

Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak GSM BTS İstasyonları İçin Sağlık Zararlarının Değerlendirilmesi

Selçuk Çömlekçi

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
scom@mmf.sdu.edu.tr

Süleyman Bilgin

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
suleymanbilgin78@yahoo.com

Özlem Ulukut

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
oulukut@mmf.sdu.edu.tr

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 rapor edilmiştir ki bu sağlık anlamında yeterli bir araştırma değildir ve bu nedenle hala araştırma altında olan bir konudur. 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 organizasyonlar, IEEE C95.1 standardını [2] ve radyasyondan korunma ve ölçümler ulusal konseyi (NCRP) [2], ile iyonlaşmamış radyasyon koruması uluslararası komisyonunu (ICNIRP) [2, 3] içermektedir. Bu ana noktalar, bazı acılardan farklı iken, kablosuz haberleşme aygıtları tarafından kullanılan frekans aralığı içindeki sınırları genel olarak benzerdir. Bilimsel komitenin anlaşması, ki maruz kalma sorunu ana noktalarında yansıtıldığı gibi, bu ana noktaların güvenli olduğu tavsiye edilen sınırların altında RF enerjisine maruz kalmasıdır. 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 Kelimeler– GSM, Bulanık Mantık, 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 Dünyada Ulusal ve Uluslar arası örgütlerin (IEEE, NCRP, ICNIRP) 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 yayımlanarak yürürlüğe giren yönetmelik ile Türkiye de geçerli olan elektromanyetik alan sinir değerleri belirlenmiştir. Bu yönetmelikte yer alan sinir değerlerin belirlenmesinde, Uluslararası İyoneze Olmayan Radyasyondan Korunma Kuruluşu (ICNIRP) nun kılavuzunda yer alan sinir 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 dir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), her yıl farklı bir ülkede konu ile ilgili son bilimsel çalışmaların sonuçlarının değerlendirildiği uluslar arası toplantılar düzenlemektedir. Böylece insan sağlığına etkili olabilecek, önceden bilinmeyen etkiler gün ışığına çıkmakta, limitler de buna göre aşağıya çekilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü böylece Tip ve Mühendislik alanındaki son gelişmeleri göz önüne alarak yeni standartların benimsenmesi için tavsiyelerde bulunmaktadır. Bu toplantılarda epidemiolojik, 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 esik değeri ve 1/5 güvenlik faktörü ile 0.1 mW/cm² (1 W/m²) limit değerinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

2.Bulanık Mantık

Bu çalışmada, iki bulanık girişe karşı bir bulanık çıkış elde edilmiştir . Mamdani metodu kullanılarak yapılan bu Soft Computing işlemi sonucunda elde edilen yüzdeler dilimlere, bize bir baz istasyonunun aktif halde iken yaydığı elektriksel alanın tehlike aşamalarını vermektedir [4].

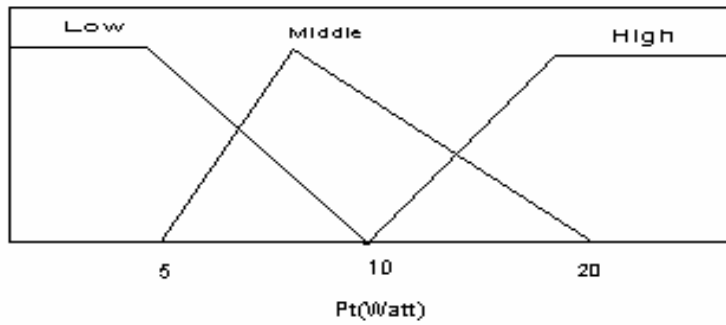
Bu makalede oluşturulan üyelik fonksiyonu sinir değerleri aşağıdaki matematiksel formüller baz alınarak hesaplanmıştır. (1) denkleminde, uzak alan için ortalama güç yoğunluğu analitik çözümü verilmiştir. Buna dayanarak, ortalama güç yoğunluğunun (2) denklemindeki eşdeğeri olduğu düşünülerek, (3) denklemi elde edilmiştir [1].

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

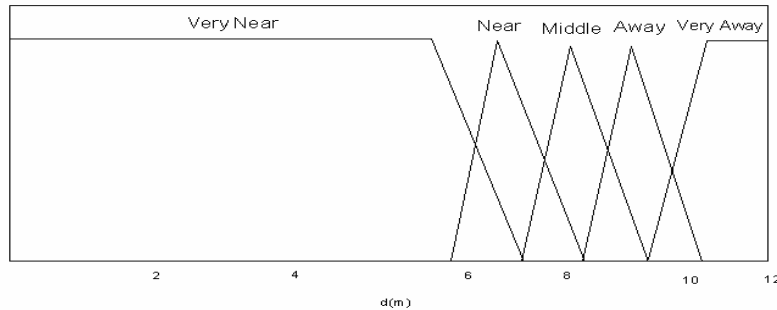
$$\frac{|E|^2}{2\eta_0} = \frac{P_T \times G_T}{4\pi d^2} \quad (2)$$

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

Bu denklemlerden yola çıkarak, kritik P_t Şekil 1 ve Şekil 2 değerleri için elektrik alan değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Antenin çıkış gücü (P_t (Watt))



Şekil 2. Canlının Baz istasyonuna olan uzaklığı (d (m))

Hesaplanan bu elektrik alan değerleri güvenlik için belirlenmiş olan elektrik alanı değerine (42 V/m) oranlanmıştır. Sonuç olarak bu oranlama (4) denklemi da bize % değeri 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_T : Anten çıkış gücü (Watt)

G_T : Anten kazancı (100 dB)

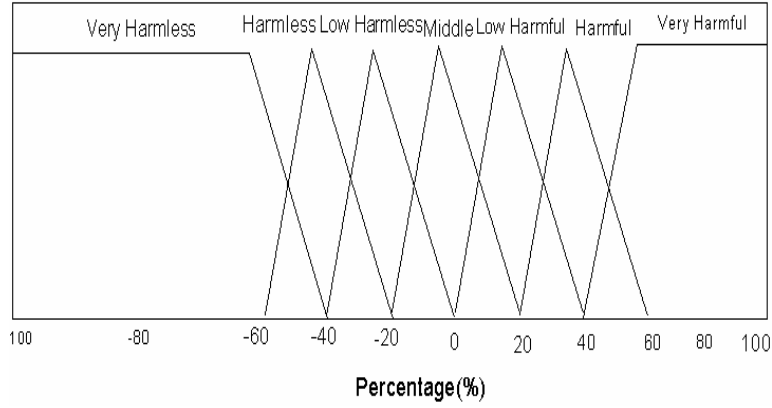
$|E|$: Elektrik Alan genliği (V/m)

$$Percentage = \left(\frac{|E'|}{|E|} - 1 \right) \times 100 \quad (4)$$

$|E'|$: Hesaplanan Elektrik alan

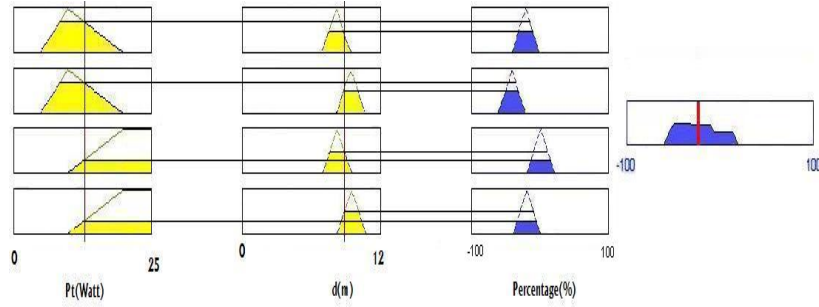
$|E|$: Güvenlik için olması istenen maksimum Elektrik alan değeri (42 V/m)

Bu metoda göre, baz istasyonlarındaki zararlılık oranı yüzde değeri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kritik noktalara göre belirlediğimiz üyelik değerleri ve if, then kurallarına göre, çıkan % hesaplamasında, %-100 ile %0 arasında zararsız, %0 ile +100% arasında ise zararlı olarak görülmektedir (Şekil 3).



Sekil 3. Çıkış Zararlılık Yüzdesi

Bu kurallar ile ortaya çıkarılan bulanık sistemin verdiği crisp değerlere göre cep telefonu baz istasyonunun kurallarını ortaya çıkartarak crisp değer girişlerine göre crisp sonuçları alabiliyoruz (Şekil 4).



Sekil 4. Kuralların görünümü

3.Sonuç

Bu çalışmada yer alan soft computing çalışması ile Cep telefonu 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.

Kaynaklar

- [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 Criterial 137, Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz), World Health Organization, Geneva, 1993
- [4]. MATLAB® Documentation (2002) Fuzzy Logic Toolbox Help, Version 6.5, Release 13, The MathWorks, Inc.,