

Biyomedikal Uygulamalar İçin Ultra Geniş Bant (UWB) Anten Tasarımı Ve Analizi

Onur ARI¹, Özlem COŞKUN¹, Adnan KAYA¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta

Özet- Bu makalenin amacı 3.5-4.5 GHz frekans aralığında, geniş bantlı, biyolojik olarak insan vücuduna uyumlu bir implant anten tasarlamaktır. Tasarım parametreleri “time-domain” metodu kullanılarak değerlendirilmiştir. Şekil, uzunluk, besleme noktası, toprak hattı, substrat ve substrat malzemesi ve kullanılan malzeme kalınlıkları gibi etkenler değerlendirilmiştir. Bu çalışmada antene ilişkin yansıma katsayısı, ışın diyagramı, kazanç gibi parametreler göz önüne alınmıştır. Tasarım sürecinde antenin bulunduğu ortam ve özelliklerine dikkat edilerek modelleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Implant anten, biyomedikal anten, UWB implant anten

Ultra Wideband Antenna (UWB) Design And Analysis For Biomedical Applications

Abstract- The purpose of this article is designing of biomedical implant antenna compatible with the human body, between 3.5 to 4.5 GHz. The design parameters was evaluated using a “time-domain” method. This article considered such factors as the shape, long, feed point, ground line, substrate and substrate material and thickness of the material used. This study, we take into account such parameters that reflection coefficient, pattern and gain. Design process simulation was made by taking into consideration the environment and the characteristics of the antenna.

Keywords: Implant antenna, biomedical antenna, UWB implant antenna

1.Giriş

Gelişen teknolojiye paralel olarak hastaya ilişkin değişik parametrelerin takibi büyük önem kazanmıştır. Bu yüzden de insan vücuduna yerleştirilecek antenler önem kazanmıştır. Medikal çalışmalar açısından antenler; implant antenler ve yutulabilir antenler olarak sınıflandırılmaktadır. İmplant antenler; mikrodalga görüntüleme, kalp ritim bozukluklarının gözlenmesi, kanser teşhis ve tedavisinde kullanılmaktadır. Bu uygulamaların bazıları dünya çapında uygulama görmüş olup, insan vücudu üzerinde uygulanmaktadır. Diğerleri ise halen araştırma ve geliştirme safhalarında (Volakis, 2007).

Son teknoloji ışığında implant edilebilen sistemlerde, RF ve biyosensör teknolojisi birleştirilebilir. Bu sensörler vasıtasıyla fizyolojik parametrelerin izlenmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen bilgilerin dıştaki alıcılara gönderilebilmesi için de antene gereksinim duymaktadır. Bu yüzden de burada kullanılan anten çok büyük önem arz etmektedir (Zengin vd., 2010).

Bu medikal alanlardaki gelişmeler diyabet vb. rahatsızlıklarıyla yaşamak zorunda olan kişilerin yaşam kalitesini önemli ölçüde arttırmıştır. Hastanın uzaktan izlenmesini sağlayan bu sistemle, vakit kaybetmeden hastaya müdahale yapılabilmektedir (Topsakal, 2009; Norris and Richard, 2007).

Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğunda implant anten tasarımı Medical Implant Communication Service (MICS) bandında yapılmıştır. MICS frekans bandı anten çıkış gücünün sınırlandırılması ve insan vücuduna olan olası etkisini azalmak için 402-405 MHz frekans aralığında seçilmektedir (Yazdandoost ve Kohno, 2007).

Ultra geniş banda sahip implant antenler biyomedikal alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Kanser teşhisi için mikrodalga görüntüleme buna örnek olarak verilebilir (Abbosh, 2008). İmplant antenlerin tasarım sürecinde antenin çalışacağı ortam, frekans ve SAR değeri de göz önüne alınmalıdır. İnsan vücudu farklı özelliklere sahip bir çok kayıplı ortamdaki meydana gelir. Bundan dolayı tasarlanacak olacak anten; vücudun hangi kısmına uygulanacaksa, o kısmın elektriksel özellikleri göz önüne alınarak tasarlanmalıdır (Kim and Samii, 2004).

Bu çalışmada 3.5-4.5 GHz frekans aralığında, geniş bantlı, insan vücuduna uyumlu bir implant anten tasarımı gerçekleştirilmiş ve simülasyon sonuçları yorumlanmıştır.

2.Anten Tasarımı

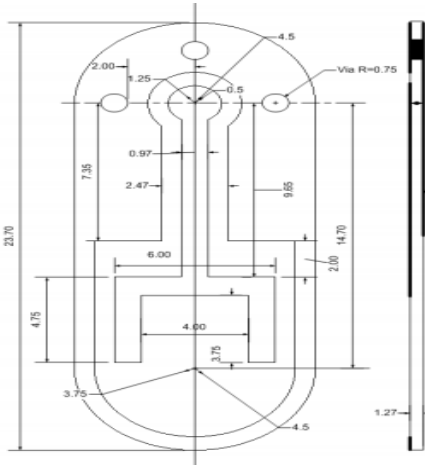
Tıbbi uygulamalar için kullanılan antenler, insan vücudu yerine geçen kayıplı dielektrik materyallerden fazlasıyla etkilenirler. Biyomedikal implant antenlerin tasarımında önemli iki parametre; çalışma frekans aralığı ve yerleştirileceği konumdur.

Çalışma frekansına göre dokular gücü emer ve anten ayarını ve frekansını bozar. Bu vücut içindeki veya etrafındaki antenin derinliğine, yerleşimine ve frekansa bağlıdır ve hastadan hastaya önemli değişim göstermektedir. Bunlar dokuların dielektrik ve diğer bazı karakteristik özelliklerine bağlı olarak değişim arz ederler. Tablo 1’de bazı dokulara ait elektriksel özellikler verilmiştir. Anten tasarımı sırasında bu özelliklerden yararlanılmıştır.

Tablo 1. Vücut dokularına ait dokuların elektriksel özellikleri

Biological Tissue	Permittivity (ϵ_r)	Conductivity (σ , S/m)	Mass Density (10^3 kg/m ³)
Brain	49.7	0.59	1.04
Cerebro Spinal Fluid	71.0	2.25	1.01
Dura	46.7	0.83	1.01
Bone	13.1	0.09	1.81
Fat	11.6	0.08	0.92
Skin	46.7	0.69	1.01
Skull	17.8	0.16	1.81
Spinal cord	35.4	0.45	1.04
Muscle	58.8	0.84	1.04
Blood	64.2	1.35	1.06
Bone marrow	5.67	0.03	1.06
Trachea	44.2	0.64	1.10
Cartilage	45.4	0.59	1.10
Jaw bone	22.4	0.23	1.85
Cerebellum	55.9	1.03	1.05
Tongue	57.7	0.77	1.05
Mouth cavity	1.0	0.00	0.00
Eye tissue	57.7	1.00	1.17
Lens	48.1	0.67	1.05
Teeth	22.4	0.23	1.85
Lungs	54.6	0.68	1.05
Heart	66.0	0.97	1.05
Liver	51.2	0.65	1.05
Kidney	66.4	1.10	1.05
Stomach	67.5	1.00	1.05
Colon	66.1	1.90	1.05
Thyroid	61.5	0.88	1.05
Trachea	44.2	0.64	1.10
Spleen	63.2	1.03	1.05
Bladder	19.8	0.33	1.05

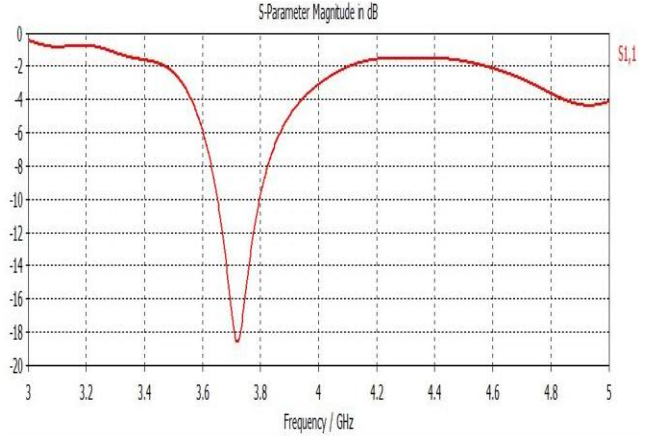
Şekil 1’de yer alan anten boyutları için birim mm ve frekans 3.72 GHz’dir. Substrate’in dielektrik sabiti 4.3 ve kayıp tanjantı 0.002 dir. Substrate kapsülün şekline sahiptir ve kapsülle birebir aynı boyuttur. Substrate’in kalınlığı 1.27 mm’dir. Antende 2 tane delik açılıp, substrate’in zıt iki tarafı topraklanmıştır. SMA tipi konektör kullanılması uygundur. Substrate’in yarısı yalıtım maddesi olan gliserin ile kaplanmıştır. Gliserinin dielektrik sabiti $\epsilon=50$ dir. Gliserinin dielektrik kaybı ihmal edilebilir.



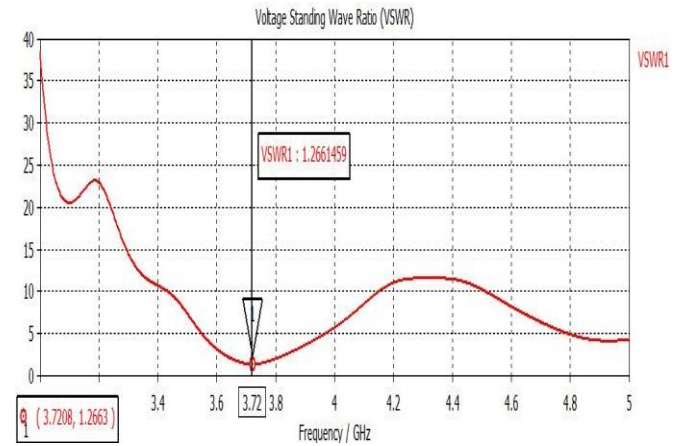
Şekil 1. Örnek implant anten geometrisi (Dissanayake vd., 2009)

3.Simülasyon Sonuçları

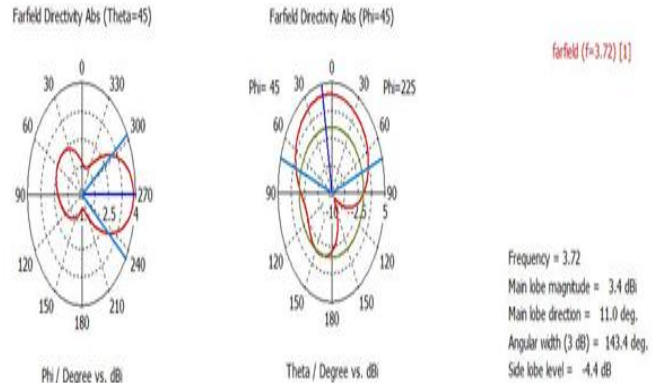
Medikal uygulamalarda anten implant olarak kullanılacaksa, boyutları küçük olmalıdır. Buradan bu gereksinimi sağlayacak şekilde bir tasarım yapılmıştır. Anten ve bulunduğu ortam CST Studio Suite 2011 programı yardımıyla modellenmiştir. Antenin çalışma frekans aralığı Şekil 2’deki gibi gözlenmiştir.



Şekil 2. S₁₁ parametresi – 3.72 GHz

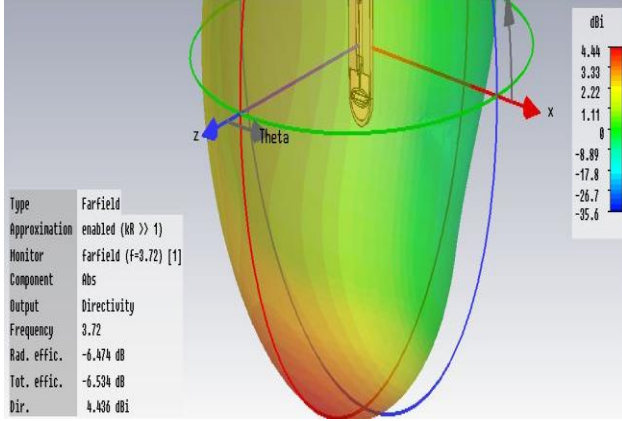


Şekil 3. Duran dalga oranı (VSWR)

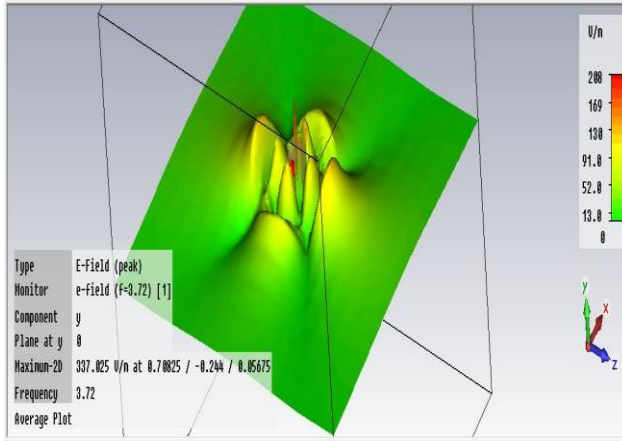


Şekil 4. Anten ışınma diyagramı

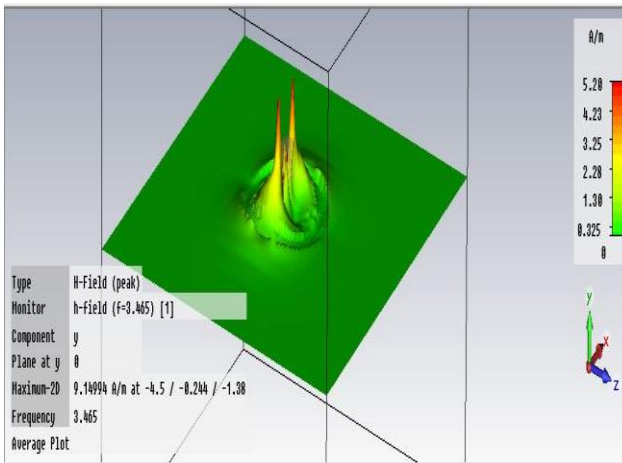
Şekil 2, 3 ve 4'de sırasıyla geriye dönüş kaybı (S_{11}), duran dalga oranı ve anten ışın diyagramı gözlenmiştir.



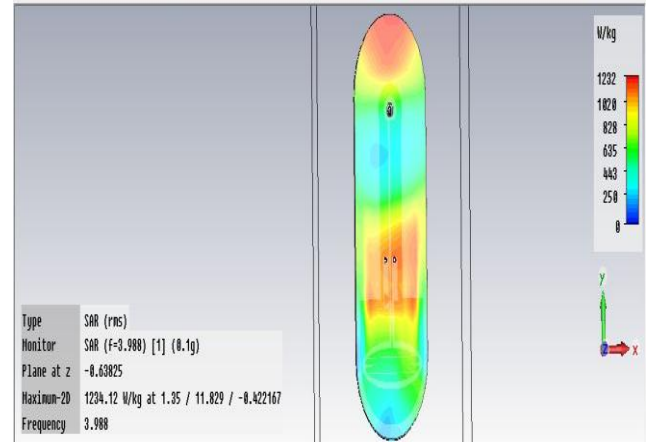
Şekil 5. Yönlendiricilik



Şekil 6. Elektrik alan dağılımı



Şekil 7. Manyetik alan dağılımı



Şekil 8. SAR değeri

Şekil 5, 6, 7 ve 8'de sırasıyla yönlendiricilik, elektrik alan, manyetik alan, SAR dağılımları görülmektedir.

4.Sonuçlar

Sonuç olarak; yayılma kayıpları empedans uyumu, buna bağlı olarak performansı, dokunun özelliklerinin değişmesi nedeniyle değişecektir. Üretimi kolay ve medikal hedeflere yönelik kullanılabilir bu anten işlevsel, geniş bantta sahip bir biyomedikal implant anten tasarlanmış ve söz konusu tasarımın modellenmesi CST Studio Suite 2011 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Yalıtkanın fiziksel çapını genişletmek mümkün olmadığı için iki durum uyumlandırma yapılabilir.

a) Simülasyonda dielektrik sabitini yükseltmek. Dielektrik sabiti 40-50 arasında olduğunda, geniş bant uyumlu bir anten elde edilmektedir.

b) Yüksek frekans uygulamaya yönelmek. Bu durumda doku kayıplarının daha yüksek olmasına neden olur ve alıcının hassasiyetinin artırılmasını gerektirir.

Frekans bandında sağlanan genişlik sayesinde antenin kullanılması amaçlanan medikal uygulamaların gerektirdiği birçok ihtiyacının önüne geçilmiş olur. Bu tip uygulamaların gerçek hayata geçirilmesi öncesinde vücudun dielektrik özellikleri, planlanan antenin tasarımı, çalışma frekansının tespiti ve simülasyon gerekliliği ve bu gerekliliğin aşılabilir olduğu simülasyon yardımıyla ortaya konmuştur.

5.Kaynaklar

[1] Abbosh, M. A., 2008. Directive Antenna for Ultrawideband Medical Imaging Systems' International Journal of Antennas and Propagation, Volume 2008, Article ID 854012, 6 pages.

[2] Dissanayake, T., Esselle, K. P., Yuce, M., 2009. UWB Antenna Impedance Matching in Biomedical Implants, EUCAP 2009, Berlin.

- [3] Jaehoon Kim, J., Samii, Y. R., 2004. Implanted Antennas Inside a Human Body: Simulations, Design, and Characterizations' IEEE Trans. Microw. Theory Tech. vol. 52, no. 8, pp.1934-1943.
- [4] Norris, M., Richard, J. D., 2007. Sub-miniature Antenna Design for Wireless Implants, in Proceedings of the IET Seminar on Antennas and Propagation for Body-Centric Wireless Communications, pp. 57-62, London, UK.
- [5] Topsakal, E., 2009. Antennas for Medical Applications: Ongoing Research and Future Challenges' Electromagnetics in Advanced Applications, ICEAA 09 International Conference.
- [6] Volakis, J., 2007. Antenna Engineering Handbook, Fourth Edition, 2007.
- [7] Yazdandoost, K. Y., Kohno, R., 2007. An Antenna for Medical Implant Communication Systems, Proceedings of the 37th European Microwave Conference, Munich, Germany.
- [8] Zengin, F., Türetken, B., Akkaya, E., San, S. E., 2010. Ekit (İmplant) Uygulamaları İçin Geniş Bantlı Anten Tasarımı, IEEE .