

Drive test yöntemi ile elektromanyetik kirlilik haritasının çıkartılması ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Mustafa CANSIZ*, Muhammed Bahaddin KURT

Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır

Özet

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte çevremizdeki elektromanyetik dalga yayan cihazların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Kullanmış olduğumuz elektronik cihazların ortamdaki elektromanyetik kirlilik seviyesini artırdığı bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla ortamdaki elektromanyetik kirlilik seviyesinin belirlenmesi insan sağlığı açısından çok büyük bir önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile “Drive Test Yöntemi” (DTY) ile Diyarbakır il merkezindeki 100 kHz 3 GHz frekans bandındaki elektromanyetik kirlilik seviyesi ölçülmüş ve ölçüm sonuçları sayısal harita üzerinde renkli olarak gösterilmiştir. C++ programlama dilinde yazmış olduğumuz program ile seri port üzerinden geniş bantlı elektromanyetik alan ölçer cihazından her saniyede ölçülen etkin (rms) elektrik alan değeri ile GPS cihazından her saniyede gelen enlem, boylam ve zaman bilgisi senkronize bir şekilde alınmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları text dosyası şeklinde kaydedilmiştir. Daha sonra bu text dosyası elektromanyetik kirliliği görselleştirmek için sayısal haritaya aktarılmıştır.

Son olarak, DTY ile farklı tarihlerde alınan iki ölçüm sonucu, Uluslararası İyonlaştırılmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından belirlenen meslek ve halk maruziyet sınırları ile karşılaştırılmış ve ölçüm sonuçlarının bu sınırları aşmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Elektromanyetik Kirlilik, Elektrik Alan, Sayısal Harita, ICNIRP.*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Mustafa CANSIZ. mustafa.cansiz@dicle.edu.tr; Tel: (412) 248 82 17 (3538)

Mapping of electromagnetic pollution with drive test method and evaluation of its measurement results

Extended abstract

The numbers of devices emitting electromagnetic waves around us are increasing day by day with the development of technology. It is a known fact that electronic devices used increase the level of electromagnetic pollution in our environment. Therefore, determining the level of electromagnetic pollution in the environment is of great importance for human health.

There are several methods to measure electromagnetic pollution. Manually measuring the value of the electromagnetic field is the most common method, but this method requires very long time to measure many points.

Drive Test Method allows us to measure level of electromagnetic pollution of the long and wide areas very quickly as a mobile.

In this study, with Drive Test Method, the level of electromagnetic pollution in Diyarbakır City Center for 100 kHz to 3 GHz frequency band was measured and the measurement results were shown in color on a digital map. The program written by us in C++ programming language obtained effective value of the electric field (rms) from broadband electromagnetic field device and latitude, longitude, and time information from GPS device for every second synchronously through the serial port. The measurement results obtained was saved in the form of text file. Then this text file was imported to digital map to visualize electromagnetic pollution.

After the two measurements, the values of electric field were divided into 6 different ranges and colors. $0 \leq E \text{ Field (V/m)} < 1$ values were shown in white color, $1 \leq E \text{ Field (V/m)} < 2$ values were shown in green color, $2 \leq E \text{ Field (V/m)} < 3$ values were shown in blue color, $3 \leq E \text{ Field (V/m)} < 4$ values were shown in yellow color, $4 \leq E \text{ Field (V/m)} < 5$ values were shown in red color and finally $5 \leq E \text{ Field (V/m)} \leq 10$ values were shown in black color on a digital map.

The measurements were especially taken one day during the week and one day at the weekend for observing the electromagnetic pollution.

The first measurement was taken on Friday, January 8, 2010 the local time between the hours of 15:17 to 19:27. Totally 12860 samples were taken during the first measurement. The average value of electric field of the first measurement was 2.22 V/m. The maximum value of electric field of the first measurement was 5.40 V/m. The minimum value of electric field of the first measurement was 0.58 V/m.

The second measurement was taken on Sunday, January 17, 2010 the local time between the hours of 15:02 to 18:57. Totally 11533 samples were taken during the second measurement. The average value of electric field of the second measurement was 2.50 V/m. The maximum value of electric field of the second measurement was 6.28 V/m. The minimum value of electric field of the second measurement was 1.57 V/m.

Finally, results of two measurements taken at different times with Drive Test Method were compared with the reference limits set by International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) for occupational and general public exposures and it was determined that the measurement results did not exceed these reference limits.

Keywords: Electromagnetic Pollution, Electric Field, Digital Map, ICNIRP.

Giriş

Çevremizi saran elektromanyetik kirlilik teknolojinin gelişmesi ile birlikte her geçen gün hızla artmaktadır. Elektromanyetik kirliliğin hangi boyutlarda olduğu ve canlılar üzerine etkileri konusu birçok bilimsel çalışmaya esin kaynağı olmuştur (Lindbohm vd., 1992; Rothman vd., 1996; Feychting ve Ahlbom, 1994). İyonize etmeyen elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili birçok bilimsel çalışma literatürde mevcuttur (Schüz vd., 2001; Klæboe vd., 2005; Villeneuve vd., 2002; Tynes ve Haldorsen, 2003).

Baz istasyonları, TV vericiler, radyo vericileri, mikrodalga fırınlar v.s. gibi elektromanyetik dalga yayan tüm cihazlar elektromanyetik kirliliğe neden olurlar. Çevremizdeki elektromanyetik kirliliğin seviyesi ile ilgili birçok bilimsel çalışmada farklı yöntemler ile elektromanyetik kirlilik seviyesi hesaplanmaya ve ölçülmeye çalışılmıştır (Paolino vd., 2001; Bertocco, 2002). Son zamanlarda özellikle baz istasyonlarının yaymış olduğu elektromanyetik kirlilik gündemi uzun süre meşgul etmiştir (Bornkessel vd., 2007; Henderson ve Bangay, 2005; Genç, 2010). Ayrıca bazı çalışmalarda farklı yöntemlerle GPS yardımı ile elektromanyetik kirlilik harita üzerinde gösterilmiştir (Saitoh, 2002; Uygunol, 2009).

Bazı durumlarda manuel ölçüm alma yöntemi ile ölçümler yapılmaktadır (ICNIRP, 2009). Manuel ölçüm alma yöntemi ile ölçümler hem uzun sürmekte hem de geniş bir alan için ölçüm yapmak imkansız hale gelmektedir. DTY ile manuel ölçüm alma yöntemindeki zorluklar aşılmıştır. Böylece hızlı ve pratik bir çözüm olanağı elde edilmiştir.

Bu çalışma ile Türkiye'nin Güneydoğusunda yer alan Diyarbakır il merkezinde, nüfusun yoğun olduğu bölgelerindeki ana yollarda, DTY ile 100 kHz 3 GHz frekans bandındaki elektromanyetik kirlilik seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle hafta içi ve hafta sonu olmak üzere iki farklı tarihte ölçümler

yapılmıştır. DTY ile geniş alanlardaki elektromanyetik kirlilik mobil olarak hızlı bir şekilde ölçülmüştür. Daha sonra ölçüm sonuçları sayısal harita üzerinde renkli olarak gösterilmiştir.

Drive Test ölçümleri sonucunda elde edilen elektrik alan değerleri Uluslararası İyonlaştırılmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından belirlenen meslek ve halk maruziyet sınırları ile karşılaştırılmıştır (ICNIRP, 2009). Ölçüm sonuçlarının, ICNIRP'nin belirlemiş olduğu meslek ve halk maruziyet sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir.

Yöntem

Diyarbakır il merkezinde 100 kHz 3 GHz frekans bandındaki elektromanyetik kirlilik seviyesi DTY ile iki defa ölçülmüştür. C++ programlama dilinde yazılmış olduğumuz program sayesinde geniş bantlı elektromanyetik alan ölçer cihazından (NMB 520) her saniyede ölçülen rms elektrik alan değeri ve GPS (Garmin Etrex Legend HCx) cihazından da her saniye gelen enlem, boylam ve zaman bilgisi seri port üzerinden alınmış ve ölçüm sonuçları text dosyası şeklinde kaydedilmiştir.

DTY ile ölçüm almak üzere araca yerleştirilen ölçüm düzeneği Şekil 1'de gösterilmiştir. Ölçümler sırasında araç içindeki herkesin cep telefonları kapatılmıştır. Arabada klima, radyo, CD-DVD-MP3 çalar v.b. gibi tüm elektronik cihazlar kapalı tutulmuştur. Böylece elektromanyetik alan kaynağı olabilecek tüm cihazlar ölçüm boyunca çalıştırılmamıştır. Ölçümler sırasında aracın ortalama hızı 40 ile 50 Km/saat arasında seyretmiştir.



Şekil 1. DTY ile ölçüm almak üzere araca yerleştirilen düzenek



Şekil 2. Narda EF 0391 E-field 100 kHz 3 GHz Prob anteni ile NBM 520 cihazı.

Ölçümlerde kullanılan ekipmanlar

Ölçümlerde kullanılan NBM 520 geniş bantlı elektromanyetik alan ölçer cihazı 100 kHz 60 GHz frekans bandında çalışan izotropik prob anteni ile ortamdaki elektrik alan (V/m), manyetik alan (A/m) ve güç akı yoğunluğu (W/m^2) değerlerini ölçebilen elektronik bir cihazdır. NBM 520 geniş bantlı elektromanyetik alan ölçer cihazı elektromanyetik alan değerini ani değer olarak veya belli zaman aralıklarında elektromanyetik alan değerini maksimum, minimum veya ortalama değer şeklinde verebilmektedir.

Narda EF 0391 E-field 100 kHz 3 GHz Prob anteni içerisinde E^2 PROM barındıran hafif ağırlıklı ve yüksek doğruluklu 100 kHz 3 GHz frekans bandında ölçüm yapmaya olanak sağlayan bir anten düzeneği içermektedir. İçerisinde birbirine dik X,Y,Z düzleminde 3 adet plaka bulunmaktadır. Dolayısıyla ortamın elektrik alan değeri 3 boyutlu olarak hesaplanabilmektedir. Şekil 2' de Narda EF 0391 E-field 100 kHz 3 GHz Prob anteni ile NBM 520 cihazı yer almaktadır.

Ölçümlerde kullanılan Garmin Etrex Legend HCx GPS alıcısı 12 kanallı olup yüksek doğrulukta konum bilgisi vermektedir. Şehir merkezlerindeki yüksek ve birbirine çok yakın yapılar arasında koordinatların doğruluk oranının yüksek olması için GPS alıcısının kanal sayısı yüksek olmalıdır. Şekil 3'te Garmin Etrex Legend HCx GPS alıcısı yer almaktadır.



Şekil 3. Garmin etrex legend HCx GPS alıcısı.

Sayısal haritanın oluşturulması

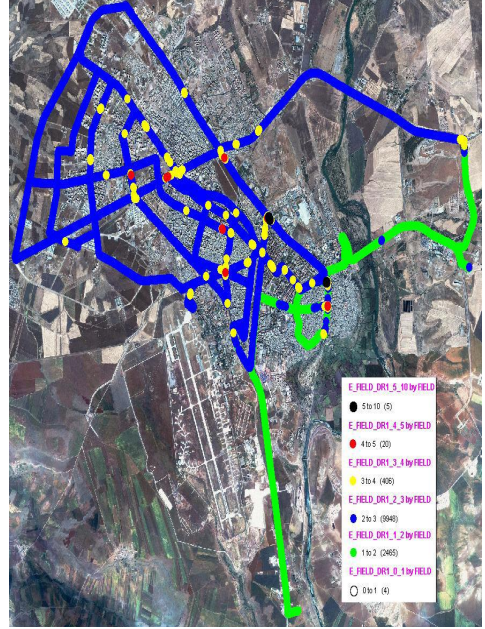
DTY ile alınan ölçüm sonuçları birer daire şeklinde sayısal harita üzerinde gösterilmiştir. Sayısal harita üzerine yerleştirilen dairelerin koordinat bilgileri bulunmaktadır. Bu daireler üzerinde elektrik alan değerleri sayısal olarak yer almaktadır.

Ölçüm boyunca alınan elektrik alan değerleri 0 V/m ile 10 V/m arasında 6 adet farklı dizi ve renklere ayrılmıştır. Elektrik alan değeri Şekil 4 ve 5'teki gibi sayısal haritaların gösterge kısmında $0 \leq E \text{ Field (V/m)} < 1$ arası beyaz renkte, $1 \leq E \text{ Field (V/m)} < 2$ arası yeşil renkte, $2 \leq E \text{ Field (V/m)} < 3$ arası mavi renkte, $3 \leq E \text{ Field (V/m)} < 4$ arası sarı renkte, $4 \leq E \text{ Field (V/m)} < 5$ arası kırmızı renkte ve son olarak $5 \leq E \text{ Field (V/m)} \leq 10$ arası ise siyah renkte gösterilmiştir.

Bulgular ve tartışma

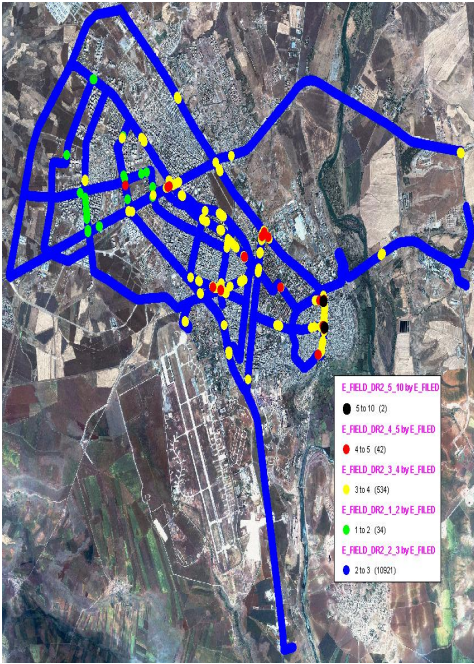
DTY ile 100 kHz 3 GHz frekans bandında Diyarbakır il merkezinde yapılan ölçümlerde özellikle kırmızı ve siyah noktaları içine alacak şekilde elektrik alan değeri 4 V/m'ye eşit veya büyük olan noktalar inceleme altına alınmıştır. Böylece her iki Drive Test sonucunda 12 farklı nokta tespit edilmiştir.

Birinci ölçüm 8 Ocak 2010 cuma günü yerel saat ile 15:17 ile 19:27 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçüm boyunca toplam 12860 adet örnek alınmıştır. Şekil 4'te görüldüğü gibi Drive Test 1 ölçüm sonucunda 6 adet kırmızı 2 adet siyah nokta tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçları daha çok mavi ve yeşil renklere olmaktadır. Sayısal haritada mavi renk ($2 \leq E \text{ Field (V/m)} < 3$) daha hakimdir. Drive Test 1 ölçüm sonucunun ortalama değeri 2.22 V/m'dir.



Şekil 4. DTY ile 100 kHz 3 GHz frekans bandında Diyarbakır il merkezinde alınan Drive Test 1 elektrik alan ölçüm sonuçlarının renkli gösterimi.

İkinci ölçüm 17 Ocak 2010 pazar günü yerel saat ile 15:02 ve 18:57 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçüm boyunca toplam 11533 adet örnek alınmıştır. Şekil 5'te görüldüğü gibi Drive Test 2 ölçümü sonucunda 8 adet kırmızı 2 adet siyah nokta tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarında daha çok mavi renk ($2 \leq E \text{ Field (V/m)} < 3$) hakimdir. Drive Test 2 ölçüm sonucunun ortalama değeri 2.50 V/m'dir.



Drive Test 1 ile Drive Test 2 sonucunda ortak olan kırmızı veya siyah noktalar, yani en yüksek elektrik alan değerine sahip noktalar her bir test için ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Drive Test 1 ölçümü sonucunda 6 adet kırmızı ve 2 adet siyah nokta tespit edilmiştir. Buna karşın Drive Test 2 ölçümü sonucunda ise 8 adet kırmızı ve 2 adet siyah nokta tespit edilmiştir. Drive Test 1 ölçümünde Drive Test 2'den farklı olarak 4 nokta gözlemlenmiştir. Bununla birlikte Drive Test 2 ölçümünde Drive Test 1'den farklı olarak 2 nokta gözlemlenmiştir. Tüm bu farklı noktalar örtüştürüldüğünde 12 farklı nokta Tablo 1 ve Tablo 2'de görüldüğü gibi ortaya çıkmaktadır.

Şekil 5. DTY ile 100 kHz 3 GHz frekans bandında Diyarbakir il merkezinde alınan Drive Test 2 elektrik alan ölçüm sonuçlarının renkli gösterimi.

Tablo 1. Drive Test 1 ölçümündeki 12 noktanın elektrik alan, manyetik alan ve güç yoğunluğu değerleri

Yer	DT 1 Elektrik Alan Değeri (V/m)	DT 1 Manyetik Alan Değeri (A/m)	DT 1 Güç Yoğunluğu Değeri (W/m ²)
Nokta 1	4.68	0.0124	0.058032
Nokta 2	4.36	0.0116	0.050576
Nokta 3	3.95	0.0105	0.041475
Nokta 4	4.46	0.0118	0.052628
Nokta 5	5.40	0.0143	0.077220
Nokta 6	5.21	0.0138	0.071898
Nokta 7	4.69	0.0124	0.058156
Nokta 8	3.38	0.0090	0.030420
Nokta 9	3.45	0.0092	0.031740
Nokta 10	3.89	0.0103	0.040067
Nokta 11	4.01	0.0106	0.042506
Nokta 12	4.56	0.0121	0.055176

Elektromanyetik kirlilik haritasının çıkartılması

Tablo 2. Drive Test 2 ölçümündeki 12 noktanın elektrik alan, manyetik alan ve güç yoğunluğu değerleri

Yer	DT 2 Elektrik Alan Değeri (V/m)	DT 2 Manyetik Alan Değeri (A/m)	DT 2 Güç Yoğunluğu Değeri (W/m ²)
Nokta 1	4.16	0.0110	0.045760
Nokta 2	4.21	0.0112	0.047152
Nokta 3	4.33	0.0115	0.049795
Nokta 4	4.16	0.0110	0.045760
Nokta 5	4.59	0.0122	0.055998
Nokta 6	5.12	0.0136	0.069632
Nokta 7	6.28	0.0167	0.104876
Nokta 8	4.23	0.0112	0.047376
Nokta 9	4.30	0.0114	0.049020
Nokta 10	4.24	0.0112	0.047488
Nokta 11	3.50	0.0093	0.032550
Nokta 12	2.90	0.0077	0.022330

Tablo 3. Drive Test 1 ve Drive Test 2'nin ölçümlerinden elde edilen elektrik alan değerlerinin minimum, ortalama ve maksimum değerlerine göre karşılaştırılması

Drive Test'ler	Minimum	Ortalama	Maksimum
DT 1 Elektrik Alan Değeri (V/m)	0.58	2.22	5.40
DT 2 Elektrik Alan Değeri (V/m)	1.57	2.50	6.28

Diyarbakır il merkezindeki en yüksek elektrik alan değerine sahip 12 farklı nokta özellikle baz istasyonları civarındaki saha şartlarında görülmüştür. Tablo 1 ve Tablo 2'de görüldüğü gibi Drive Test'ler sonucunda ölçülen elektrik alan değerleri genel itibari ile birbirlerine yakın değerde çıkmaktadır. Fakat bazı noktalar arasında (Tablo 1 ve Tablo 2'deki Nokta 7 ve Nokta 12 değerleri gibi) ise büyük farklar meydana gelmiştir. Bu farkların nedeni ise ortamdaki elektromanyetik alan seviyesinin dinamik olarak sürekli değişmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, mobil abonelerin baz istasyonlarına olan mesafeleri ile baz istasyonlarının konuşma ve veri kanallarının yoğunluğu ortamdaki elektromanyetik alan seviyesini etkilemektedir. Abonelerin konuşma yaptığı baz istasyonlarına olan mesafesi arttıkça hem baz istasyonu hem de mobil cep telefonu güçlerini belli bir limite kadar artırmaktadır.

Aynı şekilde abonelerin konuşma yaptığı baz istasyonlarına olan mesafesi azaldıkça hem baz istasyonu hem de mobil cep telefonu güçlerini belli bir limite kadar azaltmaktadırlar. Bununla birlikte baz istasyonlarındaki konuşma ve veri kanallarının yoğunluğu arttıkça yine ortamdaki elektromanyetik alan seviyesi artmaktadır.

Ayrıca birçok elektromanyetik dalga yayan cihazların (TV, telsiz, radyo vericileri gibi) antenlerinden yayılan elektromanyetik güç dinamik olarak zamanla değişmektedir. Sonuç itibari ile farklı günlerin aynı saat ve dakikasında ölçülen elektromanyetik alan seviyesi dinamik olarak değiştiğinden dolayı alınan ölçüm sonuçları arasında farklılıklar çıkabilmektedir.

ICNIRP yüksek ve düşük frekanslı elektrik, manyetik ve elektromanyetik alan maruziyet

sınırlarını belirleyen bağımsız kuruluşlardan biridir. ICNIRP'nin belirlemiş olduğu elektrik alan, manyetik alan, manyetik akı yoğunluğu meslek ve halk maruziyet sınırları Tablo 4 ve 5'te gösterilmiştir (ICNIRP, 2009). Ülkemiz de ICNIRP'nin belirlemiş olduğu maruziyet sınırlarına uyan ülkeler arasındadır.

DTY ile her saniye ölçülen elektrik alan değeri ICNIRP'nin belirlemiş olduğu 6 dakikalık ortalama elektrik alan değeri ile karşılaştırılmıştır. DTY ile her saniye ölçülen elektrik alan değeri ICNIRP'nin belirlemiş olduğu meslek ve halk maruziyet sınırlarına yakın veya yüksek değerlerde olmadığından dolayı, o noktalarda ayrıca 6 dakikalık ölçümlerin alınmasına gerek duyulmamıştır.

Drive Test 1 ölçümündeki en yüksek elektrik alan değeri 5.40 V/m iken Drive Test 2 ölçümündeki en yüksek elektrik alan değeri 6.28 V/m'dir. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun belirlemiş olduğu tek cihaz için halk maruziyet sınırları 900 MHz için 10.23 V/m, 1800 MHz için 14.47 V/m ve 2100 MHz için ise 15 V/m dir (Güler vd., 2010). Tek cihaz için halk maruziyet sınırları Tablo 5'teki değerlerin 1/4'dür (Güler vd., 2010). Meslek maruziyet sınırları ise bahsi geçen frekans bandları için daha yüksek değerlere sahiptir.

Bu çalışmada 100 kHz 3 GHz frekans bandında yapılan elektrik alan ölçümlerinin Tablo 4'teki meslek maruziyet sınırlarını ve Tablo 5'teki halk maruziyet sınırlarını aşmadığı tespit edilmiştir (ICNIRP, 2009).

Tablo 4. Zaman değişimli elektrik ve manyetik alanlara meslek maruziyeti için referans seviyeleri.

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Kuvveti (V/m)	Manyetik Alan Kuvveti (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu (μ T)	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu Seq (W/m ²)
1 Hz'e kadar	–	1.63×10^5	2×10^5	–
1 - 8 Hz	20000	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	–
8 - 25 Hz	20000	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^4 / f$	–
0.025 – 0.82 kHz	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	–
0.82 - 65 kHz	610	24.4	30.7	–
0.065 - 1 MHz	610	$1.6 / f$	$2.0 / f$	–
1 - 10 MHz	$610 / f$	$1.6 / f$	$2.0 / f$	–
10 - 400 MHz	61	0.16	0.2	10
400 - 2000 MHz	$3 f^{1/2}$	$0.008 f^{1/2}$	$0.01 f^{1/2}$	$f / 40$
2 - 300 GHz	137	0.36	0.45	50

Tablo 5. Zaman değişimli elektrik ve manyetik alanlara halk maruziyeti için referans seviyeleri

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Kuvveti (V/m)	Manyetik Alan Kuvveti (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu (μ T)	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu Seq (W/m ²)
1 Hz'e kadar	–	3.2×10^4	4×10^4	–
1 - 8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	–
8 - 25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	–
0.025 – 0.8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	–
0.8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6.25	–
3 - 150 kHz	87	5	6.25	–
0.15 - 1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	–
1 - 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	–
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	2
400 - 2000 MHz	$1.375 / f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2 - 300 GHz	61	0.16	0.20	10

Sonuçlar

100 kHz 3 GHz frekans bandında Diyarbakır il merkezinde nüfusun yoğun olduğu ana yollarda 2 farklı tarihte DTY ile ölçümler yapılmıştır. DTY sayesinde uzun ve geniş alanlardaki elektromanyetik kirlilik seviyesi mobil olarak hızlı bir şekilde ölçülmüştür. Daha sonra elektrik alan ölçüm sonuçları sayısal haritaya aktararak elektromanyetik kirlilik seviyesi renkli olarak sayısal harita üzerinde gösterilmiştir. Böylece geniş alanlardaki elektromanyetik kirlilik seviyesi hakkında hızlı bir şekilde genel olarak bir fikir edinilmiştir.

Ölçümler sonucunda Drive Test 1'de toplam 12860 örnek, Drive Test 2'de ise toplam 11583 örnek alınmıştır. Drive Test 1 ve Drive Test 2 sonucunda Diyarbakır il merkezinde en yüksek elektrik alan değerine sahip 12 farklı nokta tespit edilmiş. Bu noktalar her iki test için kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Drive Test 1 ölçüm sonuçları göz önünde bulundurulduğunda en

yüksek elektrik alan değeri 5.40 V/m çıkmıştır. Drive Test 2 ölçüm sonuçları göz önünde bulundurulduğunda ise en yüksek elektrik alan değeri 6.28 V/m olmuştur. Çevremizdeki elektromanyetik alan seviyesi dinamik olarak

sürekli değiştiği için ölçüm değerleri arasında doğal olarak farklar oluşabilmektedir.

Dolayısıyla herhangi bir noktanın ölçülen elektrik alan değeri her ölçümde farklı çıkabilmektedir.

Sonuç itibarı ile bu çalışmayla DTY ile elde edilen maksimum elektrik alan ölçüm sonuçları ICNIRP'nin belirlemiş olduğu farklı bandlardaki meslek ve halk maruziyet sınırları ile karşılaştırılmış ve ölçüm sonuçlarının bu maruziyet sınırların altında olduğu tespit edilmiştir. Fakat her geçen gün kurulan yeni baz istasyonları, TV ve radyo vericileri, telsiz röle istasyonları v.b. gibi elektromanyetik dalga yayan tüm cihazlar yaşadığımız ortamadaki elektromanyetik kirlilik seviyesini artırmaktadır.

Dolayısıyla yaşam alanımızdaki elektromanyetik kirlilik seviyesinin maruziyet sınırlarının altında olduğundan emin olmak için periyodik olarak bu ölçümlerin yapılması halk sağlığı açısından hayati önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Bertocco, M., (2002). A Measurement System for the Evolution of Environmental Electromagnetic Field, *Proceedings of the 19th IEEE, Instrumentation and Measurement Technology Conference, USA*, 1277-1281.
- Bornkessel, C., Wuschek, M. ve Schmidt, P., (2007). Measurement and Calculation of General Public Electromagnetic Exposure Around GSM and UMTS Cellular Base Stations, *INICA '07. 2nd International ITG Conference*, 225-229.
- Feychting, M., Ahlbom, A., (1994). Magnetic Field, Leukemia and Central Nervous System Tumor in Swedish Adults Residing Near High Voltage Power Lines, *Epidemiology*, **5**, 5, 501-509.
- Genç, Ö., (2010). Radyo Frekanslarında Elektromanyetik Kirliliğe GSM Bantlarının Etkisinin İstatistiksel Analizi, *Doktora tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Güler, İ., Çetin, T., Özdemir A. R., Uçar, N., (2010). Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu. http://www.tk.gov.tr/tuketici/emd/Turkiye_EMF_Raporu.pdf, (20.04.2010).
- Henderson, S.I. ve Bangay, M.J., (2005). Survey of RF Exposure Levels from Mobile Telephone Base Stations in Australia Survey of RF Exposure Levels from Mobile Telephone Base Stations in Australia, *Bio Electro Magnetism*, **27**, 1, 73-76.
- ICNIRP, (2009). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz), *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*.
- Klaeboe, L., Blaasaas, K. G., Haldorsen, T., et al, (2005). Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and brain tumors in Norway: a population-based study, *International Journal of Cancer*, **115**, 1, 137-141.
- Lindbohm, M. L., Hiitanen, M., Kyyrönen, P. et al, (1992). Magnetic Fields of Video Display terminals and Spontaneous Abortion, *American Journal of Epidemiology*, **136**, 9, 1041-1051.
- Paolino, L., Sebillo, M., Tortora, G., et al, (2001). Monitoring Electromagnetic Pollution: A GIS-Based Visual Approach, *Lecture Notes in Computer Science*, 90-101.
- Rothman, K. J., Loughlin, J. E., Funch, D. P. et al, (1996). Overall Mortality of Cellular Telephone Customers, *Epidemiology*, **7**, 3, 303-305.
- Saitoh, H., (2002). GPS Synchronized Measurement Applications in Japan, *Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002*, **1**, 494-499.
- Schüz, J., Grigat, J. P., Brinkmann, K., et al, (2001). Residential Magnetic Fields as a Risk Factor for Childhood Acute Leukaemia Results from a German Population-based case-control Study, *International Journal of Cancer*, **91**, 5, 728-735.
- Tynes, T., Haldorsen, T., (2003). Residential and Occupational Exposure to 50 Hz Magnetic Fields and Hematological Cancers in Norway, *Cancer Causes & Control*, **14**, 8, 715-720.
- Uygunol, O., (2009). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla GSM Baz İstasyonlarında Elektromanyetik Alan Kirliliği Tespiti ve Konya Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Villeneuve, P. J., Agnew, D. A., Johnson, K. C., et al, (2002). Brain Cancer and Occupational Exposure to Magnetic Fields Among Men: Result From Canadian Population-based case-control Study, *International Journal of Epidemiology*, **31**, 1, 210-217.