	27,18389	35	32
1467	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47895	27,1773	54	50
1468	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,47911	27,13424	75	69
1469	Bayraklı	Org.Nafiz Gürman Mah.	38,48093	27,13606	121	112
1470	Menderes	Orta Mah.	38,01514	27,12668	51	47
1471	Menderes	Orta Mah.	38,05314	27,05247	41	38
1472	Menderes	Orta Mah.	38,05301	27,05161	62	57
1473	Menderes	Orta Mah.	38,05037	27,05235	61	56
1474	Menderes	Orta Mah.	38,05071	27,05367	86	79
1475	Menderes	Orta Mah.	38,05261	27,05194	87	80
1476	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47243	27,18682	113	104
1477	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47077	27,16335	47	43
1478	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47313	27,16386	48	44
1479	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47331	27,16547	82	76
1480	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47816	27,18408	118	109
1481	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,46771	27,16157	36	33
1482	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47766	27,1835	76	70
1483	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47762	27,13442	35	32
1484	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47796	27,18476	75	69
1485	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47306	27,18379	49	45
1486	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,49502	27,15463	77	71
1487	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47307	27,18737	48	44
1488	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,46646	27,17563	99	91
1489	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47011	27,18365	94	87
1490	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47116	27,18512	34	31
1491	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47125	27,19057	97	89
1492	Bayraklı	Osmangazi Mah.	38,47194	27,19234	54	50
1493	Karşıyaka	Örnekköy Mah.	38,4775	27,11448	60	55
1494	Karşıyaka	Örnekköy Mah.	38,49103	27,10449	66	61
1495	Karşıyaka	Örnekköy Mah.	38,47967	27,10863	55	51
1496	Karşıyaka	Örnekköy Mah.	38,47986	27,10645	309	285
1497	Karşıyaka	Örnekköy Mah.	38,47982	27,10542	47	43
1498	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,24609	27,15129	44	41
1499	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,05157	27,04719	51	47
1500	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,01701	27,12779	35	32
1501	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,02413	27,12988	38	35
1502	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,01611	27,12701	197	182
1503	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,01621	27,12674	45	42
1504	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,25779	27,13034	50	46

1505	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,21315	27,2305	39	36
1506	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,25357	27,13703	35	32
1507	Menderes	Özdere Cumhuriyet Mah.	38,01697	27,1288	75	69
1508	Karabağlar	Özgür Mah.	38,37206	27,12967	55	51
1509	Karabağlar	Özgür Mah.	38,36325	27,12687	23	21
1510	Karabağlar	Özgür Mah.	38,36471	27,1037	94	87
1511	Karabağlar	Özgür Mah.	38,36315	27,12662	36	33
1512	Karabağlar	Özgür Mah.	38,38681	27,08098	61	56
1513	Karabağlar	Özgür Mah.	38,36475	27,10109	38	35
1514	Karabağlar	Özgür Mah.	38,36114	27,08959	99	91
1515	Torbalı	Pamukyazı Mah.	38,15957	27,35969	68	63
1516	Torbalı	Pamukyazı Mah.	38,14979	27,36612	49	45
1517	Torbalı	Pamukyazı Mah.	38,12057	27,40509	292	269
1518	Torbalı	Pamukyazı Mah.	38,11972	27,40689	65	60
1519	Torbalı	Pamukyazı Mah.	38,2394	27,29036	48	44
1520	Karabağlar	Peker Mah.	38,36273	27,12546	93	86
1521	Karabağlar	Peker Mah.	38,37233	27,12579	89	82
1522	Karabağlar	Peker Mah.	38,36082	27,12557	32	30
1523	Karabağlar	Peker Mah.	38,36332	27,12706	115	106
1524	Karabağlar	Peker Mah.	38,36458	27,10188	23	21
1525	Karabağlar	Peker Mah.	38,36951	27,12007	58	54
1526	Karabağlar	Peker Mah.	38,36274	27,12683	83	77
1527	Karabağlar	Peker Mah.	38,36317	27,10405	36	33
1528	Karabağlar	Peker Mah.	38,37552	27,09759	60	55
1529	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47464	27,17811	29	27
1530	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47604	27,18039	47	43
1531	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47043	27,18072	93	86
1532	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47657	27,1801	184	170
1533	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47799	27,18331	48	44
1534	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47465	27,17814	45	42
1535	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47592	27,17884	40	37
1536	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,46742	27,16137	30	28
1537	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47599	27,1801	33	30
1538	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47849	27,17483	65	60
1539	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47896	27,17428	335	309
1540	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47125	27,18175	60	55
1541	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47859	27,17256	78	72
1542	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,4782	27,17556	51	47
1543	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,4665	27,1746	51	47
1544	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,46965	27,1729	34	31
1545	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47786	27,13394	54	50
1546	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47468	27,12814	31	29
1547	Bayraklı	R.Şevket İnce Mah.	38,47918	27,17671	109	101

1548	Bornova	Rafet Paşa Mah.	38,44054	27,19246	61	56
1549	Bornova	Rafet Paşa Mah.	38,43822	27,1927	54	50
1550	Bornova	Rafet Paşa Mah.	38,43886	27,19931	121	112
1551	Bornova	Rafet Paşa Mah.	38,43896	27,20142	105	97
1552	Bornova	Rafet Paşa Mah.	38,43691	27,18668	38	35
1553	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,3778	27,10939	125	115
1554	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,36314	27,13361	171	158
1555	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,36217	27,10672	104	96
1556	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,38963	27,11354	218	201
1557	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,39199	27,12541	105	97
1558	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,3865	27,1126	132	122
1559	Karabağlar	Refet Bele Mah.	38,36928	27,10681	134	124
1560	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,38471	27,13875	114	105
1561	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,38309	27,09471	85	78
1562	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,38322	27,09637	74	68
1563	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,38179	27,09638	188	173
1564	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,38005	27,0983	109	101
1565	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,37912	27,09611	146	135
1566	Karabağlar	Salih Omurtak Mah.	38,37846	27,0958	95	88
1567	Dikili	Salimbey Mah.	39,06684	26,88612	54	50
1568	Dikili	Salimbey Mah.	39,06693	26,89062	163	150
1569	Dikili	Salimbey Mah.	39,0677	26,8907	113	104
1570	Dikili	Salimbey Mah.	39,06771	26,89071	71	65
1571	Dikili	Salimbey Mah.	39,0678	26,89334	68	63
1572	Dikili	Salimbey Mah.	39,06659	26,89167	49	45
1573	Dikili	Salimbey Mah.	39,07056	26,89415	57	53
1574	Dikili	Salimbey Mah.	39,0659	26,88392	83	77
1575	Dikili	Salimbey Mah.	39,06699	26,89366	54	50
1576	Dikili	Salimbey Mah.	39,06734	26,89035	91	84
1577	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38545	27,12962	157	145
1578	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38897	27,12848	116	107
1579	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38865	27,11531	125	115
1580	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38626	27,1265	121	112
1581	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38572	27,12863	116	107
1582	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,39701	27,11145	129	119
1583	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,37924	27,11614	121	112
1584	Karabağlar	Sarıyer Mah.	38,38596	27,12721	192	177
1585	Konak	Saygı Mah.	38,41232	27,17678	207	191
1586	Konak	Saygı Mah.	38,42035	27,17005	214	197
1587	Konak	Saygı Mah.	38,41368	27,17351	365	337
1588	Konak	Saygı Mah.	38,40958	27,18108	140	129
1589	Konak	Saygı Mah.	38,41084	27,17448	195	180
1590	Konak	Saygı Mah.	38,41066	27,1768	192	177

1591	Konak	Saygı Mah.	38,40717	27,13763	145	134
1592	Konak	Saygı Mah.	38,40894	27,17806	321	296
1593	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43393	27,41112	56	52
1594	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43028	27,41155	62	57
1595	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,48198	27,35955	86	79
1596	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43159	27,41619	39	36
1597	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43193	27,41487	51	47
1598	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43235	27,41334	46	42
1599	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43247	27,41281	58	54
1600	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,43233	27,41366	128	118
1601	Kemalpaşa	Sekiz Eylül Mah.	38,48116	27,36331	45	42
1602	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37781	27,12825	112	103
1603	Karabağlar	Selvili Mah.	38,3676	27,1231	87	80
1604	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37728	27,12472	103	95
1605	Karabağlar	Selvili Mah.	38,38655	27,11911	119	110
1606	Karabağlar	Selvili Mah.	38,36949	27,10711	104	96
1607	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37617	27,13279	116	107
1608	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37839	27,12615	121	112
1609	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37679	27,12619	74	68
1610	Karabağlar	Selvili Mah.	38,37743	27,12568	128	118
1611	Karabağlar	Selvili Mah.	38,38205	27,13959	66	61
1612	Bornova	Serintepe Mah.	38,42231	27,19547	122	113
1613	Bornova	Serintepe Mah.	38,42812	27,27296	69	64
1614	Bornova	Serintepe Mah.	38,42274	27,19496	69	64
1615	Bornova	Serintepe Mah.	38,46735	27,2489	47	43
1616	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,31496	27,13132	55	51
1617	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,31222	27,13299	58	54
1618	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,31336	27,13195	24	22
1619	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,2998	27,17632	39	36
1620	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,33958	27,14131	94	87
1621	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,30899	27,13911	48	44
1622	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,35686	27,1313	36	33
1623	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,31016	27,13583	95	88
1624	Gaziemir	Sevgi Mah.	38,30791	27,13643	57	53
1625	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42431	27,42625	48	44
1626	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42413	27,42766	33	30
1627	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42827	27,41977	63	58
1628	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42459	27,42259	48	44
1629	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42443	27,42226	59	54
1630	Kemalpaşa	Soğukpınar Mah.	38,42443	27,425	38	35
1631	Ödemiş	Süleyman Demirel Mah.	38,24214	27,98687	64	59
1632	Ödemiş	Süleyman Demirel Mah.	38,24234	27,98902	40	37
1633	Ödemiş	Süleyman Demirel Mah.	38,24236	27,98904	47	43

1634	Ödemiş	Süleyman Demirel Mah.	38,2421	27,98689	69	64
1635	Ödemiş	Süleyman Demirel Mah.	38,22063	27,96749	48	44
1636	Konak	Süvari Mah.	38,4145	27,13932	75	69
1637	Konak	Süvari Mah.	38,40877	27,12018	75	69
1638	Konak	Süvari Mah.	38,40752	27,13038	149	137
1639	Konak	Süvari Mah.	38,40134	27,13238	107	99
1640	Konak	Süvari Mah.	38,40384	27,10305	89	82
1641	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,38751	27,08958	56	52
1642	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,3867	27,09202	101	93
1643	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,37865	27,11513	95	88
1644	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,39295	27,12627	94	87
1645	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,38775	27,08851	117	108
1646	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,37721	27,1261	119	110
1647	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,37365	27,1046	158	146
1648	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,38819	27,08869	76	70
1649	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,36282	27,13346	75	69
1650	Karabağlar	Şehitler Mah.	38,37816	27,11282	98	90
1651	Torbalı	Şehitler Mah.	38,14575	27,40273	63	58
1652	Torbalı	Şehitler Mah.	38,14454	27,40546	82	76
1653	Torbalı	Şehitler Mah.	38,14578	27,40569	99	91
1654	Torbalı	Şehitler Mah.	38,24693	27,27959	44	41
1655	Karşıyaka	Şemikler Mah.	38,47668	27,09057	173	160
1656	Karşıyaka	Şemikler Mah.	38,47292	27,09221	27	25
1657	Karşıyaka	Şemikler Mah.	38,47103	27,09511	43	40
1658	Karşıyaka	Şemikler Mah.	38,47352	27,09935	56	52
1659	Karşıyaka	Şemikler Mah.	38,47215	27,09758	41	38
1660	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49305	27,0676	59	54
1661	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49308	27,06727	98	90
1662	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49425	27,06752	28	26
1663	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,50108	27,07955	67	62
1664	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,4944	27,07088	56	52
1665	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49551	27,07204	80	74
1666	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49394	27,06963	55	51
1667	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49567	27,05386	42	39
1668	Çiğli	Şirintepe Mah.	38,49588	27,07384	55	51
1669	Balçova	Teleferik Mah.	38,38731	27,04357	80	74
1670	Balçova	Teleferik Mah.	38,38678	27,04247	114	105
1671	Balçova	Teleferik Mah.	38,38677	27,04243	70	65
1672	Balçova	Teleferik Mah.	38,38681	27,04243	107	99
1673	Balçova	Teleferik Mah.	38,38676	27,04251	87	80
1674	Balçova	Teleferik Mah.	38,38336	27,05582	47	43
1675	Balçova	Teleferik Mah.	38,38516	27,0517	83	77
1676	Balçova	Teleferik Mah.	38,38608	27,05295	54	50

1677	Balçova	Teleferik Mah.	38,38625	27,05169	91	84
1678	Balçova	Teleferik Mah.	38,38542	27,053	36	33
1679	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,15077	27,36434	60	55
1680	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,15703	27,36446	53	49
1681	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,11783	27,40934	49	45
1682	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,14989	27,3663	198	183
1683	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,14957	27,36513	63	58
1684	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,20059	27,23617	53	49
1685	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,24295	27,2935	57	53
1686	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,15013	27,36386	86	79
1687	Torbalı	Tepeköy Mah.	38,1509	27,36369	69	64
1688	Bayraklı	Tepekule Mah.	38,46805	27,17447	31	29
1689	Bayraklı	Tepekule Mah.	38,46651	27,17458	83	77
1690	Bayraklı	Tepekule Mah.	38,47222	27,18539	99	91
1691	Bayraklı	Tepekule Mah.	38,46435	27,17644	34	31
1692	Bayraklı	Tepekule Mah.	38,46657	27,17581	57	53
1693	Karşıyaka	Tuna Mah.	38,464	27,10674	40	37
1694	Karşıyaka	Tuna Mah.	38,47822	27,11831	50	46
1695	Bergama	Turabiye Mah.	39,11953	27,18083	103	95
1696	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19017	26,83811	44	41
1697	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19922	26,84482	190	175
1698	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19919	26,84495	75	69
1699	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19912	26,845	89	82
1700	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19917	26,84508	51	47
1701	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19928	26,84432	53	49
1702	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19929	26,84152	88	81
1703	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,08734	26,96484	90	83
1704	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19178	26,83706	29	27
1705	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,19964	26,84236	48	44
1706	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,20011	26,84322	84	77
1707	Seferihisar	Turabiye Mah.	38,20083	26,84466	39	36
1708	Tire	Turan Mah.	38,09896	27,72917	58	54
1709	Tire	Turan Mah.	38,08367	27,72229	117	108
1710	Tire	Turan Mah.	38,08401	27,72436	134	124
1711	Tire	Turan Mah.	38,08365	27,72432	155	143
1712	Tire	Turan Mah.	38,08382	27,72397	129	119
1713	Tire	Turan Mah.	38,08378	27,72393	75	69
1714	Tire	Turan Mah.	38,08375	27,72397	65	60
1715	Tire	Turan Mah.	38,08344	27,72609	147	136
1716	Tire	Turan Mah.	38,0831	27,72473	48	44
1717	Konak	Turgut Reis Mah.	38,41014	27,17006	79	73
1718	Konak	Turgut Reis Mah.	38,40946	27,12041	77	71
1719	Konak	Turgut Reis Mah.	38,4141	27,12454	75	69

1720	Konak	Turgut Reis Mah.	38,40343	27,10634	77	71
1721	Ödemiş	Türkmen Mah.	38,23673	27,97694	77	71
1722	Ödemiş	Türkmen Mah.	38,2251	27,96289	35	32
1723	Ödemiş	Türkmen Mah.	38,22798	27,98035	41	38
1724	Buca	Ufuk Mah.	38,39181	27,17016	85	78
1725	Buca	Ufuk Mah.	38,40273	27,1648	106	98
1726	Buca	Ufuk Mah.	38,40262	27,16421	89	82
1727	Buca	Ufuk Mah.	38,36784	27,16763	77	71
1728	Buca	Ufuk Mah.	38,35896	27,14317	73	67
1729	Buca	Ufuk Mah.	38,36285	27,14198	100	92
1730	Buca	Ufuk Mah.	38,39063	27,17113	54	50
1731	Buca	Ufuk Mah.	38,40342	27,16734	32	30
1732	Buca	Ufuk Mah.	38,40262	27,1688	125	115
1733	Buca	Ufuk Mah.	38,38078	27,16887	43	40
1734	Buca	Ufuk Mah.	38,37343	27,14397	55	51
1735	Buca	Ufuk Mah.	38,40233	27,16743	31	29
1736	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38342	27,12664	115	106
1737	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38325	27,12691	78	72
1738	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,36876	27,10645	113	104
1739	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38175	27,12769	94	87
1740	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,3806	27,11534	94	87
1741	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38249	27,12506	52	48
1742	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38131	27,12616	250	231
1743	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,38126	27,12724	66	61
1744	Karabağlar	Uğur Mumcu Mah.	38,3624	27,12678	58	54
1745	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,4962	27,06926	67	62
1746	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,52339	27,04746	116	107
1747	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,52378	27,04632	142	131
1748	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,524	27,04627	53	49
1749	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,49139	27,08686	87	80
1750	Çiğli	Uğur Mumcu Mah.	38,52414	27,04388	39	36
1751	Konak	Ulubatlı Mah.	38,40976	27,16901	113	104
1752	Konak	Ulubatlı Mah.	38,40932	27,11991	79	73
1753	Konak	Ulubatlı Mah.	38,40896	27,16861	93	86
1754	Konak	Ulubatlı Mah.	38,40723	27,16906	164	151
1755	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,22762	27,97334	71	65
1756	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,23714	27,9847	62	57
1757	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,21905	27,97258	57	53
1758	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,22753	27,97411	57	53
1759	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,21602	27,97236	55	51
1760	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,22829	27,972	26	24
1761	Ödemiş	Umurbey Mah.	38,22792	27,9742	74	68
1762	Karabağlar	Umut Mah.	38,39339	27,1137	118	109

1763	Karabağlar	Umut Mah.	38,37089	27,10043	104	96
1764	Karabağlar	Umut Mah.	38,3869	27,0899	119	110
1765	Karabağlar	Umut Mah.	38,38429	27,12604	113	104
1766	Karabağlar	Umut Mah.	38,37349	27,10414	132	122
1767	Karabağlar	Umut Mah.	38,38811	27,08881	158	146
1768	Karabağlar	Umut Mah.	38,37313	27,10335	159	147
1769	Karabağlar	Umut Mah.	38,36938	27,10714	111	102
1770	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,35392	27,10043	69	64
1771	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,35198	27,10109	26	24
1772	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,36767	27,12498	75	69
1773	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,35241	27,09732	41	38
1774	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,35222	27,09761	44	41
1775	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,36785	27,12401	68	63
1776	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,35076	27,0975	160	148
1777	Karabağlar	Uzundere Mah.	38,36271	27,10417	86	79
1778	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,22462	27,96236	47	43
1779	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,22507	27,96356	68	63
1780	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,2251	27,96304	57	53
1781	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,22512	27,96284	40	37
1782	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,22508	27,96359	57	53
1783	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,2251	27,96299	40	37
1784	Ödemiş	Üç Eylül Mah.	38,22697	27,96325	35	32
1785	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,40272	27,16709	55	51
1786	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,36657	27,14946	33	30
1787	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,37085	27,15289	58	54
1788	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,39078	27,16421	31	29
1789	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,38274	27,14735	60	55
1790	Buca	Vali Rahmi Bey Mah.	38,39016	27,16232	39	36
1791	Karabağlar	Vatan Mah.	38,39964	27,12235	86	79
1792	Karabağlar	Vatan Mah.	38,37148	27,10573	152	140
1793	Karabağlar	Vatan Mah.	38,36461	27,10731	122	113
1794	Karabağlar	Vatan Mah.	38,39546	27,1093	99	91
1795	Karabağlar	Vatan Mah.	38,39547	27,10828	106	98
1796	Karabağlar	Vatan Mah.	38,39456	27,10978	125	115
1797	Karabağlar	Vatan Mah.	38,3944	27,10716	112	103
1798	Karabağlar	Vatan Mah.	38,3963	27,11263	98	90
1799	Karabağlar	Vatan Mah.	38,39369	27,10643	66	61
1800	Urla	Yaka Mah.	38,32492	26,76013	68	63
1801	Urla	Yaka Mah.	38,32485	26,75971	62	57
1802	Urla	Yaka Mah.	38,32429	26,76159	603	556
1803	Urla	Yaka Mah.	38,32436	26,75859	307	283
1804	Urla	Yaka Mah.	38,33333	26,64718	94	87
1805	Urla	Yaka Mah.	38,32477	26,76131	75	69

1806	Güzelbahçe	Yalı Mah.	38,355	26,87547	33	30
1807	Güzelbahçe	Yalı Mah.	38,3774	26,89107	59	54
1808	Güzelbahçe	Yalı Mah.	38,37699	26,88948	65	60
1809	Güzelbahçe	Yalı Mah.	38,37607	26,88782	62	57
1810	Güzelbahçe	Yalı Mah.	38,37459	26,88697	70	65
1811	Karşıyaka	Yalı Mah.	38,47058	27,07414	59	54
1812	Karşıyaka	Yalı Mah.	38,46704	27,09149	77	71
1813	Karşıyaka	Yalı Mah.	38,46627	27,09189	73	67
1814	Karşıyaka	Yalı Mah.	38,46893	27,09391	51	47
1815	Karşıyaka	Yalı Mah.	38,46958	27,09467	54	50
1816	Aliağa	Yalı Mah.	38,83472	26,97578	142	131
1817	Aliağa	Yalı Mah.	38,83568	26,9758	193	178
1818	Aliağa	Yalı Mah.	38,83468	26,97581	296	273
1819	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,46859	27,16486	50	46
1820	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,477	27,13054	162	149
1821	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,46029	27,17158	41	38
1822	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,4719	27,13907	119	110
1823	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,47511	27,12713	37	34
1824	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,47827	27,18424	36	33
1825	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,47278	27,13483	39	36
1826	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,47677	27,16258	102	94
1827	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,46668	27,17538	74	68
1828	Bayraklı	Yamanlar Mah.	38,47895	27,1775	31	29
1829	Konak	Yavuz Selim Mah.	38,41113	27,1793	112	103
1830	Konak	Yavuz Selim Mah.	38,41578	27,16951	97	89
1831	Buca	Yaylacık Mah.	38,39152	27,1792	47	43
1832	Buca	Yaylacık Mah.	38,38894	27,1791	56	52
1833	Buca	Yaylacık Mah.	38,35606	27,14945	45	42
1834	Buca	Yaylacık Mah.	38,36748	27,18994	36	33
1835	Buca	Yaylacık Mah.	38,39246	27,18008	126	116
1836	Buca	Yaylacık Mah.	38,39232	27,17933	48	44
1837	Buca	Yaylacık Mah.	38,39272	27,17906	45	42
1838	Buca	Yaylacık Mah.	38,39287	27,18007	41	38
1839	Torbalı	Yedi Eylül Mah.	38,16799	27,36973	83	77
1840	Torbalı	Yedi Eylül Mah.	38,23255	27,35295	53	49
1841	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34268	26,87014	94	87
1842	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,35077	26,87829	55	51
1843	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34284	26,8692	66	61
1844	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34315	26,86806	47	43
1845	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,39662	26,87985	63	58
1846	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34181	26,8688	36	33
1847	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34262	26,86866	97	89
1848	Güzelbahçe	Yelki Mah.	38,34281	26,86651	28	26

1849	Aliağa	Yeni Mah.	38,78601	26,97218	161	149
1850	Aliağa	Yeni Mah.	38,78609	26,97281	56	52
1851	Kınık	Yeni Mah.	39,0907	27,37964	132	122
1852	Kınık	Yeni Mah.	39,09071	27,37967	79	73
1853	Aliağa	Yeni Mah.	38,78897	26,97565	80	74
1854	Aliağa	Yeni Mah.	38,70038	27,02222	53	49
1855	Aliağa	Yeni Mah.	38,78978	26,97906	64	59
1856	Kınık	Yeni Mah.	39,09082	27,38293	164	151
1857	Kınık	Yeni Mah.	39,09065	27,38074	142	131
1858	Aliağa	Yeni Mah.	38,79549	26,97514	49	45
1859	Kınık	Yeni Mah.	39,09015	27,381	99	91
1860	Kınık	Yeni Mah.	39,09014	27,381	146	135
1861	Kınık	Yeni Mah.	39,09013	27,38097	43	40
1862	Kınık	Yeni Mah.	39,08944	27,3789	60	55
1863	Kınık	Yeni Mah.	39,08937	27,3789	120	111
1864	Kınık	Yeni Mah.	39,08943	27,37884	108	100
1865	Çiğli	Yeni Mah.	38,49907	27,05761	60	55
1866	Çiğli	Yeni Mah.	38,49687	27,05802	51	47
1867	Çiğli	Yeni Mah.	38,50111	27,07941	73	67
1868	Çiğli	Yeni Mah.	38,49691	27,05774	118	109
1869	Çiğli	Yeni Mah.	38,49408	27,05469	187	173
1870	Çiğli	Yeni Mah.	38,49406	27,0544	102	94
1871	Çiğli	Yeni Mah.	38,49435	27,05542	65	60
1872	Çiğli	Yeni Mah.	38,53134	27,05323	122	113
1873	Çiğli	Yeni Mah.	38,49602	27,07377	42	39
1874	Urla	Yenice Mah.	38,31985	26,78765	97	89
1875	Urla	Yenice Mah.	38,32037	26,76956	132	122
1876	Urla	Yenice Mah.	38,32941	26,79427	115	106
1877	Buca	Yenigün Mah.	38,37688	27,16836	54	50
1878	Buca	Yenigün Mah.	38,37709	27,16782	139	128
1879	Buca	Yenigün Mah.	38,36443	27,15078	74	68
1880	Konak	Yenişehir Mah.	38,42656	27,15936	73	67
1881	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,59192	27,07095	30	28
1882	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,60879	27,07366	65	60
1883	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,58347	27,09522	102	94
1884	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,58159	27,09541	41	38
1885	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,58399	27,09533	92	85
1886	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,58271	27,09714	106	98
1887	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,60157	27,07735	68	63
1888	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,58254	27,09715	60	55
1889	Menemen	Yeşil Pınar Mah.	38,68429	27,03335	40	37
1890	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,3595	27,14303	61	56
1891	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,37178	27,15271	62	57

1892	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,37268	27,15253	53	49
1893	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,36983	27,15126	80	74
1894	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,3949	27,14838	37	34
1895	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,37035	27,1828	55	51
1896	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,37187	27,15175	71	65
1897	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,35926	27,14147	83	77
1898	Buca	Yeşilbağlar Mah.	38,38494	27,17494	58	54
1899	Bornova	Yeşilçam Mah.	38,44668	27,29669	69	64
1900	Bornova	Yeşilçam Mah.	38,44698	27,29828	64	59
1901	Bornova	Yeşilçam Mah.	38,46739	27,22529	57	53
1902	Bornova	Yeşilçam Mah.	38,44782	27,23575	42	39
1903	Bornova	Yeşilçam Mah.	38,47241	27,24724	62	57
1904	Bornova	Yeşilova Mah.	38,43981	27,20209	78	72
1905	Bornova	Yeşilova Mah.	38,43198	27,27602	60	55
1906	Bornova	Yeşilova Mah.	38,43424	27,20829	54	50
1907	Bornova	Yeşilova Mah.	38,459	27,17849	101	93
1908	Bornova	Yeşilova Mah.	38,43527	27,20404	59	54
1909	Bornova	Yıldırım Beyazıt Mah.	38,46092	27,21259	53	49
1910	Bornova	Yıldırım Beyazıt Mah.	38,47457	27,19806	46	42
1911	Bornova	Yıldırım Beyazıt Mah.	38,43848	27,19025	45	42
1912	Menemen	Yıldırım Mah.	38,61137	27,07199	48	44
1913	Menemen	Yıldırım Mah.	38,68295	27,03531	272	251
1914	Menemen	Yıldırım Mah.	38,59118	27,08173	55	51
1915	Menemen	Yıldırım Mah.	38,61137	27,07199	64	59
1916	Menemen	Yıldırım Mah.	38,68454	27,03465	141	130
1917	Menemen	Yıldırım Mah.	38,68508	27,03503	171	158
1918	Menemen	Yıldırım Mah.	38,68389	27,0343	180	166
1919	Menemen	Yıldırım Mah.	38,68371	27,03362	137	126
1920	Menemen	Yıldırım Mah.	38,5978	27,07505	162	149
1921	Menemen	Yıldırım Mah.	38,58161	26,97328	40	37
1922	Buca	Yıldız Mah.	38,36906	27,15414	55	51
1923	Buca	Yıldız Mah.	38,37189	27,18634	47	43
1924	Buca	Yıldız Mah.	38,36427	27,15079	49	45
1925	Buca	Yıldız Mah.	38,37351	27,17378	39	36
1926	Buca	Yıldız Mah.	38,39323	27,14185	51	47
1927	Buca	Yıldız Mah.	38,37566	27,18123	50	46
1928	Buca	Yıldız Mah.	38,3745	27,1842	57	53
1929	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37446	27,13034	32	30
1930	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,36889	27,1015	55	51
1931	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37295	27,12971	51	47
1932	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37779	27,13415	81	75
1933	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37897	27,10246	70	65
1934	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,36749	27,11973	62	57

1935	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37867	27,12607	116	107
1936	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37662	27,13232	80	74
1937	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,36047	27,08688	108	100
1938	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37293	27,12927	169	156
1939	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37384	27,12802	108	100
1940	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37155	27,1293	179	165
1941	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37018	27,13073	107	99
1942	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,3673	27,1295	54	50
1943	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,36685	27,132	59	54
1944	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37132	27,12041	137	126
1945	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37132	27,12313	79	73
1946	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,38023	27,10075	61	56
1947	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37189	27,12082	54	50
1948	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,3718	27,12071	139	128
1949	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,37056	27,12488	174	161
1950	Karabağlar	Yunus Emre Mah.	38,36102	27,08902	89	82
1951	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,3492	27,0973	86	79
1952	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36284	27,10422	63	58
1953	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36549	27,09482	26	24
1954	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36678	27,09585	92	85
1955	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36674	27,09434	69	64
1956	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36858	27,09689	92	85
1957	Karabağlar	Yüzbaşı Şerafettin Mah.	38,36649	27,09598	91	84
1958	Menemen	Zafer Mah.	38,60557	27,06943	44	41
1959	Buca	Zafer Mah.	38,35537	27,15144	51	47
1960	Buca	Zafer Mah.	38,35099	27,22446	40	37
1961	Buca	Zafer Mah.	38,35302	27,22839	47	43
1962	Buca	Zafer Mah.	38,34887	27,22229	17	16
1963	Buca	Zafer Mah.	38,36857	27,19055	101	93
1964	Buca	Zafer Mah.	38,35521	27,23101	25	23
1965	Buca	Zafer Mah.	38,41798	27,16701	25	23
1966	Buca	Zafer Mah.	38,35335	27,22896	35	32
1967	Buca	Zafer Mah.	38,38983	27,16306	33	30
1968	Buca	Zafer Mah.	38,38243	27,15511	66	61
1969	Selçuk	Zafer Mah.	37,95046	27,37811	54	50
1970	Selçuk	Zafer Mah.	37,95361	27,37496	146	135
1971	Selçuk	Zafer Mah.	37,95009	27,37777	61	56
1972	Selçuk	Zafer Mah.	38,33478	27,10587	48	44
1973	Selçuk	Zafer Mah.	37,95002	27,37933	50	46
1974	Bornova	Zafer Mah.	38,45956	27,18083	44	41
1975	Bornova	Zafer Mah.	38,42229	27,20272	146	135
1976	Bornova	Zafer Mah.	38,47688	27,2001	51	47
1977	Bornova	Zafer Mah.	38,42966	27,20109	39	36

1978	Menemen	Zafer Mah.	38,58196	27,0738	44	41
1979	Menemen	Zafer Mah.	38,60404	27,07041	41	38
1980	Menemen	Zafer Mah.	38,60537	27,07022	63	58
1981	Menemen	Zafer Mah.	38,60424	27,07108	99	91
1982	Menemen	Zafer Mah.	38,60692	27,07111	61	56
1983	Menemen	Zafer Mah.	38,60701	27,07107	63	58
1984	Menemen	Zafer Mah.	38,60544	27,06992	81	75
1985	Menemen	Zafer Mah.	38,60547	27,06993	53	49
1986	Selçuk	Zafer Mah.	37,95036	27,37696	95	88
1987	Selçuk	Zafer Mah.	37,9527	27,37708	33	30
1988	Selçuk	Zafer Mah.	37,95021	27,37787	49	45
1989	Konak	Zafertepe Mah.	38,40136	27,13265	152	140
1990	Konak	Zafertepe Mah.	38,40145	27,13321	193	178
1991	Konak	Zafertepe Mah.	38,40171	27,1344	256	236
1992	Konak	Zafertepe Mah.	38,4127	27,12691	95	88
1993	Konak	Zafertepe Mah.	38,43796	27,1771	150	138
1994	Konak	Zafertepe Mah.	38,39986	27,13351	125	115
1995	Konak	Zafertepe Mah.	38,41501	27,14876	111	102
1996	Konak	Zeybek Mah.	38,41572	27,17098	61	56
1997	Konak	Zeybek Mah.	38,41467	27,17278	69	64
1998	Konak	Zeybek Mah.	38,41473	27,17256	146	135
1999	Konak	Zeybek Mah.	38,40655	27,16472	86	79
2000	Konak	Zeybek Mah.	38,41534	27,17298	87	80
2001	Konak	Zeybek Mah.	38,41628	27,17252	151	139
2002	Konak	Zeybek Mah.	38,41495	27,14883	84	77
2003	Karşıyaka	Zübeyde Hanım Mah.	38,49591	27,11076	73	67
2004	Karşıyaka	Zübeyde Hanım Mah.	38,49099	27,10343	74	68

İZMİR İLİ İÇME SULARI TOPLAM ALFA/ BETA AKTİVİTESİ

SIRA	İLÇE	YERLEŞİM BİRİMİ	KOORDİNATLAR		KONSANTRASYON	
NO	ADI	ADI	N	E	Alfa Bq/L	Beta Bq/L
1	Aliğa	Kalabak	38,84456	27,11872	0,034	0,154
2	Aliğa	Karaköy	38,82133	27,09839	0,064	0,244
3	Aliğa	Çıtak	38,75696	27,05823	0,044	0,274
4	Aliğa	Helvacı	38,70168	27,0247	0,074	0,274
5	Aliğa	Yüksekköy	38,89491	27,1501	0,194	0,284
6	Aliğa	Merkez	38,80358	26,97039	0,057	0,315
7	Aliğa	Merkez2	38,8023	26,97072	0,064	0,334
8	Aliğa	Yenisakran	38,88788	27,06745	0,134	0,334
9	Aliğa	Y. Şehit Kemal	38,72682	26,98581	0,204	0,334
10	Aliğa	Çoraklar	38,88532	27,06727	0,145	0,343
11	Aliğa	Güzelhisar	38,77622	27,01746	0,136	0,344
12	Aliğa	Kapıyaka	38,87196	27,15179	0,174	0,344
13	Aliğa	Yenişakran	38,88532	27,06727	0,191	0,355
14	Aliğa	Bozköy	38,72126	26,965	0,074	0,374
15	Aliğa	Hacıömerli	38,8447	27,14319	0,154	0,374
16	Aliğa	Uzunhasanlar	38,76803	27,08306	0,125	0,39
17	Aliğa	Karakuzu	38,75958	27,1086	0,054	0,394
18	Aliğa	Çaltıldere	38,85162	27,03665	0,298	0,396
19	Aliğa	Horozgediği	38,73477	26,92166	0,304	0,411
20	Aliğa	Çakmaklı	38,74735	26,91256	0,404	0,424
21	Aliğa	Çoraklar	38,81708	27,06011	0,104	0,434
22	Aliğa	Merkez1	38,80333	26,97045	0,094	0,444
23	Aliğa	Şehit Kemal	38,72682	26,98581	0,144	0,444
24	Aliğa	Horozgediği	38,73477	26,92166	0,334	0,444
25	Aliğa	Samurlu	38,76399	26,99498	0,187	0,476
26	Aliğa	Yeni Kalabak	38,84456	27,11872	0,224	0,484
27	Aliğa	Uzunhasanlar	38,77482	27,08569	0,164	0,504
28	Aliğa	Çaltıldere	38,62143	27,22809	0,314	0,564
29	Aliğa	Güzelhisar	38,77622	27,01746	0,164	0,574
30	Aliğa	Bahçedere	38,90444	27,11266	0,194	0,644
31	Aliğa	Bozköy	38,72077	26,96464	0,174	0,653
32	Aliğa	Aşağısakran	38,92307	27,09754	0,144	0,664
33	Aliğa	Samurlu	38,7644	26,9896	0,154	0,714
34	Bayındır	Canlı	38,19511	27,54855	0,034	0,054
35	Bayındır	Havuzbaşı	38,16927	27,46953	0,034	0,064
36	Bayındır	Dernekli	38,26639	27,54531	0,034	0,074
37	Bayındır	Sarıyurt	38,29419	27,72379	0,034	0,084
38	Bayındır	Kızılkeçili	38,32328	27,79214	0,034	0,084

39	Bayındır	Cumhuriyet	38,19646	27,54767	0,074	0,092
40	Bayındır	Arıkbaşı	38,18528	27,49357	0,034	0,094
41	Bayındır	Alankıyı	38,29677	27,62807	0,034	0,094
42	Bayındır	Turan	38,22689	27,6789	0,032	0,104
43	Bayındır	Balcılar	38,29205	27,57669	0,034	0,104
44	Bayındır	Buruncuk	38,1988	27,71412	0,034	0,104
45	Bayındır	Çamlıbel	38,24984	27,5837	0,044	0,104
46	Bayındır	Yeşilova	38,17488	27,56283	0,034	0,114
47	Bayındır	Dereköy	38,25327	27,67768	0,034	0,114
48	Bayındır	Zeytinova	38,22225	27,7294	0,034	0,114
49	Bayındır	Zeytinova	38,20432	27,72955	0,044	0,122
50	Bayındır	Merkez	38,21463	27,65097	0,054	0,128
51	Bayındır	Osmanlar	38,3103	27,55847	0,044	0,134
52	Bayındır	Merkez	38,22162	27,65196	0,044	0,134
53	Bayındır	Merkez	38,22162	27,65196	0,034	0,144
54	Bayındır	Ergenli	38,24145	27,69207	0,034	0,154
55	Bayındır	Çırpı	38,17685	27,49459	0,044	0,154
56	Bayındır	Karaveliler	38,18808	27,552	0,054	0,154
57	Bayındır	Kızıloba	38,28027	27,68355	0,044	0,164
58	Bayındır	Hisarlık	38,27322	27,65398	0,064	0,164
59	Bayındır	Söğütören	38,22617	27,57416	0,044	0,184
60	Bayındır	Elifli	38,2013	27,57974	0,064	0,204
61	Bayındır	Çiftçigediği	38,20245	27,5023	0,034	0,214
62	Bayındır	Çenikler	38,24206	27,73344	0,034	0,214
63	Bayındır	Yakapınar	38,21265	27,54106	0,094	0,224
64	Bayındır	Hasköy	38,14449	27,50375	0,114	0,234
65	Bayındır	Pınarlı	38,19919	27,75082	0,013	0,244
66	Bayındır	Pınarlı Çayır	38,1973	27,75064	0,194	0,244
67	Bayındır	Çınardibi	38,29218	27,5181	0,052	0,268
68	Bayındır	Gaziler	38,23987	27,75736	0,104	0,304
69	Bayındır	Karahalilli	38,22213	27,60697	0,114	0,304
70	Bayındır	Lutufkar	38,27251	27,80415	0,034	0,314
71	Bayındır	Kabaağaç	38,25352	27,7518	0,054	0,314
72	Bayındır	Kızılcağaç	38,24318	27,63735	0,074	0,314
73	Bayındır	Alanköy	38,24597	27,77761	0,044	0,324
74	Bayındır	Kızılcaova	38,20805	27,51206	0,114	0,324
75	Bayındır	Karapınar	38,22979	27,74962	0,044	0,354
76	Bayındır	Yusuflu	38,22092	27,69319	0,026	0,404
77	Bayındır	Çınardibi	38,29218	27,5181	0,034	0,414
78	Bayındır	Tokatbaşı	38,1667	27,61879	0,034	0,514
79	Bayındır	Furunlu	38,1926	27,60469	0,074	0,744
80	Bergama	Topallar	39,34242	27,33413	0,064	0,010
81	Bergama	Çobanlar	39,30769	27,24188	0,034	0,024

82	Bergama	Aşağıcuma	39,27088	27,01431	0,044	0,024
83	Bergama	Aşağıbey	39,24984	26,96601	0,024	0,034
84	Bergama	Çamavlu	39,31838	27,13891	0,024	0,034
85	Bergama	Yerlitahtacı	39,15229	27,13907	0,024	0,034
86	Bergama	Kıranlı	39,30318	27,15701	0,024	0,034
87	Bergama	Yukarıkırıklar	39,18865	27,23241	0,024	0,034
88	Bergama	Üçtepe	39,23916	27,24467	0,024	0,034
89	Bergama	İkizler	39,34998	27,30948	0,024	0,034
90	Bergama	Gültepe	39,32517	27,32505	0,024	0,034
91	Bergama	Ürkütler	39,35845	27,36937	0,024	0,034
92	Bergama	Hisarköy	39,25811	26,99432	0,034	0,034
93	Bergama	Akçenger	39,31064	27,29237	0,034	0,034
94	Bergama	Yukarıbey	39,25108	27,08981	0,023	0,044
95	Bergama	Kapıkaya	39,17554	27,14599	0,024	0,044
96	Bergama	Çamtepe	39,12145	27,17991	0,024	0,044
97	Bergama	Çürükbağ	39,26343	27,22872	0,024	0,044
98	Bergama	Göbeller	39,2522	27,01865	0,034	0,044
99	Bergama	Tavukçukuru	38,95373	27,26568	0,034	0,044
100	Bergama	Çeltikçi	39,27068	27,30821	0,034	0,044
101	Bergama	Süleymaniye	39,15501	27,20099	0,044	0,044
102	Bergama	Tekkedere	38,9929	27,06641	0,164	0,044
103	Bergama	Aşağıbey	39,2507	26,96539	0,044	0,046
104	Bergama	Yukarıbey	39,25113	27,0897	0,034	0,053
105	Bergama	Tırmanlar	39,29471	27,27335	0,024	0,054
106	Bergama	Karalar	39,31916	27,32233	0,024	0,054
107	Bergama	Güneşli	39,34345	27,12463	0,034	0,054
108	Bergama	Pireveliler	39,27478	27,24494	0,024	0,064
109	Bergama	Yukarıada	39,37592	27,33939	0,024	0,064
110	Bergama	Okçular	39,28578	26,96555	0,044	0,064
111	Bergama	Yortanlı	39,24942	27,26581	0,054	0,064
112	Bergama	Gaylan	39,04477	27,1939	0,034	0,074
113	Bergama	Dağıstan	39,13606	27,28274	0,034	0,074
114	Bergama	Muratlar	39,26876	27,44795	0,064	0,074
115	Bergama	Çamköy	39,08929	27,08003	0,024	0,084
116	Bergama	Oruçlar	39,35522	27,32489	0,024	0,084
117	Bergama	Kırcalar	39,32123	27,33726	0,024	0,084
118	Bergama	Yeniler	39,27779	27,36062	0,024	0,084
119	Bergama	Muratlar	39,26872	27,44799	0,024	0,084
120	Bergama	Yalnızdam	39,27003	27,43669	0,044	0,084
121	Bergama	İneşir	39,33574	27,38186	0,024	0,094
122	Bergama	A. Iğındere	39,24669	27,45368	0,024	0,094
123	Bergama	Örlemiş	38,94308	27,11677	0,034	0,094
124	Bergama	Terzihaliller	39,27842	27,08754	0,085	0,095

125	Bergama	Kaleardı	39,16922	27,19383	0,024	0,103
126	Bergama	Çakırlar	39,14495	27,11791	0,034	0,103
127	Bergama	İneşir	39,33575	27,38178	0,034	0,103
128	Bergama	Süleymanlı	39,06324	27,06527	0,134	0,103
129	Bergama	Narlıca	39,096	27,06903	0,024	0,104
130	Bergama	Göçbeyli	39,20992	27,39347	0,064	0,104
131	Bergama	Terzihaliller	39,29216	27,07093	0,054	0,114
132	Bergama	Ayaskent	39,18686	27,3338	0,054	0,114
133	Bergama	Kaplanköy	39,23531	26,95762	0,064	0,114
134	Bergama	Çamoba	39,25013	27,38714	0,074	0,114
135	Bergama	Halilağalar	39,33158	27,30433	0,034	0,124
136	Bergama	Sağancı	39,09019	27,03239	0,034	0,134
137	Bergama	Tepeköy	39,08856	27,10744	0,034	0,134
138	Bergama	Hacıhamzalar	39,29269	27,04527	0,044	0,134
139	Bergama	Pınarköy	39,10105	27,05071	0,054	0,134
140	Bergama	Kurfalı	39,01673	27,07258	0,034	0,144
141	Bergama	Yukarıcuma	39,31744	27,09728	0,044	0,144
142	Bergama	İncecikler	39,18525	27,1526	0,024	0,154
143	Bergama	Karaveliler	39,29012	27,14831	0,044	0,154
144	Bergama	Kaplanköy	39,30822	27,40914	0,044	0,154
145	Bergama	Alibeyli	39,22164	27,37893	0,054	0,154
146	Bergama	Durmuşlar	39,26602	27,37331	0,024	0,164
147	Bergama	Doğancı	39,19702	27,30278	0,044	0,164
148	Bergama	Alacalar	39,11393	27,09238	0,054	0,164
149	Bergama	Y.İlgindere	39,24668	27,45377	0,124	0,164
150	Bergama	Aziziye	39,20536	27,34079	0,078	0,166
151	Bergama	Çaltıkoru	39,23961	27,32415	0,024	0,174
152	Bergama	Aziziye	39,19546	27,33687	0,024	0,174
153	Bergama	Kızıltepe	38,94123	27,13414	0,034	0,174
154	Bergama	Tiyetli	39,12206	27,15583	0,034	0,174
155	Bergama	Merkez 4	39,11627	27,17265	0,064	0,174
156	Bergama	Kaşıkcı	39,07099	27,23064	0,123	0,174
157	Bergama	Yenikent	39,00829	27,05725	0,143	0,174
158	Bergama	Sarıcalar	39,21762	27,44641	0,204	0,174
159	Bergama	İnecikler	39,18447	27,1544	0,084	0,18
160	Bergama	Merkez 2	39,10408	27,16696	0,084	0,183
161	Bergama	Bekirler	38,94262	27,2779	0,034	0,184
162	Bergama	Kozluca	39,24358	27,42729	0,064	0,184
163	Bergama	Zağnos	39,18303	27,34759	0,104	0,184
164	Bergama	Alhatlı	39,28976	27,38353	0,124	0,184
165	Bergama	Kozluca	39,24536	27,42687	0,099	0,185
166	Bergama	Bölcek	39,18388	27,42409	0,064	0,194
167	Bergama	Bozköy	39,02984	27,11048	0,104	0,214

168	Bergama	Ferizler	39,19356	27,2942	0,132	0,214
169	Bergama	Aşağıkırıklar	39,03283	27,04229	0,204	0,214
170	Bergama	Sindel	39,07756	27,1989	0,204	0,214
171	Bergama	Yenikent	39,01323	27,06857	0,166	0,215
172	Bergama	Bayramcılar	38,92394	27,24647	0,034	0,224
173	Bergama	Rahmanlar	38,92161	27,32099	0,034	0,224
174	Bergama	Küçükkaya	39,09101	27,12539	0,104	0,224
175	Bergama	Avunduruk	39,21153	27,20512	0,034	0,232
176	Bergama	Bozyerler	38,96948	27,11676	0,034	0,233
177	Bergama	Cevaplı	39,02354	27,15526	0,043	0,234
178	Bergama	Koyuneli	38,97771	27,17398	0,063	0,234
179	Bergama	Armağanlar	39,05568	27,18438	0,034	0,244
180	Bergama	Paşaköy	39,21984	27,30425	0,054	0,244
181	Bergama	Zeytindağ	38,97307	27,07426	0,144	0,244
182	Bergama	Merkez	39,1183	27,17991	0,171	0,247
183	Bergama	Egiller	39,26229	27,33807	0,054	0,264
184	Bergama	Ovacık	39,07359	27,07654	0,064	0,264
185	Bergama	Sarıcaoglu	39,31842	27,37339	0,094	0,264
186	Bergama	Merkez 3	39,10259	27,16687	0,274	0,264
187	Bergama	Kadıköy	39,18052	27,36859	0,103	0,284
188	Bergama	Zeytindağ	39,10052	26,97504	0,178	0,295
189	Bergama	Gökçeyurt	39,1999	27,18744	0,054	0,314
190	Bergama	Göçbeyli	39,21097	27,39339	0,123	0,32
191	Bergama	Yalnızev	39,09264	27,12425	0,024	0,334
192	Bergama	Demircidere	39,26506	26,91946	0,183	0,343
193	Bergama	Dereköy	39,27793	27,32439	0,042	0,345
194	Bergama	Merkez 1	39,10008	27,19227	0,124	0,364
195	Bergama	Sarıdere	39,01581	27,10037	0,154	0,364
196	Bergama	Durmuşlar	39,26602	27,37329	0,334	0,374
197	Bergama	Karahıdırlı	39,0484	27,15461	0,174	0,403
198	Bergama	Seklik	38,88482	27,21763	0,134	0,404
199	Bergama	Ahmetbeyler	39,16237	27,26281	0,363	0,411
200	Bergama	Dereköy	39,27721	27,32429	0,104	0,434
201	Bergama	Kadriye	39,09365	27,13257	0,681	0,476
202	Bergama	Kadıköy	39,18266	27,36877	0,193	0,484
203	Bergama	Ahmetbeyler	39,156	27,25322	0,224	0,544
204	Bergama	Eğrigöl	39,05185	27,11977	0,112	0,654
205	Bergama	Örenli	39,22188	27,2676	0,174	0,704
206	Bergama	Ayavatlar	39,26698	26,98141	1,804	1,464
207	Beydağ	Yağcılar	38,09357	28,15213	0,034	0,044
208	Beydağ	Erikli	38,0646	28,23674	0,034	0,044
209	Beydağ	Palamutçuk	38,07318	28,27557	0,034	0,044
210	Beydağ	Beyköy	38,06989	28,20982	0,034	0,054

211	Beydağ	Mutaflar	38,0872	28,26167	0,034	0,054
212	Beydağ	Halıköy	38,0823	28,16768	0,034	0,064
213	Beydağ	Çomaklar	38,05921	28,24691	0,034	0,064
214	Beydağ	Adaküre	38,07349	28,20035	0,034	0,074
215	Beydağ	Çamlık	38,06664	28,27021	0,034	0,104
216	Beydağ	Menderes	38,10357	28,20864	0,034	0,114
217	Beydağ	Tabaklar	38,06459	28,22845	0,034	0,124
218	Beydağ	Yukarıtosunlar	38,11378	28,15988	0,034	0,134
219	Beydağ	Merkez	38,0908	28,20709	0,037	0,136
220	Beydağ	Merkez	38,0908	28,20709	0,034	0,144
221	Beydağ	Alakeçili	38,07428	28,17921	0,034	0,194
222	Beydağ	Eğridere	38,12064	28,29037	0,034	0,224
223	Beydağ	Karaoba	38,11824	28,27015	0,034	0,264
224	Beydağ	Bakırköy	38,12447	28,25212	0,046	0,277
225	Beydağ	Sarıkaya	38,11889	28,17752	0,064	0,284
226	Beydağ	Kurudere	38,1415	28,26684	0,254	0,374
227	Beydağ	Yukarıaktepe	38,08795	28,21024	0,184	0,424
228	Beydağ	Çiftlik	38,10045	28,20621	0,134	0,754
229	Beydağ	Yeniyurt	38,06744	28,22124	0,034	0,884
230	Bornova	Eğridere	38,50238	27,21671	0,044	0,054
231	Bornova	Kavaklıdere	38,45318	27,31603	0,064	0,054
232	Bornova	Yakaköy	38,51189	27,32558	0,047	0,092
233	Bornova	Karaçam	38,52013	27,27215	0,024	0,109
234	Bornova	Kurudere	38,54861	27,2522	0,014	0,135
235	Bornova	Sarnıç	38,5504	27,2779	0,03	0,137
236	Bornova	Kayadibi	38,519	27,242	0,018	0,139
237	Bornova	Çamiçi	38,51707	27,22108	0,021	0,148
238	Bornova	Gökdere	38,38	27,24121	0,034	0,164
239	Bornova	Kurudere	38,54874	27,25031	0,034	0,174
240	Bornova	Yakaköy	38,51393	27,3248	0,037	0,182
241	Bornova	Sarnıç	38,54674	27,27518	0,034	0,194
242	Bornova	Kayadibi	38,51803	27,24416	0,064	0,214
243	Bornova	Çamiçi	38,51707	27,22108	0,034	0,224
244	Bornova	Laka	38,48878	27,18664	0,034	0,314
245	Bornova	Çiçekli	38,49923	27,28439	0,054	0,319
246	Bornova	Karaçam	38,51879	27,2706	0,102	0,622
247	Bornova	Beşyol	38,53541	27,29322	0,104	0,909
248	Çeşme	Germiyan	14,63396	2,79818	0,02	0,102
249	Çeşme	Ildır	14,56664	2,65107	0,025	0,107
250	Çeşme	Alaçatı I	38,28042	26,37454	0,034	0,164
251	Çeşme	Ilıca	38,33306	26,30306	0,034	0,194
252	Çeşme	Ildır	38,38557	26,47719	0,034	0,194
253	Çeşme	Germiyan	38,33303	26,4781	0,034	0,194

254	Çeşme	Alaçatı2	38,30636	26,36602	0,034	0,244
255	Çeşme	Alaçatı4	38,284	26,37444	0,034	0,254
256	Çeşme	Merkez	38,33428	26,31429	0,034	0,294
257	Çeşme	Ovacık	38,28606	26,31431	0,064	0,354
258	Çeşme	Alaçatı3	38,284	26,37444	0,034	0,624
259	Dikili	Demirtaş	39,00227	26,94266	0,034	0,044
260	Dikili	Kıroba	39,11487	26,9556	0,034	0,044
261	Dikili	Kıratlı	39,16931	26,85685	0,304	0,044
262	Dikili	Çağlan	39,14177	27,01436	0,034	0,104
263	Dikili	Uzunburun	39,03393	26,90775	0,034	0,114
264	Dikili	Merkez	39,08741	26,90253	0,212	0,133
265	Dikili	Salihler	39,1857	26,85186	0,134	0,134
266	Dikili	Bahçeli	39,19341	26,81086	0,127	0,139
267	Dikili	Çukuralan	39,18991	26,9402	0,104	0,144
268	Dikili	Bademli	39,03017	26,82691	0,174	0,144
269	Dikili	Salihler	39,18104	26,84919	0,144	0,161
270	Dikili	Yahşibey	39,03437	26,84236	0,034	0,164
271	Dikili	Esentepe	39,02396	26,9109	0,034	0,164
272	Dikili	İslamlar	39,12483	26,90386	0,384	0,204
273	Dikili	Kocaoba	39,09976	26,97406	0,034	0,214
274	Dikili	Samanlık	39,12248	27,0163	0,094	0,214
275	Dikili	Yaylayurt	38,96011	26,91759	0,034	0,274
276	Dikili	Bademli	39,03003	26,82691	0,172	0,279
277	Dikili	Gökçeagıl	39,1701	26,87601	0,504	0,324
278	Dikili	Çandarlı	38,93263	26,97972	0,236	0,333
279	Dikili	Katralanı	39,00958	26,87828	0,194	0,344
280	Dikili	Merdivenli	38,99855	26,85206	0,104	0,354
281	Dikili	Merkez	39,13683	26,85438	0,097	0,376
282	Dikili	Bahçeli	39,20711	26,81808	0,104	0,384
283	Dikili	Mazılı	39,12957	26,97087	0,114	0,392
284	Dikili	Nebiler	39,16238	26,90178	0,105	0,404
285	Dikili	Deliktaş	38,99072	26,92893	0,104	0,484
286	Dikili	Yenice	39,09553	27,00248	0,154	0,644
287	Dikili	Denizköy	38,9623	26,81291	0,034	0,714
288	Dikili	Kabakum	39,13233	26,8917	0,384	0,814
289	Dikili	Kızılçukur	39,10571	26,91937	0,294	0,854
290	Foça	Yenibağarası	38,66498	26,8421	0,073	0,19
291	Foça	Ilıpınar2	38,68764	26,91866	0,034	0,204
292	Foça	Ilıpınar1	38,6867	26,91874	0,064	0,264
293	Foça	Yeni Foça	38,66861	26,7584	0,124	0,304
294	Foça	Bağarası1	38,65909	26,85272	0,364	0,374
295	Foça	Bağarası2	38,65934	26,85275	0,404	0,384
296	Foça	Kozbeyli	38,71534	26,89421	0,118	0,396

297	Foça	Merkez4	38,74216	26,83106	0,064	0,404
298	Foça	Gerenköy1	38,65168	26,90136	0,274	0,604
299	Foça	Gerenköy2	38,65637	26,9005	0,224	0,634
300	Foça	Yenibağarası2	38,66468	26,84215	0,384	0,654
301	Foça	Merkez1	38,66845	26,75288	0,224	0,704
302	Foça	Merkez3	38,66931	26,75403	0,304	0,704
303	Foça	Merkez2	38,66834	26,75413	0,644	0,704
304	Foça	Yenibağarası1	38,66391	26,84215	0,304	0,924
305	Karaburun	Merkez	14,41104	2,30262	0,019	0,032
306	Karaburun	Sarpıncık	38,65833	26,40261	0,029	0,054
307	Karaburun	Tepeboz	38,66324	26,44676	0,024	0,062
308	Karaburun	Hasseki	38,66429	26,41689	0,034	0,084
309	Karaburun	Yaylaköy	38,58285	26,45412	0,034	0,084
310	Karaburun	Parlak	38,61395	26,39739	0,044	0,084
311	Karaburun	Bozköy	38,6571	26,46786	0,044	0,084
312	Karaburun	Küçükbahçe	38,57014	26,38989	0,032	0,109
313	Karaburun	Kösedere	38,54653	26,55389	0,024	0,114
314	Karaburun	Merkez	38,64676	26,51216	0,034	0,124
315	Karaburun	Amberseki	38,60215	26,51913	0,044	0,124
316	Karaburun	İnecik	38,55161	26,56676	0,067	0,171
317	Karaburun	Mordoğan	38,51774	26,59996	0,064	0,181
318	Karaburun	Eğlenhoca2	38,54291	26,56846	0,104	0,194
319	Karaburun	Eğlenhoca1	38,544	26,56836	0,048	0,309
320	Karaburun	Saip	38,62336	26,51931	0,039	0,532
321	Kemalpaşa	Dereköy	38,40083	27,54972	0,049	0,041
322	Kemalpaşa	Merkez	38,42632	27,42305	0,061	0,044
323	Kemalpaşa	Kızılüzüm	38,44114	27,36678	0,034	0,045
324	Kemalpaşa	Damlacık	38,50078	27,37951	0,034	0,045
325	Kemalpaşa	Vişneli	38,34252	27,39868	0,034	0,045
326	Kemalpaşa	Çınarköy	38,43199	27,40006	0,034	0,045
327	Kemalpaşa	Ansızca	38,48096	27,40398	0,034	0,045
328	Kemalpaşa	Merkez2	38,42798	27,41852	0,034	0,045
329	Kemalpaşa	Yenmiş	38,48801	27,42723	0,034	0,045
330	Kemalpaşa	Nazarköy	38,38908	27,44409	0,034	0,045
331	Kemalpaşa	Y.Kurudere	38,38861	27,44671	0,034	0,045
332	Kemalpaşa	Dereköy	38,34181	27,45387	0,034	0,045
333	Kemalpaşa	Beşpınar	38,52132	27,45514	0,034	0,045
334	Kemalpaşa	Cumalı	38,31791	27,46125	0,034	0,045
335	Kemalpaşa	Örnekköy	38,41692	27,46866	0,034	0,045
336	Kemalpaşa	Akalan	38,46558	27,48122	0,034	0,045
337	Kemalpaşa	Y.Kızılca	38,38495	27,49706	0,034	0,045
338	Kemalpaşa	Aşağıkızılca	38,40852	27,51549	0,034	0,045
339	Kemalpaşa	Çambel	38,46667	27,51794	0,034	0,045

340	Kemalpaşa	Bayramlı	38,3314	27,53581	0,034	0,045
341	Kemalpaşa	Ören	38,41027	27,58356	0,034	0,045
342	Kemalpaşa	Bağyurdu	38,41416	27,63447	0,034	0,045
343	Kemalpaşa	Sarılar	38,41393	27,65333	0,034	0,045
344	Kemalpaşa	Gökçeyurt	38,43411	27,68474	0,034	0,045
345	Kemalpaşa	Zeamet	38,41687	27,69171	0,034	0,045
346	Kemalpaşa	Merkez3	38,38401	27,10776	0,094	0,045
347	Kemalpaşa	Sütçüler	38,47207	27,46298	0,065	0,052
348	Kemalpaşa	Örnekköy	38,4182	27,4683	0,072	0,064
349	Kemalpaşa	Ören Cumh	38,4157	27,64286	0,02	0,067
350	Kemalpaşa	Ansızca	38,48205	27,40424	0,06	0,068
351	Kemalpaşa	Kamberler	38,34082	27,56768	0,034	0,074
352	Kemalpaşa	Yeşilyurt	38,42872	27,67439	0,034	0,074
353	Kemalpaşa	Ovacık	38,33538	27,67488	0,034	0,074
354	Kemalpaşa	Damlacık	38,49751	27,37193	0,057	0,08
355	Kemalpaşa	Yiğitler	38,41598	27,61066	0,034	0,084
356	Kemalpaşa	Halilbeyli	38,43745	27,66798	0,023	0,088
357	Kemalpaşa	Ulucak	38,4644	27,35105	0,136	0,088
358	Kemalpaşa	Hamzababa	38,39126	27,70785	0,013	0,089
359	Kemalpaşa	Bağyurdu	38,415	27,636	0,042	0,093
360	Kemalpaşa	Sütçüler	38,47166	27,46151	0,034	0,094
361	Kemalpaşa	Halilbeyli	38,44014	27,6668	0,034	0,094
362	Kemalpaşa	Ulucak	38,45543	27,37415	0,034	0,104
363	Kemalpaşa	Kuyucak	38,48982	27,39067	0,034	0,104
364	Kemalpaşa	Merkez1	38,42862	27,41874	0,034	0,104
365	Kemalpaşa	Beşpınar	38,51823	27,44513	0,039	0,107
366	Kemalpaşa	Armutlu	38,403	27,532	0,049	0,111
367	Kemalpaşa	Armutlu	38,40664	27,53234	0,034	0,114
368	Kemalpaşa	Sarıçalı	38,44022	27,69403	0,034	0,114
369	Kemalpaşa	Yeşilköy	38,31508	27,45919	0,074	0,134
370	Kemalpaşa	Sinancılar	38,41984	27,66842	0,309	0,298
371	Kemalpaşa	Sinancılar	38,41651	27,66359	0,194	0,314
372	Kınık	Karadere	38,97399	27,44735	0,014	0,104
373	Kınık	Kalemköy	39,0472	27,50063	0,034	0,104
374	Kınık	Kodukburun	39,04583	27,3465	0,014	0,134
375	Kınık	Arpadere	39,00237	27,46361	0,024	0,16
376	Kınık	Merkez	39,08747	27,38186	0,014	0,184
377	Kınık	Örtülü	38,97539	27,34638	0,014	0,194
378	Kınık	Arpadere	39,0077	27,46326	0,014	0,194
379	Kınık	Yaylaköy	39,033	27,51076	0,034	0,194
380	Kınık	İbrahimağa	39,01953	27,25873	0,014	0,204
381	Kınık	Kınık	39,08701	27,38361	0,109	0,24
382	Kınık	Işıklar	39,08356	27,3261	0,054	0,244

383	Kınık	Çan	39,01766	27,43627	0,022	0,25
384	Kınık	Köseler	39,01891	27,37738	0,014	0,254
385	Kınık	Çanköy	39,02567	27,43489	0,014	0,254
386	Kınık	Değirmencili	39,086	27,44913	0,034	0,264
387	Kınık	Bağdemalanı	39,06	27,42958	0,064	0,264
388	Kınık	Büyükoba	39,02597	27,47766	0,108	0,267
389	Kınık	Aziziye	39,11315	27,48568	0,054	0,274
390	Kınık	Karatekeli	39,07109	27,29843	0,054	0,284
391	Kınık	Çaltı	39,09928	27,44119	0,143	0,287
392	Kınık	Dündarlı	39,1038	27,30469	0,094	0,294
393	Kınık	Çaltı	39,10018	27,44111	0,084	0,304
394	Kınık	Elmadere	39,0322	27,48401	0,134	0,314
395	Kınık	Balaban	39,06667	27,26077	0,074	0,334
396	Kınık	Merkez	39,09165	27,37924	0,254	0,334
397	Kınık	Kocaömerli	39,08805	27,42229	0,164	0,344
398	Kınık	Çiftlikköy	39,03912	27,27026	0,134	0,374
399	Kınık	Sucahlı	39,07961	27,28632	0,174	0,384
400	Kınık	Poyracık	39,09141	27,34997	0,074	0,394
401	Kınık	Hamzahocalı	39,1238	27,46361	0,064	0,414
402	Kınık	Kocaömerli	39,08482	27,42343	0,27	0,493
403	Kınık	Yayakent	39,08839	27,30759	0,054	0,514
404	Kınık	Musacalı	39,04441	27,23625	0,014	0,564
405	Kınık	Mustaklar	39,03565	27,38101	0,224	0,614
406	Kınık	Arpaseki	39,0982	27,4917	0,204	0,644
407	Kınık	Cumalı	39,13441	27,47132	0,284	0,894
408	Kınık	Taştepe	39,10795	27,4676	0,054	0,914
409	Kınık	Bağalanı	39,06	27,42957	0,114	0,914
410	Kiraz	Dokuzlar	38,29807	28,13336	0,034	0,044
411	Kiraz	Emenler	38,28034	28,18284	0,034	0,044
412	Kiraz	Pınarbaşı	38,2693	28,21946	0,034	0,044
413	Kiraz	Ovacık	38,29551	28,26067	0,034	0,044
414	Kiraz	Çömlekçi	38,24508	28,26374	0,034	0,044
415	Kiraz	Avunduruk	38,18371	28,27146	0,034	0,044
416	Kiraz	Sarısu	38,28444	28,317	0,034	0,044
417	Kiraz	Akpınar	38,23602	28,38996	0,034	0,044
418	Kiraz	Bahçearası	38,23096	28,43786	0,034	0,044
419	Kiraz	Uzunköy	38,27726	28,23444	0,017	0,06
420	Kiraz	Cevizli	38,23116	28,45987	0,054	0,074
421	Kiraz	İğdeli	38,21938	28,37971	0,034	0,084
422	Kiraz	Kirazçayağzı	38,22851	28,32019	0,034	0,104
423	Kiraz	Yağlar	38,18552	28,20531	0,034	0,124
424	Kiraz	Yeniköy	38,19206	28,26012	0,034	0,124
425	Kiraz	Umurcalı	38,19756	28,24541	0,034	0,134

426	Kiraz	Çatak	38,29109	28,16598	0,034	0,154
427	Kiraz	Karaman	38,16896	28,21492	0,034	0,154
428	Kiraz	Haliller	38,18697	28,28692	0,034	0,154
429	Kiraz	Arkacılar	38,21014	28,2039	0,034	0,164
430	Kiraz	Veliler	38,26404	28,19601	0,034	0,174
431	Kiraz	Başaran	38,26214	28,27406	0,074	0,184
432	Kiraz	Gedik	38,23808	28,15036	0,034	0,194
433	Kiraz	Yeşildere	38,27005	28,16381	0,034	0,194
434	Kiraz	Ceritlar	38,24654	28,20196	0,034	0,204
435	Kiraz	Şemsiler	38,21855	28,21745	0,034	0,204
436	Kiraz	Suludere	38,24995	28,23356	0,034	0,204
437	Kiraz	Karabağ	38,24953	28,1681	0,034	0,214
438	Kiraz	Kırköy	38,23206	28,19235	0,034	0,214
439	Kiraz	Tekbıçaklar	38,18643	28,31815	0,034	0,214
440	Kiraz	Umurlu	38,12288	28,43597	0,034	0,214
441	Kiraz	Çömlekçi	38,24508	28,26374	0,072	0,223
442	Kiraz	Saçlı	38,25568	28,17821	0,034	0,224
443	Kiraz	Merkez	38,23084	28,20575	0,034	0,224
444	Kiraz	Aydoğdu	38,24352	28,25208	0,034	0,234
445	Kiraz	Örencik	38,12496	28,38133	0,034	0,234
446	Kiraz	Taşlıyatak	38,17458	28,42161	0,034	0,234
447	Kiraz	Kaleköy	38,31361	28,50639	0,072	0,243
448	Kiraz	Uzunköy	38,27719	28,23444	0,054	0,254
449	Kiraz	Suludere	38,2732	28,25246	0,053	0,263
450	Kiraz	Hisarköy	38,24148	28,19052	0,034	0,264
451	Kiraz	Merkez	38,23084	28,20575	0,1	0,266
452	Kiraz	Doğancılar	38,20718	28,45656	0,034	0,274
453	Kiraz	Çayağzı	38,22851	28,32011	0,084	0,274
454	Kiraz	Ahmetler	38,11434	28,41214	0,104	0,274
455	Kiraz	Kırköy	38,23259	28,19621	0,114	0,274
456	Kiraz	Sıımlı	38,16252	28,32811	0,034	0,294
457	Kiraz	Mersinlidere	38,16375	28,30121	0,124	0,304
458	Kiraz	Altınoluk	38,22774	28,35406	0,034	0,314
459	Kiraz	Veliler	38,26404	28,19601	0,081	0,341
460	Kiraz	Karaburç	38,23435	28,29886	0,034	0,364
461	Kiraz	Karabulu	38,13945	28,42071	0,034	0,414
462	Kiraz	Kibar	38,2366	28,20429	0,274	0,414
463	Kiraz	Ören	38,232	28,4185	0,354	0,414
464	Kiraz	Solaklar	38,18615	28,34731	0,034	0,454
465	Kiraz	Tumbullar	38,14947	28,43731	0,084	0,464
466	Kiraz	Sarıkaya	38,20994	28,35325	0,217	0,471
467	Kiraz	Yenişehir	38,16707	28,23873	0,304	0,474
468	Kiraz	Başaran	38,26214	28,27406	0,142	0,497

469	Kiraz	Mavidere	38,13786	28,3396	0,174	0,514
470	Kiraz	Olgunlar	38,16393	28,36587	0,284	0,554
471	Kiraz	Çanakçı	38,25688	28,25023	0,154	0,874
472	Menderes	Efem Çukuru	38,28001	26,97031	0,03	0,021
473	Menderes	Ataköy	38,09262	27,16572	0,034	0,055
474	Menderes	Efemçukuru Tüprag	38,27304	26,97105	0,016	0,073
475	Menderes	Çileme	38,15251	27,17902	0,024	0,084
476	Menderes	Gölova	38,03238	27,24311	0,034	0,084
477	Menderes	Çatalca	38,2588	27,0696	0,034	0,094
478	Menderes	Çakaltepe	38,0742	27,21026	0,034	0,094
479	Menderes	Görece	38,29079	27,13319	0,032	0,101
480	Menderes	Görece	38,27874	27,1228	0,014	0,124
481	Menderes	Karakaya	38,29115	27,19484	0,024	0,124
482	Menderes	Şaşal	38,19635	27,12992	0,152	0,125
483	Menderes	Değirmendere	38,1224	27,1418	0,027	0,127
484	Menderes	Kısıık	38,27839	27,18651	0,044	0,134
485	Menderes	Oğlananası	38,24252	27,22297	0,034	0,142
486	Menderes	Gümüldür Tabiat Parkı	38,10089	27,03258	0,062	0,145
487	Menderes	Kavakdere	38,15649	26,89167	0,014	0,154
488	Menderes	Maydanoz	37,98704	27,17803	0,034	0,154
489	Menderes	Küner	38,21259	27,12723	0,064	0,164
490	Menderes	Gümüldür	38,09323	27,01634	0,046	0,172
491	Menderes	Çamönü	38,10475	27,15204	0,034	0,174
492	Menderes	Özdere	38,02949	27,081	0,049	0,177
493	Menderes	Merkez	38,25704	27,13064	0,061	0,181
494	Menderes	Orhanlı	38,16744	26,9551	0,04	0,209
495	Menderes	Şaşal	38,18045	27,11357	0,094	0,214
496	Menderes	Yeniköy	38,22508	27,04342	0,034	0,254
497	Menderes	Sancaklı	38,14414	27,16738	0,044	0,254
498	Menderes	Merkez	38,25335	27,13315	0,149	0,254
499	Menderes	Çamönü	38,10475	27,15204	0,04	0,318
500	Menderes	Develi	38,20134	27,15216	0,244	0,324
501	Menderes	Sancaklı	38,14778	27,16963	0,038	0,354
502	Menderes	Çile	38,04693	27,18874	0,064	0,443
503	Menderes	Ahmetbeyli	38,00356	27,18819	0,06	0,48
504	Menderes	Bulgurca	38,21421	27,2285	0,054	0,594
505	Menderes	Ahmetbeyli	37,99484	27,18849	0,06	0,624
506	Menderes	Efemçukuru	38,27878	26,97704	0,164	0,744
507	Menemen	Yahşelli	38,611	27,10869	0,164	0,144
508	Menemen	Karaorman	38,60783	27,23052	0,034	0,164
509	Menemen	Değirmendere	38,63063	27,15453	0,059	0,195
510	Menemen	Koyundere	38,57712	27,06375	0,144	0,204
511	Menemen	Göktepe	38,60531	27,17059	0,093	0,21

512	Menemen	Maltepe	38,62923	26,90912	0,164	0,214
513	Menemen	Hatundere	38,70153	27,04465	0,144	0,224
514	Menemen	Yanıkköy	38,6608	27,08971	0,104	0,226
515	Menemen	Tuzçullu	38,55	26,939	0,082	0,227
516	Menemen	Alaniçi	38,60912	27,21315	0,034	0,234
517	Menemen	Merkez1	38,60768	27,08791	0,114	0,244
518	Menemen	Bağcılar	38,62054	27,20092	0,034	0,254
519	Menemen	Merkez2	38,61292	27,06374	0,084	0,254
520	Menemen	Yanıkköy	38,65257	27,08104	0,204	0,254
521	Menemen	Buruncuk	38,66646	27,02897	0,185	0,262
522	Menemen	Tuzçullu	38,54969	26,93376	0,064	0,264
523	Menemen	Turgutlar	38,71511	27,16687	0,034	0,274
524	Menemen	Fatih	38,69423	27,03937	0,198	0,279
525	Menemen	Göktepe	38,61006	27,16264	0,034	0,284
526	Menemen	İğnedere	38,65616	27,15982	0,034	0,334
527	Menemen	Günerler	38,56867	26,99952	0,104	0,334
528	Menemen	Ayvacak	38,6138	27,18937	0,114	0,334
529	Menemen	Çukurköy	38,66524	27,10968	0,064	0,344
530	Menemen	Haykiran	38,65922	27,11986	0,294	0,364
531	Menemen	Asarlık	38,58897	27,0805	0,134	0,374
532	Menemen	Haykiran	38,644	27,11325	0,384	0,378
533	Menemen	Görece	38,6498	27,16671	0,154	0,434
534	Menemen	Belen	38,63725	27,10067	0,254	0,454
535	Menemen	Emiralem	38,58324	27,09009	0,034	0,464
536	Menemen	Bozalan	38,70146	27,19704	0,104	0,474
537	Menemen	Buruncuk	38,6645	27,02625	0,184	0,484
538	Menemen	Doğa	38,65154	27,09297	0,254	0,484
539	Menemen	Hasanlar	38,64097	27,12661	0,144	0,514
540	Menemen	Musabey	38,63727	27,00875	0,034	0,524
541	Menemen	Telekler	38,66289	27,19694	0,118	0,573
542	Menemen	Süleymanlı	38,63735	27,1787	0,074	0,643
543	Menemen	Telekler	38,66417	27,21795	0,134	0,643
544	Menemen	Türkeli	38,61088	27,06639	0,264	0,694
545	Menemen	Çaltı	38,6206	27,22834	0,264	0,754
546	Menemen	Merkez3	38,61695	27,06394	0,094	0,764
547	Menemen	Ulukent	38,56088	27,05065	0,118	0,791
548	Merkez	Doğancılar	38,30418	27,34235	0,019	0,016
549	Merkez	Kırıklar	38,32643	27,31798	0,019	0,022
550	Merkez	Kavacık	38,3119	26,9583	0,012	0,041
551	Merkez	Yelki	38,34057	26,86373	0,033	0,077
552	Merkez	Doğancılar	38,30075	27,33834	0,044	0,084
553	Merkez	ASLAN AVCI2	38,33033	27,13576	0,074	0,084
554	Merkez	Çamlı	38,31523	26,85953	0,038	0,088

555	Merkez	Kavacık	38,31085	26,95834	0,034	0,094
556	Merkez	Tırazlı	38,31828	27,05904	0,028	0,102
557	Merkez	Güzelbahçe	38,36061	26,88771	0,034	0,104
558	Merkez	Tırazlı	38,32147	27,05561	0,034	0,104
559	Merkez	Limontepe	38,36207	27,08245	0,037	0,141
560	Merkez	Yamanlar	38,5438	27,13144	0,078	0,15
561	Merkez	Kaynaklar Mah.	38,36374	27,28416	0,164	0,154
562	Merkez	Karacaağaç	38,29113	27,28084	0,047	0,159
563	Merkez	Yamanlar	38,5438	27,13144	0,054	0,164
564	Merkez	Kurudere Yolu	38,5568	27,21821	0,017	0,171
565	Merkez	Küçükkaya	38,3316	26,89589	0,038	0,173
566	Merkez	Küçükkaya	38,33236	26,89642	0,134	0,174
567	Merkez	Karacaağaç	38,28949	27,28136	0,184	0,184
568	Merkez	Merkez	15,4203	3,95378	0,048	0,186
569	Merkez	Depo	38,30674	27,13393	0,034	0,194
570	Merkez	Sancaklı	38,51748	27,15356	0,034	0,214
571	Merkez	Şaşalı	38,50656	26,96359	0,085	0,229
572	Merkez	Kaklıç	38,509	26,988	0,118	0,248
573	Merkez	Payanlı	38,31666	26,92468	0,037	0,288
574	Merkez	ASLAN AVCI1	38,33033	27,13577	0,034	0,304
575	Merkez	Sarnıç Depo	38,31123	27,1472	0,034	0,304
576	Merkez	Payamlı	38,3172	26,92433	0,034	0,394
577	Merkez	Çamlı	38,31533	26,85962	0,069	0,494
578	Ödemiş	Tosunlar	38,28384	27,90322	0,042	0,023
579	Ödemiş	Çamyayla	38,32616	27,92602	0,014	0,034
580	Ödemiş	Elmadağ	39,94405	33,33391	0,014	0,034
581	Ödemiş	Çayırköy	38,01256	28,01032	0,014	0,044
582	Ödemiş	Bozdağ	38,34153	28,07667	0,014	0,044
583	Ödemiş	Kızılca	38,29836	27,84347	0,034	0,044
584	Ödemiş	İlkkurşun	38,1752	27,85909	0,034	0,044
585	Ödemiş	Horzum	38,38353	27,90448	0,034	0,044
586	Ödemiş	Hamamköy	38,0139	27,99065	0,034	0,044
587	Ödemiş	Küçükören	38,03073	27,99297	0,034	0,044
588	Ödemiş	Yılanlı	38,29896	28,11789	0,034	0,044
589	Ödemiş	Üzümlü	38,26986	27,92502	0,064	0,044
590	Ödemiş	Bozcayaka	38,12093	27,9909	0,024	0,054
591	Ödemiş	Demirdere	38,02052	28,00398	0,054	0,054
592	Ödemiş	Demircili	38,21708	27,90713	0,014	0,064
593	Ödemiş	Güney	38,01744	27,97775	0,014	0,064
594	Ödemiş	Dereuzunyer	38,28159	27,92943	0,024	0,064
595	Ödemiş	Bozdağ	38,34123	28,07693	0,01	0,071
596	Ödemiş	Büyükavulcuk	38,23025	28,03358	0,014	0,074
597	Ödemiş	Süleymanlar	38,28189	27,85535	0,034	0,074

598	Ödemiş	Seyrekli	38,19101	27,91693	0,034	0,074
599	Ödemiş	Kemenler	38,10314	28,08494	0,034	0,074
600	Ödemiş	Kemerköy	38,28218	28,09461	0,034	0,074
601	Ödemiş	Merkez3	38,23127	27,97438	0,029	0,079
602	Ödemiş	Üçkonak	38,25056	28,08781	0,034	0,084
603	Ödemiş	Bademli	38,082	28,058	0,062	0,084
604	Ödemiş	Gölcük	38,27181	28,0032	0,013	0,085
605	Ödemiş	Mescitli	38,13403	28,0749	0,034	0,092
606	Ödemiş	Cevizalan	38,25873	28,11818	0,014	0,094
607	Ödemiş	Konaklı	38,12605	27,99408	0,034	0,094
608	Ödemiş	Bademli	38,06581	28,05731	0,044	0,094
609	Ödemiş	Kışlaköy	38,20181	28,06226	0,064	0,094
610	Ödemiş	İlkkurşun	38,17777	27,85843	0,032	0,102
611	Ödemiş	Günlüce	38,27561	27,95571	0,014	0,104
612	Ödemiş	Küre	38,06415	27,97873	0,034	0,104
613	Ödemiş	Küçükavulcuk	38,24281	28,03027	0,034	0,104
614	Ödemiş	Orhangazi	38,16416	28,17111	0,034	0,104
615	Ödemiş	Merkez1	38,23384	27,97164	0,024	0,109
616	Ödemiş	Gerçekli	38,22021	28,06592	0,024	0,114
617	Ödemiş	Şirinköy	38,22314	27,86873	0,034	0,114
618	Ödemiş	Yolüstü	38,21004	28,02696	0,034	0,114
619	Ödemiş	Kayaköy	38,20667	27,82019	0,034	0,124
620	Ödemiş	Yenice	38,242	27,95085	0,034	0,124
621	Ödemiş	Pirinçci	38,08249	28,08088	0,034	0,124
622	Ödemiş	Kayaköy	38,23517	27,81366	0,024	0,127
623	Ödemiş	Merkez2	38,23009	27,97603	0,029	0,129
624	Ödemiş	Türkönü	38,19148	28,05421	0,054	0,133
625	Ödemiş	Yeniköy	38,23293	27,89879	0,034	0,134
626	Ödemiş	Ocaklı	38,22805	28,00995	0,034	0,134
627	Ödemiş	Ovacık	38,31254	28,05235	0,034	0,134
628	Ödemiş	Karakova	38,17646	27,94282	0,054	0,134
629	Ödemiş	Günlüce	38,27561	27,95571	0,008	0,14
630	Ödemiş	Kaymakçı	38,16818	28,104	0,065	0,14
631	Ödemiş	Çobanlar	38,32308	27,95362	0,014	0,144
632	Ödemiş	Bıçakçı	38,07171	28,10256	0,014	0,144
633	Ödemiş	Yusufdere	38,22193	27,82687	0,034	0,144
634	Ödemiş	Kutlubeyler	38,24865	28,09824	0,034	0,144
635	Ödemiş	Yeşilöy	38,1387	28,17383	0,034	0,144
636	Ödemiş	Yeniköy	38,23371	27,89854	0,059	0,152
637	Ödemiş	Hacıhasan	38,28118	28,07635	0,014	0,154
638	Ödemiş	Çaylı	38,23809	27,98375	0,024	0,154
639	Ödemiş	Merkez	38,23664	27,97454	0,035	0,156
640	Ödemiş	Kazanlı	38,13553	27,93909	0,044	0,164

641	Ödemiş	Köseler	38,25615	27,88839	0,034	0,174
642	Ödemiş	Mursallı	38,26834	27,98455	0,034	0,174
643	Ödemiş	Ovakent	38,10425	28,0182	0,034	0,174
644	Ödemiş	Gereli	38,20052	28,04635	0,064	0,174
645	Ödemiş	Hacıhasan	38,28598	28,07701	0,009	0,178
646	Ödemiş	Birgi	38,25898	28,07388	0,29	0,178
647	Ödemiş	Kurucuova	38,23056	27,97167	0,081	0,18
648	Ödemiş	Çağlayan	38,28387	27,98872	0,014	0,184
649	Ödemiş	Köfündere	38,20592	28,15518	0,064	0,184
650	Ödemiş	Gerçekli	38,21998	28,06696	0,019	0,186
651	Ödemiş	Bucak	38,23648	28,10527	0,024	0,194
652	Ödemiş	Kızılcaavlu	38,14109	28,15373	0,034	0,194
653	Ödemiş	Yenice	38,25101	27,94687	0,037	0,195
654	Ödemiş	Ovakent	38,19528	28,2125	0,058	0,2
655	Ödemiş	Balaban	38,14367	27,95666	0,024	0,204
656	Ödemiş	Veliler	38,25823	27,83999	0,034	0,204
657	Ödemiş	Çamlıca	38,09597	27,95538	0,024	0,214
658	Ödemiş	Emirli	38,11121	28,11884	0,024	0,214
659	Ödemiş	Karadoğan	38,24754	27,91318	0,034	0,214
660	Ödemiş	Kaymakçı	38,1662	28,11815	0,064	0,214
661	Ödemiş	Bülbüller	38,23014	27,83581	0,034	0,224
662	Ödemiş	Ortaköy	38,25498	27,92648	0,114	0,243
663	Ödemiş	Oğuzlar	38,27254	28,0173	0,014	0,254
664	Ödemiş	Işıkcami	38,2254	27,88378	0,034	0,264
665	Ödemiş	Ovacık	38,33083	28,0513	0,018	0,269
666	Ödemiş	Dolaylar	38,27753	27,98547	0,034	0,274
667	Ödemiş	Beyazıtlar	38,24706	28,03998	0,034	0,274
668	Ödemiş	Alasarlı	38,15183	28,15354	0,034	0,274
669	Ödemiş	Seki	38,22803	27,85222	0,034	0,294
670	Ödemiş	Ertuğrulköy	38,17587	28,05499	0,044	0,304
671	Ödemiş	Kurucuova	38,18048	28,08843	0,064	0,344
672	Ödemiş	Gölcük	38,27218	28,00311	0,014	0,414
673	Ödemiş	Uzundere	38,20445	28,12122	0,034	0,512
674	Ödemiş	Bayırlı	38,28548	28,03043	0,014	0,614
675	Seferihisar	Gödençe	38,26796	26,91744	0,07	0,03
676	Seferihisar	Merkez3	38,18942	26,83487	0,037	0,044
677	Seferihisar	Merkez	38,19631	26,83812	0,029	0,048
678	Seferihisar	Düzce	38,24433	26,81445	0,074	0,074
679	Seferihisar	Beyler	38,23396	26,92438	0,037	0,084
680	Seferihisar	Beyler	38,22973	26,92612	0,016	0,09
681	Seferihisar	Sığacık	38,18812	26,77649	0,076	0,102
682	Seferihisar	Ulaş	38,24841	26,83387	0,064	0,104
683	Seferihisar	Merkez2	38,19573	26,83856	0,037	0,114

684	Seferihisar	Turgut	38,25884	26,80688	0,064	0,114
685	Seferihisar	Sığacık	38,18768	26,77753	0,043	0,12
686	Seferihisar	Gödençe	38,26819	26,91737	0,084	0,124
687	Seferihisar	Doğanbey	38,08166	26,91041	0,037	0,129
688	Seferihisar	Çamtepe	38,28721	26,9419	0,037	0,134
689	Seferihisar	Merkez1	38,19527	26,83815	0,064	0,134
690	Seferihisar	Ürkmez	38,07657	26,92991	0,037	0,174
691	Seferihisar	Orhanlı	38,16792	26,95293	0,095	0,187
692	Seferihisar	Payamlı	38,08148	26,90908	0,054	0,194
693	Seferihisar	Akarca	38,16618	26,81224	0,094	0,214
694	Seferihisar	Tepecik	38,18111	26,8352	0,056	0,234
695	Selçuk	Sultaniye	37,88321	27,33444	0,034	0,084
696	Selçuk	Çamlık	37,8864	27,38165	0,029	0,089
697	Selçuk	Barutçu	38,00192	27,35097	0,034	0,094
698	Selçuk	Gökçealan	37,84155	27,3872	0,063	0,094
699	Selçuk	Zeytinköy	37,99183	27,28239	0,094	0,124
700	Selçuk	Arvalya	37,94997	27,3699	0,064	0,134
701	Selçuk	Acarlar	37,91423	27,36236	0,079	0,169
702	Selçuk	Şirince	37,94427	27,43154	0,034	0,244
703	Selçuk	Meryemana	37,91243	27,33274	0,154	0,244
704	Selçuk	Belevi	38,01443	27,44926	0,059	0,256
705	Selçuk	Çamlık	37,88834	27,38223	0,063	0,274
706	Selçuk	Şirince	37,94525	27,43175	0,031	0,319
707	Selçuk	Havutçulu	37,88405	27,41767	0,049	0,329
708	Selçuk	Zeytinliköy	37,99292	27,28239	0,047	0,333
709	Selçuk	Şirince	37,94518	27,43158	0,024	0,354
710	Selçuk	Meryemana	37,91299	27,33304	0,09	0,378
711	Selçuk	Belevi	38,01465	27,44969	0,029	0,389
712	Selçuk	Merkez	37,9494	27,36849	0,089	0,419
713	Tire	Çayırılı	38,07469	27,65375	0,049	0,042
714	Tire	Küçükkemendere	38,09075	27,53896	0,034	0,044
715	Tire	Küçükburun	38,10541	27,54431	0,034	0,044
716	Tire	Cambazlı	38,05526	27,5818	0,034	0,044
717	Tire	Peşrefli	38,07858	27,65273	0,034	0,044
718	Tire	Hasançavuşlar	38,13071	27,65844	0,034	0,044
719	Tire	Kürdüllü	38,12949	27,67512	0,034	0,044
720	Tire	Musalar	38,02156	27,68149	0,034	0,044
721	Tire	Karateke	38,09031	27,73224	0,034	0,044
722	Tire	Eskioba	38,05185	27,78876	0,034	0,044
723	Tire	Küçükkale	37,99269	27,79137	0,034	0,044
724	Tire	Mehmetler	37,98143	27,79369	0,034	0,044
725	Tire	Dibekçi	38,09265	27,80414	0,034	0,044
726	Tire	Dündarlı	38,14796	27,8886	0,034	0,044

727	Tire	Küçükkömürcü	38,13365	27,62697	0,324	0,044
728	Tire	Kaplan	38,09831	27,60154	0,034	0,074
729	Tire	Büyükkömürcü	37,99034	27,82101	0,034	0,074
730	Tire	Eğridere	38,05171	27,63027	0,034	0,084
731	Tire	Akmescit	38,06895	27,76697	0,034	0,084
732	Tire	Basköy	38,01553	27,50094	0,034	0,094
733	Tire	Üzümler	38,09031	27,73224	0,034	0,104
734	Tire	Hisarlık	38,09433	27,90539	0,034	0,104
735	Tire	Dereli	38,12368	27,50252	0,034	0,114
736	Tire	Kırtepe	38,06714	27,70309	0,034	0,114
737	Tire	Derebaşı	38,08675	27,78347	0,034	0,114
738	Tire	Dağdere	38,13498	27,63693	0,054	0,114
739	Tire	Somak	37,98938	27,77091	0,094	0,114
740	Tire	Merkez	38,09031	27,73224	0,039	0,116
741	Tire	Armutlu	38,00375	27,48956	0,034	0,124
742	Tire	Toparlar	38,09031	27,73224	0,184	0,124
743	Tire	Çiniyeri	38,01897	27,51454	0,034	0,134
744	Tire	Akçaşehir	38,0865	27,82552	0,034	0,134
745	Tire	Ayaklıkırı	38,12688	27,92526	0,034	0,134
746	Tire	Büyükkale	38,01858	27,52638	0,053	0,137
747	Tire	Topalak	38,01802	27,53175	0,034	0,144
748	Tire	Büyükkale	38,00435	27,75191	0,034	0,144
749	Tire	Akyurt	38,02135	27,76028	0,034	0,154
750	Tire	Yenioba	38,02677	27,90117	0,034	0,154
751	Tire	Çeriközü	38,04196	27,78872	0,062	0,164
752	Tire	Yeniçiftlik	38,1269	27,50389	0,084	0,166
753	Tire	Yeğenli	38,00193	27,65918	0,034	0,174
754	Tire	Halkapınar	38,07071	27,7232	0,034	0,174
755	Tire	Boynuyoğun	38,02832	27,75299	0,114	0,174
756	Tire	Merkez1	38,08166	27,73894	0,034	0,177
757	Tire	Işıklı	38,10258	27,85117	0,034	0,184
758	Tire	Yemişler	38,01066	27,77745	0,054	0,194
759	Tire	Akkoyunlu	38,12412	27,65538	0,05	0,195
760	Tire	Yeniçiftlik	38,02719	27,68098	0,034	0,224
761	Tire	Gökçen	38,112	27,889	0,058	0,23
762	Tire	Alaylı	38,00366	27,7041	0,034	0,234
763	Tire	Mahmutlar	38,07137	27,90146	0,034	0,234
764	Tire	Büyükkemerdere	38,13065	27,65827	0,034	0,254
765	Tire	Çayırılı	38,00145	27,73333	0,034	0,254
766	Tire	Çobanköy	38,09164	27,89259	0,034	0,254
767	Tire	Turgutlu	38,18377	27,78257	0,034	0,264
768	Tire	Ortaköy	38,10171	27,9153	0,034	0,274
769	Tire	Sarılar	38,08818	27,88315	0,034	0,284

770	Tire	Çukurköy	38,05529	27,69357	0,027	0,287
771	Tire	Işıklı	38,09181	27,79744	0,081	0,301
772	Tire	Kireli	38,10078	27,58178	0,114	0,324
773	Tire	Işıklar	38,03575	27,559	0,034	0,344
774	Tire	Çukurköy	38,08973	27,84521	0,084	0,344
775	Tire	Alacalı	38,0714	27,56637	0,034	0,354
776	Tire	Kızılcahavlı	38,0714	27,56637	0,034	0,354
777	Tire	Yenişehir	38,10318	27,8325	0,074	0,354
778	Tire	Akkoyunlu	38,09538	27,79222	0,224	0,364
779	Tire	Doyranlı	38,17991	27,82259	0,101	0,366
780	Tire	Yemişler	38,02579	27,66963	0,048	0,375
781	Tire	Saruhanlı	37,98446	27,74658	0,034	0,414
782	Tire	Kursak	38,11357	27,88813	0,164	0,424
783	Tire	Osmancık	38,01584	27,70051	0,214	0,534
784	Tire	Kocaaliler	38,06927	27,89052	0,034	0,584
785	Tire	Doyranlı	38,18224	27,82325	0,164	0,644
786	Torbalı	Pancar	38,19746	27,23556	0,034	0,054
787	Torbalı	Dağkızılca	38,30925	27,41096	0,055	0,056
788	Torbalı	Dağtekke	38,24723	27,50487	0,054	0,064
789	Torbalı	Ayrancılar	38,243	27,282	0,053	0,07
790	Torbalı	Ormanköy	38,25157	27,45614	0,034	0,074
791	Torbalı	Yeşilköy	38,26699	27,24393	0,044	0,074
792	Torbalı	Özbey	38,13237	27,32174	0,074	0,084
793	Torbalı	Sağlık	38,08542	27,39859	0,034	0,094
794	Torbalı	Subaşı	38,10565	27,43572	0,034	0,094
795	Torbalı	Yazıbaşı	38,17828	27,35201	0,044	0,094
796	Torbalı	Yeniköy	38,17788	27,35333	0,044	0,094
797	Torbalı	Ayrancılar	38,23971	27,27695	0,074	0,094
798	Torbalı	Yoğurtçular	38,26877	27,28311	0,054	0,104
799	Torbalı	Merkez	38,17784	27,35334	0,063	0,107
800	Torbalı	Dağkızılca	38,30918	27,3895	0,104	0,114
801	Torbalı	Subaşı	38,11459	27,43922	0,072	0,121
802	Torbalı	Korucuk	38,24504	27,42596	0,082	0,124
803	Torbalı	Ortaköy	38,21303	27,36889	0,095	0,129
804	Torbalı	Pamukyazı	38,11979	27,4068	0,044	0,134
805	Torbalı	G.M.K.Paşa	38,24684	27,42774	0,064	0,137
806	Torbalı	Merkez	38,1498	27,36133	0,104	0,137
807	Torbalı	Çaybaşı	38,1349	27,37846	0,094	0,144
808	Torbalı	Düverlik	38,21954	27,44862	0,114	0,144
809	Torbalı	Çaybaşı	38,137	27,38	0,025	0,153
810	Torbalı	Bozköy	38,27453	27,35534	0,045	0,153
811	Torbalı	Dağtekke	38,26352	27,50737	0,035	0,156
812	Torbalı	Bülbüldere	38,10425	27,49957	0,084	0,164

813	Torbalı	Gazipaşa	38,28101	27,14288	0,066	0,172
814	Torbalı	Helvacı	38,242	27,474	0,05	0,173
815	Torbalı	Naime Tulum	38,09473	27,435	0,064	0,174
816	Torbalı	Atalan	38,10849	27,46775	0,084	0,184
817	Torbalı	Göllüce	38,09393	27,48483	0,054	0,194
818	Torbalı	Karaot	38,29724	27,43465	0,064	0,204
819	Torbalı	Korucuk	38,24576	27,42169	0,084	0,204
820	Torbalı	Çapak	38,23171	27,35376	0,124	0,204
821	Torbalı	Karakızlar	38,28152	27,44021	0,084	0,214
822	Torbalı	Çakırbeyli	38,2856	27,38306	0,144	0,214
823	Torbalı	Eğerci	38,16214	27,38517	0,104	0,234
824	Torbalı	Kaplancık	38,16677	27,29501	0,044	0,244
825	Torbalı	Kırbaş	38,11801	27,44566	0,064	0,244
826	Torbalı	Şehitler	38,14322	27,4	0,094	0,244
827	Torbalı	Demirci	38,28314	27,28724	0,054	0,254
828	Torbalı	Helvacı	38,243	27,47188	0,104	0,254
829	Torbalı	Çapak	38,23205	27,35372	0,075	0,259
830	Torbalı	Çamlıca	38,21097	27,41249	0,174	0,324
831	Torbalı	Kuşçuburun	38,21404	27,33139	0,154	0,374
832	Torbalı	Karakuyu	38,24918	27,39122	0,054	0,424
833	Torbalı	Ahmetli	38,06134	27,34651	0,174	0,474
834	Torbalı	Taşkesik	38,17927	27,45001	0,114	0,934
835	Torbalı	Aslanlar	38,16796	27,41555	0,124	1,254
836	Urla	Bademler	38,27356	26,82917	0,044	0,042
837	Urla	Kadıovacık	38,34267	26,55336	0,015	0,056
838	Urla	Zeytineli	14,7681	3,03266	0,058	0,06
839	Urla	Güvendik	38,39568	26,73411	0,034	0,064
840	Urla	Özbek	38,36623	26,70442	0,07	0,084
841	Urla	Balıklıova	14,74504	2,905492	0,046	0,09
842	Urla	Kadıovacık	38,34299	26,55311	0,044	0,104
843	Urla	Barbaros	38,32508	26,58216	0,034	0,114
844	Urla	Özbek	38,36627	26,70436	0,034	0,114
845	Urla	Bademler	38,27374	26,82922	0,134	0,124
846	Urla	Uzunkuyu	38,28448	26,55119	0,153	0,124
847	Urla	Merkez	38,32403	26,7593	0,044	0,138
848	Urla	Karapınar	38,31268	26,70602	0,034	0,144
849	Urla	Ovacık	38,2975	26,80585	0,074	0,154
850	Urla	Yenikent Mah.	38,32811	26,76697	0,074	0,164
851	Urla	Balıklıova	38,42326	26,58446	0,034	0,174
852	Urla	İçmeler	38,31268	26,70602	0,064	0,184
853	Urla	Barbaros	38,32416	26,57917	0,032	0,203
854	Urla	Merkez	38,15116	26,65669	0,034	0,214
855	Urla	Nohutalan	38,30051	26,52568	0,084	0,214

856	Urla	Yağcılar	38,25849	26,68259	0,042	0,233
857	Urla	Gümüşköy	38,34702	26,63786	0,034	0,234
858	Urla	Yağcılar	38,25843	26,67929	0,034	0,244
859	Urla	Kuşcular	38,29867	26,74923	0,034	0,264
860	Urla	Adayolu	38,36166	26,77745	0,054	0,274
861	Urla	Zeytineli	38,24279	26,50467	0,07	0,284
862	Urla	Zeytinler	38,2848	26,56137	0,154	0,294
863	Urla	Altıncöy	38,21184	26,72164	0,025	0,295
864	Urla	Demircili	38,22764	26,6865	0,125	0,296
865	Urla	Adil Özen	38,35818	26,77	0,034	0,324
866	Urla	Ovacık	38,2975	26,80584	0,104	0,374
867	Urla	Demircili	38,23	26,68633	0,194	0,554
868	Urla	İçmeler	38,30975	26,67639	0,031	0,777

**İZMİR İLİ TOPRAKLARI RADYUM TORYUM POTASYUM VE SEZYUM
AKTİVİTESİ SONUÇLARI**

SIRA	İLÇE	KOORDİNATLAR		K-40	Ra-226	Th-232	Cs-137
NO	adı	N	E	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
1	Aliağa	38,88532	27,06727	628	63	45	7,8
2	Aliağa	38,88532	27,06727	759	65	71	1,6
3	Aliağa	38,85162	27,03665	339	54	48	2,1
4	Aliağa	38,81418	27,04969	353	71	70	1,7
5	Aliağa	38,72077	26,96464	178	14	30	1,6
6	Aliağa	38,79014	26,97704	134	46	6	0,3
7	Aliağa	38,76399	26,99498	784	46	80	1,6
8	Aliağa	38,76803	27,08306	695	37	77	1
9	Aliağa	38,81934	27,05741	318	64	70	1,7
10	Bayındır	38,21376	27,65129	918	61	64	1,7
11	Bayındır	38,20432	27,72955	248	17	15	3,9
12	Bayındır	38,19646	27,54767	301	42	32	0,7
13	Bayındır	38,21463	27,65097	163	17	16	1,8
14	Bayındır	38,17386	27,71641	430	39	30	4,1
15	Bergama	39,18447	27,1544	538	40	57	3,6
16	Bergama	39,1183	27,17991	459	42	53	1,6
17	Bergama	39,24536	27,42687	432	57	51	1,1
18	Bergama	39,18778	27,33391	391	29	43	3,9
19	Bergama	39,16237	27,26281	305	73	36	5,5
20	Bergama	39,27793	27,32439	870	55	56	1
21	Bergama	39,09365	27,13257	590	77	58	3,3
22	Bergama	39,01323	27,06857	198	1	73	1,1
23	Bergama	39,0784	27,06611	280	35	17	1,2
24	Bergama	39,06875	27,08069	149	49	82	0,4
25	Beydağ	38,10954	28,24571	467	23	32	22
26	Beydağ	38,10954	28,24571	467	23	32	5
27	Beydağ	38,09581	28,22242	515	17	28	1,9
28	Beydağ	38,08922	28,16975	551	37	21	1,6
29	Bornova	38,54861	27,2522	411	38	36	1,5
30	Bornova	38,55078	27,23669	766	81	87	2,4
31	Bornova	38,52013	27,27215	381	80	55	7,7
32	Bornova	38,50048	27,21397	438	49	39	1,7
33	Bornova	38,51189	27,32558	315	12	12	1,6
34	Çeşme	38,31602	26,33951	153	11	14	0,5
35	Çeşme	38,35991	26,30797	51	8	8	0,8
36	Çeşme	38,28235	26,31853	830	114	42	0,4
37	Çeşme	38,29388	26,39886	633	37	63	0,8

38	Dikili	39,18104	26,84919	598	83	71	3,3
39	Dikili	39,16171	26,90152	300	42	61	1,5
40	Dikili	39,18642	26,94025	373	54	71	1,3
41	Dikili	39,27842	27,08754	524	33	63	1,5
42	Dikili	39,23892	27,13096	585	37	68	1,5
43	Dikili	39,08741	26,90253	558	86	93	0,9
44	Dikili	39,13477	26,87669	712	83	76	4,4
45	Dikili	39,06423	27,01394	791	64	73	1,3
46	Dikili	39,10052	26,97504	246	30	22	1,5
47	Dikili	38,93263	26,97972	696	86	65	3,8
48	Dikili	38,93524	26,93165	655	59	54	1,8
49	Dikili	38,94531	26,93378	525	56	53	2,2
50	Dikili	39,03003	26,82691	423	31	50	5,1
51	Dikili	39,06539	27,00363	790	64	73	1,3
52	Foça	38,71534	26,89421	832	181	111	4
53	Foça	38,73413	26,8405	822	122	104	3,3
54	Foça	38,71893	26,77926	643	73	60	1,6
55	Foça	38,68889	26,75185	660	78	72	2
56	Foça	38,66498	26,8421	774	228	115	3,5
57	Foça	38,6873	26,91861	397	39	50	6
58	Foça	38,60112	26,89581	230	24	20	2,4
59	Karaburun	38,39353	26,62123	565	47	65	0,5
60	Karaburun	38,48607	26,61648	849	49	74	1,6
61	Karaburun	38,62788	26,51946	5	1	1	0,4
62	Karaburun	38,66659	26,43608	1024	28	59	0,4
63	Karaburun	38,62699	26,39601	924	32	45	1,6
64	Karaburun	38,47588	26,47258	636	41	58	1
65	Karaburun	38,39778	26,48221	366	29	24	4
66	Kemalpaşa	38,4644	27,35105	182	2	22	7
67	Kemalpaşa	38,51823	27,44513	152	39	63	0,8
68	Kemalpaşa	38,40247	27,52996	103	17	16	5
69	Kemalpaşa	38,43745	27,66798	173	22	23	4,1
70	Kemalpaşa	38,4157	27,64286	885	13	14	3,2
71	Kemalpaşa	38,4182	27,4683	290	22	30	1
72	Kemalpaşa	38,36462	27,44858	762	38	10	1,2
73	Kınık	39,08701	27,38361	504	42	46	3,8
74	Kınık	39,08482	27,42343	250	33	32	3,8
75	Kınık	39,03535	27,48147	282	40	47	2,9
76	Kınık	39,00237	27,46361	492	45	50	1,5
77	Kınık	39,01766	27,43627	234	31	36	1,5
78	Kınık	39,04556	27,34736	783	50	52	1
79	Kınık	39,0098	27,38478	393	38	39	3,5
80	Kiraz	38,25036	28,23174	521	86	20	12

81	Kiraz	38,27726	28,23444	262	26	19	0,9
82	Kiraz	38,2732	28,25246	439	39	33	4,5
83	Kiraz	38,16868	28,28862	154	74	12	1,3
84	Menderes	38,28101	27,14288	354	55	49	1,7
85	Menderes	38,25335	27,13315	308	28	29	7
86	Menderes	38,00356	27,18819	749	59	16	11
87	Menderes	38,10997	27,15942	581	14	7	2,9
88	Menderes	38,14778	27,16963	133	215	98	3,3
89	Menderes	38,29079	27,13319	494	33	39	1,9
90	Menderes	38,20961	27,13833	424	23	34	1,5
91	Menderes	38,19635	27,12992	959	187	158	5,7
92	Menderes	38,10089	27,03258	293	13	15	1,2
93	Menderes	38,12826	26,91657	609	25	41	0,4
94	Menderes	38,29783	26,99782	902	29	43	0,4
95	Menderes	38,29783	26,99782	938	26	40	1,6
96	Menderes	38,30064	27,126	444	25	33	5
97	Menderes	38,23612	27,13551	156	12	14	3,5
98	Menderes	38,16176	27,15692	307	33	43	1,1
99	Menderes	38,08776	27,18353	776	29	37	0,9
100	Menemen	38,56088	27,05065	587	65	56	1,7
101	Menemen	38,61161	27,10844	412	39	37	1,9
102	Menemen	38,58063	27,10056	675	63	62	1,6
103	Menemen	38,62027	27,20096	718	89	66	1,5
104	Menemen	38,63063	27,15453	436	41	34	5,6
105	Menemen	38,66289	27,19694	434	33	36	1,6
106	Menemen	38,644	27,11325	272	38	49	5,1
107	Menemen	38,66646	27,02897	312	30	29	0,4
108	Menemen	38,69423	27,03937	436	45	49	3
109	Menemen	38,53597	26,91066	240	15	15	2,2
110	Menemen	38,55788	27,21864	431	79	178	1,6
111	Merkez	38,50656	26,96359	471	35	33	4,3
112	Merkez	38,48044	27,16492	511	44	47	2
113	Merkez	38,49106	27,15003	388	67	42	0,8
114	Merkez	38,50454	27,11803	282	42	24	1,6
115	Merkez	38,30418	27,34235	387	14	1	1,4
116	Merkez	38,32643	27,31798	119	70	18	2,7
117	Merkez	38,38689	27,09888	1788	32	37	1,6
118	Merkez	38,31928	27,06085	1104	38	63	6,7
119	Merkez	38,31062	26,95824	423	17	23	0,6
120	Merkez	38,31666	26,92454	485	18	27	1,2
121	Merkez	38,33068	26,89619	947	13	31	1,1
122	Merkez	38,35334	26,88682	409	16	24	1,1
123	Merkez	38,34	26,86409	154	34	16	1,3

124	Ödemiş	38,16818	28,104	606	52	21	12
125	Ödemiş	38,20039	28,03385	353	25	25	1,2
126	Ödemiş	38,10499	28,01817	267	50	20	5,9
127	Ödemiş	38,14353	27,95649	552	23	14	1,1
128	Ödemiş	38,23517	27,81366	219	26	22	5,1
129	Ödemiş	38,23371	27,89854	261	23	15	5,4
130	Ödemiş	38,28855	27,51604	98	19	23	14
131	Ödemiş	38,28384	27,90322	412	20	27	1,7
132	Ödemiş	38,33083	28,0513	625	52	50	11
133	Ödemiş	38,23664	27,97454	239	20	15	2,1
134	Ödemiş	38,20535	28,03366	128	21	7	1,3
135	Ödemiş	38,24686	28,0402	228	13	12	2,5
136	Ödemiş	38,34123	28,07693	646	43	40	7,2
137	Ödemiş	38,27181	28,0032	481	46	38	3,1
138	Ödemiş	38,28598	28,07701	188	13	18	1,4
139	Ödemiş	38,21998	28,06696	280	33	20	3,9
140	Ödemiş	38,17777	27,85843	136	9	14	1,2
141	Seferihisar	38,16769	26,95288	855	29	48	1,4
142	Seferihisar	38,22587	26,92633	1067	45	66	0,6
143	Seferihisar	38,26979	26,91808	563	11	23	1,2
144	Seferihisar	38,2745	26,8298	91	7	8	0,4
145	Seferihisar	38,19432	26,77671	287	4	4	0,9
146	Seferihisar	38,19566	26,84161	797	31	47	1,4
147	Seferihisar	38,05915	26,88805	161	48	141	1,9
148	Selçuk	38,01443	27,44926	709	51	40	7,1
149	Selçuk	37,94525	27,43175	549	11	1	0,7
150	Selçuk	37,94735	27,40678	299	19	6	1,5
151	Selçuk	37,88834	27,38223	294	29	29	13
152	Selçuk	37,93892	27,36464	238	47	22	3,5
153	Selçuk	37,91299	27,33304	158	25	16	3,1
154	Selçuk	37,99292	27,28239	287	11	4	1,3
155	Tire	38,11486	27,86326	287	39	24	3,6
156	Tire	38,17991	27,82259	252	32	24	1,6
157	Tire	38,12412	27,65538	549	55	61	7,1
158	Tire	38,1269	27,50389	471	48	30	2,4
159	Tire	38,01858	27,52638	304	35	22	3,8
160	Tire	38,05529	27,69357	718	49	40	4,2
161	Tire	38,04715	27,6838	393	36	26	23
162	Tire	38,02579	27,66963	103	53	58	3,1
163	Torbalı	38,30925	27,41096	320	17	15	0,7
164	Torbalı	38,24395	27,43947	532	16	12	0,7
165	Torbalı	38,21451	27,33118	164	13	16	3
166	Torbalı	38,18718	27,45078	453	29	22	1,4

167	Torbalı	38,11459	27,43922	514	41	32	3,9
168	Torbalı	38,21303	27,36889	414	85	35	8
169	Torbalı	38,24504	27,42596	130	94	21	2
170	Torbalı	38,26352	27,50737	295	28	28	5,3
171	Torbalı	38,23205	27,35372	205	28	22	8,8
172	Torbalı	38,27453	27,35534	157	21	14	4
173	Torbalı	38,08628	27,39869	287	23	20	1
174	Urla	38,30898	26,79169	573	48	88	1,7
175	Urla	38,26092	26,72099	73	4	6	0,5
176	Urla	38,22753	26,68661	130	31	46	0,8
177	Urla	38,25809	26,68154	58	30	19	1,5
178	Urla	38,31772	26,75999	1305	64	99	4,2
179	Urla	38,38183	26,75767	33	19	5	0,4
180	Urla	38,36557	26,7068	6	7	1	0,5
181	Urla	38,31605	26,7044	778	47	71	8,6
182	Urla	38,3522	26,63802	735	24	46	1,3
183	Urla	38,36401	26,84407	778	48	58	2,3
184	Urla	38,31011	26,62787	985	57	79	4,7
185	Urla	38,34819	26,5495	591	41	68	0,7
186	Urla	38,34539	26,55008	503	32	53	4,3
187	Urla	38,30552	26,46974	717	38	55	9,6



**T.C.
TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi**

Sayı : 62362469 – 54017

11/11/2014

Konu: Halim Taşkın doktora çalışması hk.

İLGİLİ MAKAMA

Merkezimiz Radyoaktivite ve Analitik Ölçüm Bölümü elemanlarından Halim TAŞKIN'IN İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen "İzmir İli Fon Radyasyon Düzeylerinin Belirlenmesi, İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığı ile Dağılımın gösterilmesi.", konulu doktora tez çalışması Merkezimizce yürütülmekte olan A3.H2.F4 Kod. No'lu "Çevresel Radyolojik İzleme ve Dozimetrik Değerlendirme Yapılması" ve A3.H2.F5 kodlu "Kapalı Ortamlardaki Radon Gazı Aktivite Derişiminin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi" Faaliyetleri kapsamında olup gerek saha çalışmaları gerekse laboratuvar çalışmaları Merkezimizce desteklenmektedir.

Bilgi için gereğini arz/rica ederim.


 Gürsel KARAHAHAN
 Başkan a.
 Merkez Müdürü V.

Yarımburgaz Mah. Nükleer Araştırma Merkezi Yolu
No:10 Küçükçekmece 34303 - İSTANBUL
Elektronik ağı: www.taek.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat:
TEL: (212) 473 26 00 FAKS: (212) 473 26 34
E-posta: cnaem@taek.gov.tr

FORMLAR

	TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU – S.B. TÜRKİYE HALK SAĞLIĞI KURUMU EVLERDE RADON ARAŞTIRMASI ANKET FORMU							
Dedektör no:		Koordinat:						
Dedektörün eve konuluş ve evden alınış tarihi :/...../2014 -/...../2014								
Adı Soyadı : T.C. no :		Adres:						
Tel:								
1) Evinizin tipini işaretleyiniz.								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Apartman</td> <td style="width: 50%;"> ☐ Zemin ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 3.kat </td> </tr> <tr> <td>Müstakil</td> <td> ☐ Bodrumlu ☐ Bodrumsuz </td> </tr> <tr> <td>Diğer</td> <td></td> </tr> </table>	Apartman	☐ Zemin ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 3.kat	Müstakil	☐ Bodrumlu ☐ Bodrumsuz	Diğer		7) Oturma odanızın pencerelerinin yalıtımı nasıldır? ☐ Pencereler tek camlı, ısı yalıtımı yeterli ☐ Pencereler tek camlı, ısı yalıtımı yetersiz ☐ Pencereler çift camlı, ısı yalıtımı yeterli ☐ Pencereler çift camlı, ısı yalıtımı yetersiz	
Apartman	☐ Zemin ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 1.kat ☐ 2.kat ☐ 3.kat							
Müstakil	☐ Bodrumlu ☐ Bodrumsuz							
Diğer								
2) Kaç yıllık evde oturuyorsunuz? ☐ 15 yıldan az ☐ 15-30 yıl ☐ 30-45 yıl ☐ Diğer								
3) Evinizin havalandırma sistemi nedir? ☐ Doğal havalandırma ☐ Klima ile havalandırma ☐ Vantilatör ile havalandırma ☐ Diğer								
4) Evinizi günde kaç saat havalandırırsınız? ☐ 1 saatten az ☐ 1-3 saat ☐ 3-5 saat ☐ Diğer								
5) Evinizi kışın hangi yolla ısıtıyorsunuz? ☐ Kalorifer ☐ Kömür-odun sobası ☐ Doğal gaz ☐ Diğer								
6) Bulunduğunuz evde kaç yıldır ikamet ediyorsunuz? ☐ 15 yıldan az ☐ 15-30 yıl ☐ 30-45 yıl ☐ Diğer								
8) Oturduğunuz evin tavan, taban ve duvar malzemesini işaretleyiniz.								
	Ahşap	Taş	Toprak	Beton	Tuğla	Diğer		
Tavan								
Taban								
Duvar								
9) Eviniz kaç metrekaredir? ☐ 50 m ² den az ☐ 50-100 m ² ☐ 100-150 m ² ☐ Diğer								
10) Oturma odanız kaç metrekaredir? ☐ 10 m ² den az ☐ 10-30 m ² ☐ 30-50 m ² ☐ Diğer								
11) Ev halkı ile bilgileri doldurunuz.								
Yaş	Cinsiyet	Meslek	Sigara kullanımı					
	☐ E ☐ K		☐ H ☐ E ☐ B	Süresi				
	☐ E ☐ K		☐ H ☐ E ☐ B					
	☐ E ☐ K		☐ H ☐ E ☐ B					
	☐ E ☐ K		☐ H ☐ E ☐ B					

Not: Sigara kullanımı kısmındaki H: hayır, E:evet, B: bırakmış.



Ulusal Radon Kontrol Programı



Bilgilendirilmiş Onam Formu

Sayın katılımcı;

Radon Gazı akciğer kanseri gelişiminde sigaradan sonra en önemli etkenlerden olup, akciğer kanserlerinin %3-15'inden sorumludur. Ev içerisindeki radon kaynağının büyük kısmını (%90), binanın temelinde bulunan toprak ve kayalar oluşturmaktadır birlikte radon gazı bina yapılarında kullanılan malzemelerden de ev içerisine sızabilmektedir. İnsanların doğal kaynaklardan maruz kaldıkları radyasyon dozuna önemli bir katkı oluşturan **Radon Gazının** insan sağlığı üzerindeki olası etkilerinin belirlenmesine temel teşkil etmek üzere, kapalı ortamlardaki Radon Gazı miktarının belirlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik, 81 ilde yapılacak ölçümlerle **"Türkiye Radon Haritası"** oluşturulması ve sonrasında **"Ulusal Radon Kontrol Programı"** geliştirilmesi için Sağlık Bakanlığı ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu arasında bir protokol imzalanmıştır. Türkiye Radon Haritasının oluşturulması çalışmasında; Türkiye İstatistik Kurumu tarafından bilimsel yöntemlerle seçilmiş ve ülkenin genelini temsil eden, 81 ilimizde mevcut 62.320 hanede ev içerisindeki radon gazı miktarı 2 ay boyunca radon dedektörleri ile ölçülecektir. Bu hanelerden birinin sizin oturmuş olduğunuz ev olması tamamen bilimsel istatistiksel örnekleme çalışmasının sonucudur. Bu çalışma kapsamında hazırlanmış bir anket formu ile yaşadığınız ev ile ilgili birtakım temel bilgiler ayrıca kaydedilecektir. Bu formun doldurulması yaklaşık 5 dakika sürecektir. Bu proje, tarafınıza dedektörün gerektiği gibi yerleştirilip korunması dışında ek bir yük getirmeyecektir. Dedektör kaplarının size ve çevrenize herhangi bir zararı bulunmamaktadır. Ölçümlerin doğru yapılabilmesi için dedektör kaplarının kapaklarının açılmaması gerekmektedir birlikte kaza ile açılabilir herhangi bir zararı da bulunmamaktadır. Hanenizle ilgili toplanan bilgiler kesinlikle gizli kalacaktır. Ayrıca tarafınızdan para talep edilemeyeceği gibi tarafınıza herhangi bir ödeme de yapılmayacaktır. Çalışma 5 yıllık bir süreyi kapsayacak olup, bu süre zarfında elde edilen bilgiler ara değerlendirmelerle incelenecektir. Çalışma ile ilgili bilgiler adres ve kimlik belirtmeden eğitim çalışmalarında, bilimsel nitelikli raporlarda kullanılabilir, veri bankalarına eklenebilir. Çalışma ile ilgili bilgiler bu amaçlar dışında kullanılmayacaktır. Ülkemiz için bir ilk olacak böyle bir

çalışma içinde bulunmayı kabul ederseniz bu bizi gerçekten mutlu eder. Katkılarınız için şimdiden çok teşekkür ederiz.

Bilgi Veren Personel

Adı Soyadı Tarih

_____ / /20

HANE SAHİBİNİN BEYANI

Ulusal Radon Kontrol Programı ile ilgili olarak yukarıda yazılanlar da dâhil olmak üzere ayrıntılı bilgiler tarafıma iletildi. Sorularımı sorarak görevli personelden gerekli bilgileri aldım. Program gereği evime detektör yerleştirilmesini ve 2 ay sonra da alınmasını kabul ediyorum. Bu formun bir kopyası bana verilmiştir.

Hane Halkı Reisi Adı Soyadı Tarih

1. Şahit Olan Adı Soyadı Tarih

2. Şahit Olan Adı Soyadı Tarih

(varsa)

_____ / /20

_____ / /20

_____ / /20

ETİK KURUL KARARI



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı : 341

Tarih : 10.02.2015

Konu : Prof.Dr.Bilge HAPÇIOĞLU

Sayın Prof.Dr.Bilge HAPÇIOĞLU
Halk Sağlığı Anabilim Dalı

İlgi : Halk Sağlığı Anabilim Dalının 16/01/2015 gün ve 71 sayılı yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Halim TAŞKIN'ın yürüteceği 2015/242 dosya numaralı "İzmir İli Fon Radyasyon Düzeylerinin Belirlenmesi, İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığı ile Dağılımın Gösterilmesi" başlıklı çalışma konulumuzun 30/01/2015 tarih ve 02 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. A. Yağız ÜRESİN
İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Eki: İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	İ.Ü.İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ HULUSİ BEHÇET KÜTÜPHANESİ KAT:3 FATİH/İSTANBUL
	TELEFON	0 (212) 414 21 53
	FAKS	0 (212) 414 21 53
	E-POSTA	itifetikkurul@istanbul.edu.tr.

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"İzmir İli Fon Radyasyon Düzeylerinin Belirlenmesi, İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığı ile Dağılımın Gösterilmesi"			
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	---			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Bilge HAPÇIOĞLU			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Halk Sağlığı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ	---			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	---			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Yeni Bir Endikasyon	☐		
		Yüksek Doz Araştırması	☐		
		Diğer ise belirtiniz :			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLAR ARASI ☐

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"İzmir İli Fon Radyasyon Düzeylerinin Belirlenmesi, İnsan Sağlığı Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığı ile Dağılımın Gösterilmesi"
-----------------------	---

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☒	İngilizce ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	☒		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	☐		Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	☐		Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	☐		Açıklama		
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	☐				
	SIGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒				
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐				
	HASTA KARTUGÖNÜLÜKLERİ	☐				
	İLAN	☐				
	YILLIK BİLDİRİM	☐				
	SONUÇ RAPORU	☐				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:02	Tarih: 30/01/2015				
	İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı görevli Prof.Dr.Bilge HAPÇIOĞLU'nun sorumluluğunda ve Halim TAŞKIN'ın yürüteceği yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Etik Kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.					
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU						
ÇALIŞMA ESASI		19.08.2011 tarihli, 28030 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. A. Yağız ÜRESİN				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi *	Katılım **	İmza
Prof. Dr. A. Yağız ÜRESİN	Farmakoloji ve Klinik Farmakoloji	İstanbul Tıp Fakültesi (Etik Kurul Başkanı)	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Berrin UMMAN	Kardiyoloji	İstanbul Tıp Fakültesi (Etik Kurul Başkan Yardımcısı)	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Ahmet GÜL	Romatoloji	İstanbul Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	KATILMADI
Prof. Dr. Oğuzhan ÇOBAN	Nöroloji	İstanbul Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Sevdâ ÖZEL YILDIZ	Biyoistatistik	İ.U. İstanbul Tıp Fakültesi Biyoistatistik	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* :Araştırma ile ilişkisi
 ** :Toplantıda Bulunma

İ.U. İstanbul Tıp Fakültesi Klinik araştırmalar Etik kurulu 13.04.2013 tarih, 28617 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik çerçevesinde kurulmuş ve T.C.Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından onaylanmıştır. İlgili yönetmelik kapsamında kalan araştırmalar Sağlık Bakanlığından izin almak zorundadır. Yönetmelik kapsamı dışında kalan araştırmalar ise Etik Kurul bünyesinde oluşturulmuş 5 kişilik alt komisyon tarafından değerlendirilmekte olup Sağlık Bakanlığı iznine tabi değildir.

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

İZMİR İLİ FON RADYASYON DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ ARACILIĞI İLE DAĞILIMIN GÖSTERİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 3	% 3	% 1	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	izmir.tarim.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
2	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
3	library.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	www.radonserv.com İnternet Kaynağı	<% 1
5	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	en.wikipedia.org İnternet Kaynağı	<% 1
7	benzinal.com İnternet Kaynağı	<% 1
8	gnssn.iaea.org	