

# RFID İÇİN KOMPAKT UHF OKUYUCU KIRIK HALKA VE MİKROŞERİT ANTEN TASARIM ve OPTİMİZASYONU

Gonca Eştürk, Mustafa Seçmen  
Yaşar Üniversitesi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
İzmir

[goncaesturk@hotmail.com](mailto:goncaesturk@hotmail.com), [mustafa.secmen@yasar.edu.tr](mailto:mustafa.secmen@yasar.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada, Radyo Frekansı ile Kimlik Tanımlama (RFID) sistemlerinde, okuyucu anten olarak kullanılmak üzere, Avrupa UHF frekans aralığında mikroşerit yama anten tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu bildiride, UHF RFID yama anten ve kompakt bir halka anteni sunulmuştur ve elde edilen simülasyon sonuçlarına yer verilmiştir. Buna ek olarak RFID teknolojisinin temel bileşenleri, çalışma yapısı, verimli bir okuyucu anten tasarımı için gereken parametrelere değinilmiş ve RFID teknolojisi ile sağlanan avantajlar ile ilgili bilgi verilmiştir. Üretilen mikroşerit antenin doğrusal polarizasyonlu versiyonu 863.8-872.9 MHz frekans aralığına ve 9 MHz bant genişliğine sahip olup dairesel polarizasyonlu tasarım da bulunmaktadır.

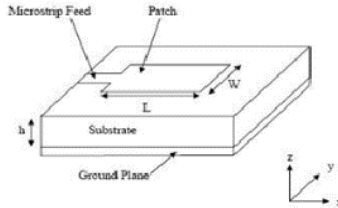
**Abstract:** In this study, microstrip patch antenna design to be used as the reader antenna in Radio Frequency Identification systems (RFID in the European UHF frequency range). In this paper designing UHF microstrip patch antenna and a compact loop antenna is presented for mobile ultrahigh frequency (UHF) radio frequency identification is mentioned, and the simulation results are given. In addition, the core components of the RFID technology, working structure, required parameters for designing efficient reader antenna are mentioned, and it is informed about the advantages provided with the RFID technology. The linearly polarized version of the produced microstrip patch antenna has the frequency range of 863.8-872.9MHz and 9 MHz bandwidth, and there exists also the design of circularly polarized version.

## 1. Giriş

Radyo Frekanslı Tanıma (Radio Frequency Identification-RFID) teknolojisi; nesneleri ya da canlıları radyo dalgaları ile belirli bir mesafede tanınmasında ve izlenmesinde kullanılır. Üretim, otomotiv, tekstil, akaryakıt, lojistik, tarım, sağlık, güvenlik gibi birçok alanda geniş kullanım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. RFID sistemlerinin en önemli kısmını oluşturan anten elemanlarının seçimi ve tasarımında, okumanın uygun bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacak, aksel oran (AR), ışınma huzmesinin ön ve arka oranı (F/B), yan kulakçık seviyeleri (SLL), kazanç en önemli parametrelerdir. Bu çalışmada, UHF bandındaki RFID sistemler için doğrusal ve dairesel polarizasyonlu kompakt bir kırık halkalı mikroşerit yama anten tasarlanmıştır. RFID uygulamalarında, herhangi bir doğrultuda yerleştirilmiş etiket ile okuyucu arasındaki haberleşmenin etkinliğini sağlamak amacıyla dairesel polarizasyona sahip anten elemanlarının kullanılmaktadır. Literatürde dairesel polarizasyonlu UHF RFID mikroşerit yama antenlere yönelik çalışmalar olmasına rağmen [1]-[2], dairesel polarizasyonlu kırık halka mikroşerit anten ilk defa bu bildiride ele alınmıştır.

## 2. Standart Yama Anten Tasarımı

Haberleşme alanında mikroşerit yama antenler; küçük hacimli olması, kolay üretilmesi ve maliyetinin düşük olmasından dolayı tercih edilmektedir. Buna rağmen dar bantta sahip olmaları dezavantaj olarak görülebilmektedir. Geleneksel mikroşerit yama anteni temel olarak dielektrik zemin üzerinin tarafında ki ışıyan metal yama ile diğer tarafındaki toprak düzleminden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Mikroşerit Anten genel tasarımı.

Tasarlanan antenin 868.5 MHz rezonans frekansında çalışması istenmektedir. Bunun için uygun alt tabaka malzemesi olarak, bağıl dielektrik sabiti  $\epsilon_r = 3.55$ , kayıp tanjantı  $\tan \delta = 0.0027$  olan Rogers RO4003C seçilmiş

ve dielektrik malzeme kalınlığı  $h = 1.52$  mm olarak belirlenmiştir. Tasarımın bundan sonraki aşaması, malzemenin dielektrik sabitini, kalınlığını ve kayıp tanjantını kullanarak yama boyutlarını hesaplamaktır [3]. Yama genişliği  $W$ , denklem (1) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$W = \frac{c}{2f_0} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

Burada  $c$  ışık hızı ve  $f_0$  merkez frekanstır.  $f_0 = 868.5$  MHz merkez frekans için  $W = 114.5$  mm olarak hesaplanır. Eğer  $\frac{W}{h} \geq 1$  ise, efektif dielektrik sabiti ( $\epsilon_{ref}$ ) denklem (2) ile verilir [3].

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \quad (2)$$

Burada  $\epsilon_{ref} = 3.46$  olarak elde edilir. Yama antenin efektif uzunluk  $L_{eff}$  ifadesi denklem (3)'te verilmiş olup yukarıdaki değerler kullanılarak bu değer  $L_{eff} = 93$  mm olarak bulunur.

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{ref}}} \quad (3)$$

Şaçak değeri  $\Delta L$  ve yama boyu  $L$  ise, denklem (4) ve (5) ile sırasıyla 0.73 mm ve 91.5 mm şeklinde elde edilir.

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{ref} + 0.3)\left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{ref} - 0.258)\left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (4)$$

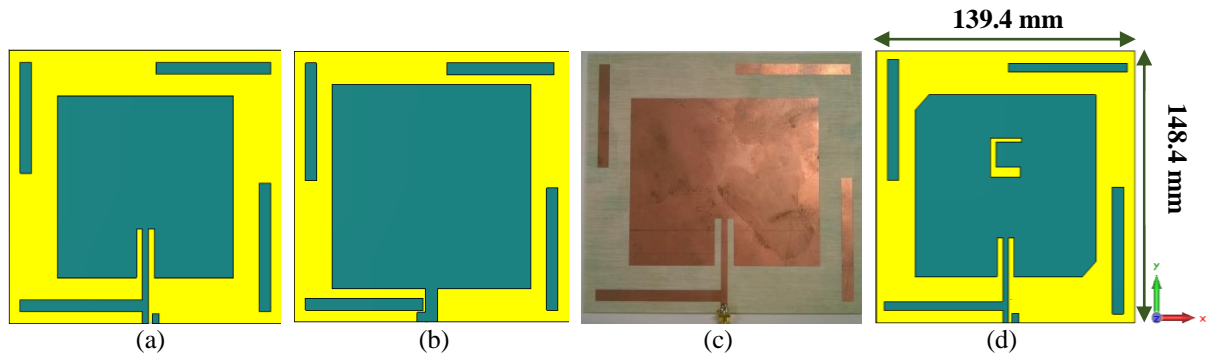
$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

Sonuç olarak yama boyutları  $W = 114.5$  mm ve  $L = 91.5$  mm olarak belirlenir.

### 3. Önerilen Anten Yapısı

Standart mikroşerit yama antenin düzgün çalışabilmesi antenin arka tarafında yer alan toprak bölgesinin boyutlarının mikroşerit yama antenin boyutlarının en az iki katı olması tavsiye edilmektedir ki bu çalışmadaki anten için yaklaşık  $229 \text{ mm} \times 183 \text{ mm}$ 'lik bir alana denk gelmektedir. Bu çalışmada önerilen anten tasarımında ise, Şekil 2'de gösterildiği üzere mikroşerit yama anten, kırık halka antenin içerisine yerleştirilerek çok daha küçük bir toprak boyutu ve toplamda kompakt bir anten elde edilmiştir. Doğrusal ve dairesel polarizasyonlu iki farklı versiyonu tasarlanan mikroşerit yama antenin toplam boyutu  $148.4 \text{ mm} \times 139.4 \text{ mm} \times 1.52 \text{ mm}$  olarak bulunmuştur ki bu da standart mikroşerit yama antene göre daha küçük boyutlara karşılık gelmektedir. Her iki versiyonda da kırık halka yapısı sekiz parçadan oluşmaktadır ve dielektrik malzemenin alt ve üst kısmında 4'er adet olacak ve ardışık parçalar birbirleriyle bağlaşım kuracak şekilde yerleştirilmiştir.

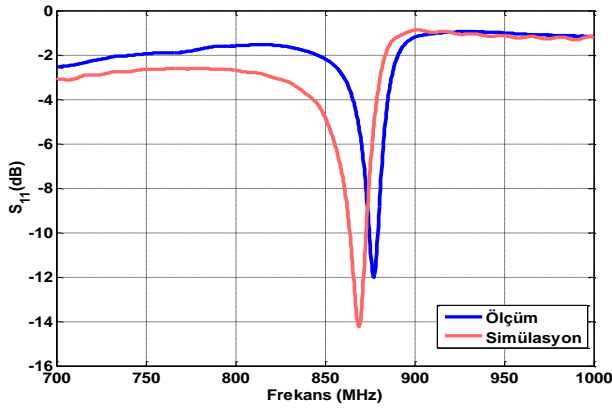
Doğrusal polarizasyonlu yama anten, Şekil 2(a)'da verilen üst katmanda bir yayılıma sahiptir ve toprak Şekil 2(b)'deki alt kısmındadır. Yamanın uzunluğu, 868.5 MHz frekansında düzgün bir rezonans elde edecek şekilde ayarlanmıştır. Yama antenin besleme derinliği, istenilen geri yansıma kaybını (yansıma katsayısı) elde etmek için (istenilen bant aralığında) ayarlanmıştır [4]-[5]. Doğrusal polarizasyonlu antenin üretilmiş hali Şekil 2(c)'de verilmiştir. Doğrusal polarizasyonlu antenin yama köşelerinden kırılma yapılarak ve yamanın içine C şeklinde bir yarık açılarak Şekil 2(d)'de gösterilen dairesel polarizasyonlu versiyonun tasarımı elde edilmiştir.



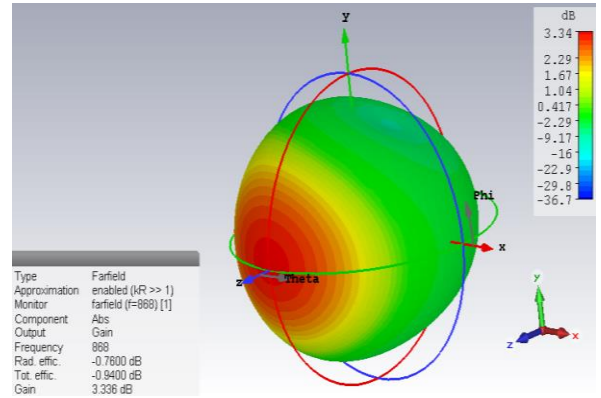
Şekil 2. (a) Tasarlanan doğrusal polarizasyonlu yama antenin üstten görünümü (b) doğrusal polarizasyonlu yama antenin alttan görünümü (c) üretilmiş doğrusal polarizasyonlu yama antenin üstten görünümü (d) dairesel polarizasyonlu yama antenin üstten görünümü.

#### 4. Simülasyon ve Ölçüm Sonuçları

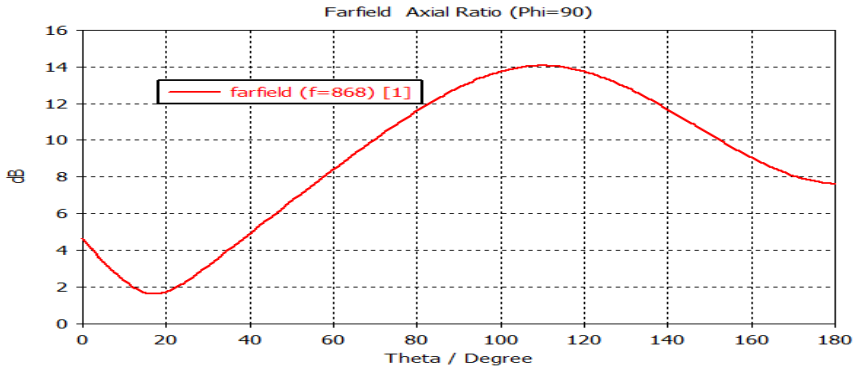
Tasarlanan antenlere ait yansıma katsayısı, kazanç ve eksenel oran simülasyon sonuçları, CST Microwave Studio Programı kullanılarak elde edilmiş olup, Şekil 2(c)'de üretilen doğrusal polarizasyonlu antenin yansıma katsayısı ve kazancı Yaşar Üniversitesi Anten ve Mikrodalga Laboratuvarı'ndaki Agilent N9912A Fieldfox Analyzer ve kazancı bilinen bir referans anten ile ölçülmüştür. İlk olarak doğrusal polarizasyonlu antene ait geri yansıma katsayısının sonuçları Şekil 3'te verilmiştir olup bu değer 863.8-872.9 MHz frekans bandında -10 dB'nin altında olduğu görülmektedir. Simülasyon ve ölçüm sonuçları birbiri ile tutarlı olup yüzde bir civarındaki küçük farklılığın dielektrik katsayısı ve üretim hatalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı antene ait 868 MHz frekansındaki ışınma örüntüsü ve kazanç değerleri Şekil 4'te verilmiştir. Buradaki kazanç 3.34 dBi görülmekte olup ölçüm sonuçlarında bu değer yaklaşık 3.1 dBi olarak bulunmuştur. Tasarlanan antenin boyutlarının küçültülmüş olmasına karşılık frekans bandında ve kazanç değerlerinde standart yama antene göre az bir oranda azalma mevcuttur. Son olarak Şekil 2(d)'de dairesel polarizasyonlu antene ait eksenel oran örüntü grafiği Şekil 5'de verilmiştir ki burada yaklaşık 35 derecelik hüzmeye 4 dB'nin altında bir eksenel oran bulunmuştur.



Şekil 3. Doğrusal antenin yansıma katsayısı sonuçları.



Şekil 4. Doğrusal antenin ışınma örüntüsü.



Şekil 5. Dairesel polarizasyonlu antenin eksenel oran grafiği.

#### 5. Sonuç

Bu çalışmada, benzetimi ve üretimi yapılan kompakt bir UHF RFID anten tanıtılmıştır. Anten tasarım sırasında parametreler hesaplanarak ve optimize edilerek istenilen frekans aralığında çalışan doğrusal polarizasyonlu bir antenin tasarımı ve üretimi ve dairesel polarizasyonlu bir antenin tasarımı yapılmıştır. Anten tasarımına ait ışınma örüntüsü, kazanç ve eksenel oran benzetim sonuçları ile geri yansıma katsayısı ve kazanç ölçüm sonuçları verilmiştir. Önerilen antenler, UHF RFID bandında doğrusal ve dairesel polarizasyon başarımlı göstermektedir.

#### 6. Kaynakça

- [1]. Chen H.-D., Kuo S.-H., Sim C.-Y.-D. ve Tsai C.-H., "Coupling-feed circularly polarized RFID tag antenna mountable on metallic surface", IEEE Trans. Antennas Propag., cilt.60, no.5, s.2166-2174, 2012.
- [2]. Liu Y. ve Liu X.-Y., "Circularly polarized antenna with circular shaped patch and strip for worldwide UHF RFID applications," Int. Symposium on Antennas and Propagation, Nanjing, Çin, s.1154-1157 Ekim 2003.
- [3]. Balanis C. A., Antenna Theory: Analysis and Design. John Wiley & Sons, A.B.D., 2005.
- [4]. Hasse R., Demir V., Hunsicker W., Kajfez D. ve Elsherbeni A., "Design and analysis of partitioned square loop antennas", Journal of ACES, cilt.23, no.1, s.53-61, 2008.
- [5]. Dobkin D. M., Weigand S. M. ve Iye N., "Segmented magnetic antennas for near-field UHF RFID", Microwave Journal, cilt.50, no.6, s.96-103, 2007.