

Determination of health hazards for GSM BTS station by using fuzzy logic

Baha KANBEROGLU¹

Selçuk ÇÖMLEKÇİ²

Süleyman BILGIN¹

¹Sakarya University, Engineering Faculty, Department of Electrical and Electronics Engineering, Sakarya, Turkey

²Suleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Electronics and Communication Engineering, Isparta, Turkey

Abstract: There is currently a general consensus in the scientific and standards community that the most significant parameter, in terms of biologically relevant effects of human exposure to radiofrequency electromagnetic fields, is the specific energy absorption rate (SAR) in tissue, a quantity properly averaged in time and space and expressed in watts per kilogram (W/kg). A large number of biological effects have been reported in cell cultures and in animals, often in response to exposure to relatively low-level fields and the subject of on-going research. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) recognizes that there is public concern about the safety of exposure to the radio frequency (RF) and microwave (MW) fields from hand-held, portable, and mobile cellular telephones. International organizations have established guidelines for human exposure to radio frequency energy. While these guidelines differ in some respects, their limits in the frequency range used by wireless communications devices are broadly similar. The consensus of the scientific community, as reflected in these exposure guidelines, is that exposure to RF energy below recommended limits in these guidelines is safe. However there is a scientific discontinuity in view of health hazards. Fuzzification of the discontinuity problem makes the “soft” boundaries between hazardous region and non-hazardous region.

Key Words: GSM, fuzzy logic, safety standard, health hazard

Bulanik Mantik Yöntemi Kullanılarak GSM BTS İstasyonları İçin Sağlık Zararlarının Değerlendirilmesi

Özet: Son zamanlarda, uzmanlarca üzerinde fikir birliğine varılmış en önemli termal biyolojik parametre özgül soğurma oranıdır (SAR). Birimi (W/kg) dir. Biyolojik etkilerin büyük bir çoğunluğu, hücre kültürlerinde ve hayvanlarda daha çok düşük seviyeli alanlarda maruz kalınma tepkisi olarak rapor edilmiştir ve bu konu hala araştırılmaktadır. Elektrik ve elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE), cep telefonları, taşınabilir ve el telefonlarından mikrodalga (MW) ve Radyo Frekansına (RF) maruz kalınması ile ilgili toplumsal kaygının farkına varmıştır. Uluslararası organizasyonlar, kişinin Radyo frekans enerjisine maruz kalması ile ilgili sorunun ana noktalarını yayınlamıştır. Bu ana noktalar, bazı açılardan farklı iken, kablosuz haberleşme aygıtları tarafından kullanılan frekans aralığı içindeki sınırları genel olarak benzerdir. Bilimsel komitenin belirlediği değerlerin altında RF enerjiye maruz kalınmasının güvenli olduğu yansıtılmaktadır. Ancak bu sınırların kesin olması bilimsel bir süreksizliği meydana getirmektedir. Oysa problem bulanıklaştırılırsa bu durumda “tamamen zararsız” veya “tamamen zararlı” yerine dilsel sınıflandırma yapılabilmektedir. Bu durum daha gerçekçi bir değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Anahtar sözcükler: GSM, Bulanik Mantik, Güvenlik Standardı, Sağlık Tehlikesi

1- Giriş

1990'li yıllarla beraber gittikçe artan cep telefonu, mobil telefon ve kablosuz telefonların kullanımı, radyasyon kirliliği olarak canlılar açısından oldukça tehlikeli bir boyuta ulaşmaya başlamıştır. Bu konuda Elektrik ve elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) [2], radyasyondan korunma ve ölçümler ulusal konseyi (NCRP) [2,3], iyonlaşmamış radyasyon koruması uluslararası komisyonu (ICNIRP) [2,3] gibi uluslararası organizasyonlar bir araya gelip ortak bir karar almaları ile IEEE C95.1-1991 standardı [2] yayımlanmıştır.

Telekomünikasyon Kurumu tarafından hazırlanıp 12/07/2001 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren yönetmelik ile Türkiye'de geçerli olan elektromanyetik alan sınır değerleri belirlenmiştir. Bu yönetmelikte yer alan sınır değerlerin belirlenmesinde, Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Kuruluşu (ICNIRP) nun kılavuzunda yer alan sınır değerler esas alınmıştır. Buna göre;

900 MHz de

Tek cihaz için: 10.2 V/m, 0.28 W/m²,

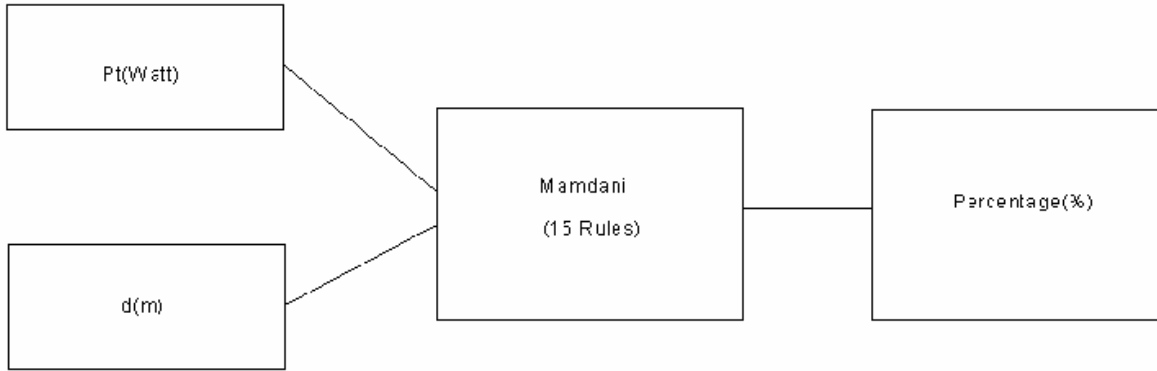
Çok cihazlı ortamda toplam: 41.2 V/m, 4.5 W/m²,

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), her yıl farklı bir ülkede konu ile ilgili son bilimsel çalışmaların sonuçlarının değerlendirildiği uluslararası toplantılar düzenlemektedir. Böylece insan sağlığına etkili olabilecek, önceden bilinmeyen etkiler gün ışığına çıkmakta, limitler de buna göre aşağıya çekilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü böylece Tıp ve Mühendislik alanındaki son gelişmeleri göz önüne alarak yeni standartların benimsenmesi için tavsiyelerde bulunmaktadır. Bu toplantılarda epidemiyolojik, deneysel ve laboratuvar çalışmalarının irdelenmesi sonucunda, 900 MHz cep telefonu çalışma frekanslarında, (çok cihazlı ortamda toplam) 0.5 mW/cm² (5 W/m²) değerinin yeni eşik değeri ve 1/5 güvenlik faktörü ile 0.1 mW/cm² (1 W/m²) limit değerinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Diğer frekans ve çalışma koşulları için de benzer revizyonların yapılacağı anlaşılmaktadır. Avrupa Birliği standart harmonizasyonu çalışmalarında bu tavsiye değerleri temel alınmaktadır.

Bu standarda göre GSM operatörleri için kurulan baz istasyonlarının kurulması için belirli bir güvenlik mesafesi olması göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İşte bu güvenlik mesafesi IEEE C95.1-1991 standardına göre belirli parametreler kullanılarak bir sınır şartı, (3) denkleminde belirlenmiştir. Ancak bu sınır şartı analitik bir denklemle hesaplanarak kesin bir değer olduğu için yapılacak bir ölçme sistemi için çok bir anlam ifade etmez. Bu sebepten dolayı bu kesin sınır şartını biraz esneklik payı yaratmak için "soft computing" metodu ile gerçekleştirmek gerekecektir. Analitik matematiksel kesinlik yerine bir "soft computing metodolojisi" kullanımına son zamanlarda her mühendislik alanında rastlanmaktadır.

2- Bulanık Mantık

Bu çalışmada, iki bulanık giriş karşılık olarak bir bulanık çıkış elde edilmiştir (Şekil.1). Giriş olarak antenin çıkış gücü ile antenin güvenlik mesafesi kullanılmıştır. Mamdani metodu kullanılarak yapılan bu Soft Computing işlemi sonucunda elde edilen yüzdeler, bize bir baz istasyonunun aktif halde iken yaydığı elektriksel alanın tehlike aşamalarını çıkış olarak vermektedir [4].



Sekil (1) Bulanik giris ve çikislar

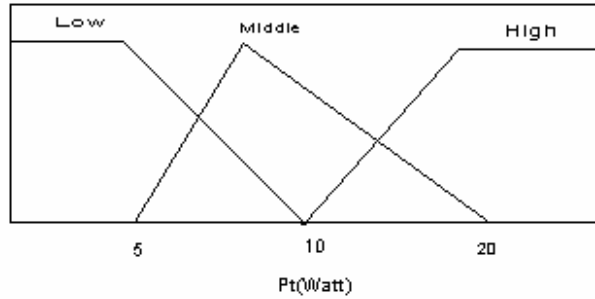
Bu makalede olusturulan üyelik fonksiyonu sinir degerleri asagidaki matematiksel formüller baz alınarak hesaplanmistir. (1) denkleminde, uzak alan için ortalama güç yogunlugu analitik çözümü verilmistir. Buna dayanarak, ortalama güç yogunlugunun (2) denklemindeki esdegeri oldugu düşünülerek. (3) denklemleri elde edilmistir.

$$S_{av} = \frac{|E|^2}{2\eta_0}, \eta_0 = 120\pi \text{ (Uzak alan için)} \quad (1)$$

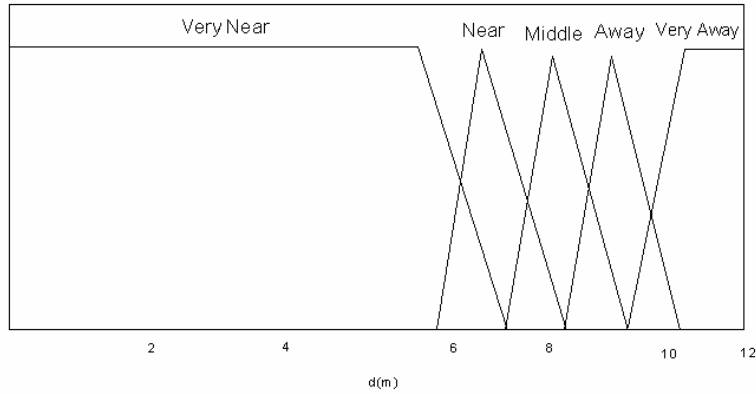
$$\frac{|E|^2}{2\eta_0} = \frac{P_T \times G_T}{4\pi d^2} \quad (2)$$

$$|E| = \frac{\sqrt{60 \times P_T \times G_T}}{d} \quad (3)$$

Bu denklemlerden yola çıkarak, kritik P_t (Sekil(2)) ve d (Sekil(3)) degerleri için elektrik alan degerleri hesaplanmistir.



Sekil (2) Antenin çikis gücü (P_t (Watt))



Sekil (3) Canlinin Baz istasyonuna olan uzakligi (d (m))

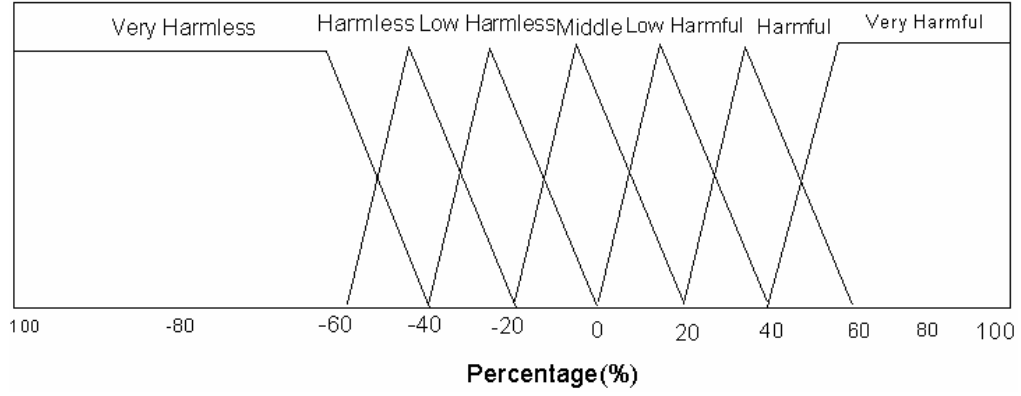
Hesaplanan bu elektrik alan degerleri güvenlik için belirlenmiş olan elektrik alanı degerine (42 V/m) oranlanmıştır. Sonuç olarak bu oranlama ((4) denklemi) da bize % degeri olarak çok zararlı, zararlı, az zararlı, orta, az zararsız, zararsız veya çok zararsız gibi 7 bulanık dil ile Mamdani Fuzzy yöntemine göre sunulmuştur.

- S_{av} : Uzak alan için ortalama güç yoğunluğu
- D : Güvenlik Mesafesi (m)
- P : Antençikis gücü (Watt)
- G_T : Anten kazancı (100 dB)
- $|E|$: Elektrik Alan genliği (V/m)

$$\text{Percentage (Yüzelik Di lim)} = \left(\frac{|E|}{|E|} - 1 \right) \times 100 \quad (4)$$

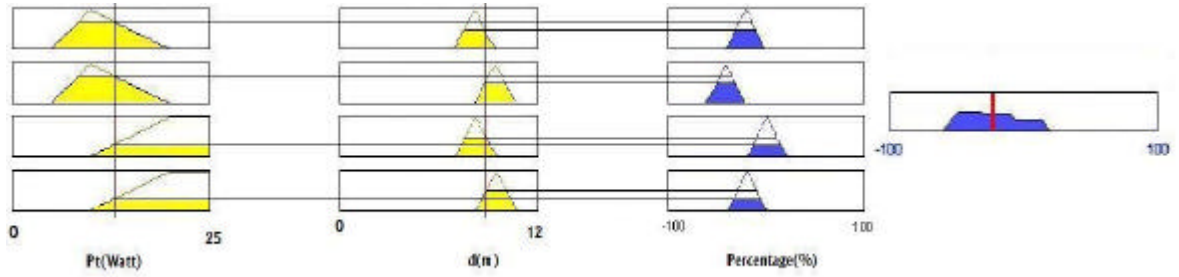
- $|E'|$: Hesaplanan Elektrik alan
- $|E|$: Güvenlik için olması istenen maksimum Elektrik alan degeri (42 V/m)

Bu metoda göre, baz istasyonlarındaki zararlılık oranı yüzde degeri olarak karsimize çıkmaktadır. Kritik noktalara göre belirlediğimiz üyelik degerleri ve if, then kurallarına göre, çıkan % hesaplamasında, %-100 ile %0 arasında zararsız, %0 ile +100% arasında ise Zararlı olarak görülmektedir (Sekil(4)).

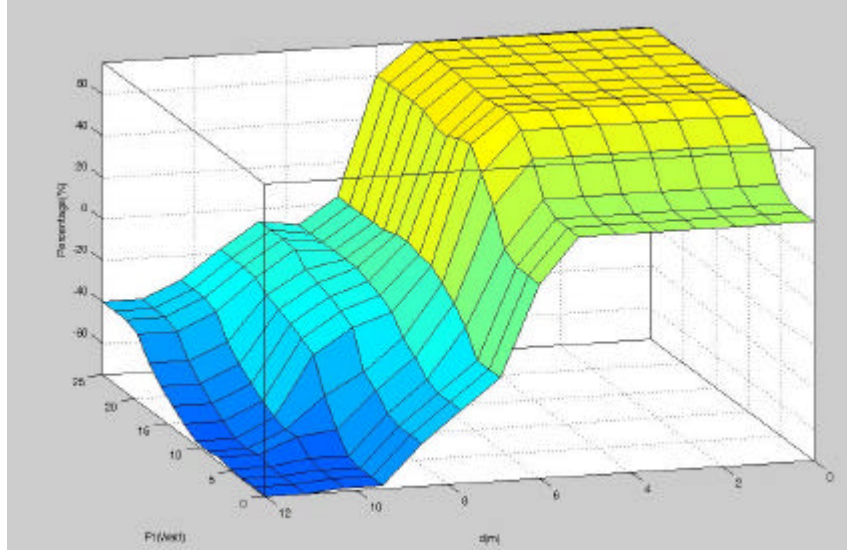


Sekil (4) Çikis Zararlilik Yüzdesi

Bu kurallar ile ortaya çikarilan bulanik sistemin verdigi crisp degerlere göre cep telefonu baz istasyonunun kurallarini ortaya çikartarak crisp deger girislerine göre crisp sonuclari alabiliyoruz (Sekil (5)). Bununla ilgili olarak bir yüzey semasi ortaya çikmektedir (Sekil(6)).



Sekil(5) Kuralların görünümü



Sekil(6) Yüzey görüntüsü

3. Sonuç

Bu çalışmada yer alan soft computing çalışması ile GSM baz istasyonlarının insan sağlığına etkileri açısından bir sonuç çıkarılmıştır. Bu sonuca göre, analitik çözümler ile soft computing çözümleri bir grafik altında karşılaştırılıp bir sonraki çalışmada bildirilecektir. Bu çalışma sayesinde bir fuzzy controller ile bu metotla birlikte baz istasyonu kurulumu aşamasında belirli uzaklık ve anten çıkış gücüne göre zararlılık yüzdesi rahatlıkla bulunabilecektir. Bu şekilde baz istasyonu kurulumu sırasında sadece istasyonun çıkış gücü kullanılarak anten etrafında hangi bölgelerin güvenli olabileceği, hangi bölgelerde yapışmanın olmamasının gerektiği kolaylıkla hesaplanabilecek ve ortaya çıkabilecek iş ve maddi kaybın önüne geçilebilecektir. Ayrıca baz istasyonu civarındaki yapılaşma dikkate alınarak antenin çıkış gücünün ayarlanması da söz konusudur.

4. Referanslar

1. J. Cooper, B. Marx, J. Buhl, V.Hombach, Determination of Safety Distance Limits for a Human Near a Cellular Base Station Antenna, Adapting the IEEE Standard or ICNIRP Guidelines, Bioelectromagnetics 23:429-443(2002)
2. <http://www.ewh.ieee.org/soc/embs/comar/index.html>
3. WHO Environmental Health Criteria 137, Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz), World Health Organization, Geneva, 1993
4. MATLAB® Documentatio n (2002) Fuzzy Logic Toolbox Help, Version 6.5, Release 13, The MathWorks, Inc.,