

# RFID ile Gömülü Sistem Tabanlı Stratejik Konumlandırma

## Embedded System Based Strategic Positioning with RFID

Yusuf Dünder, Revna Acar Vural

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Yıldız Teknik Üniversitesi

yusufdunder92@gmail.com, racar@yildiz.edu.tr

### Özet

*Bu çalışmada süpermarketlerde reyonlardaki raf düzenlerinin müşterilerin süpermarket arabaları ile yapmış oldukları hareket göz önünde bulundurularak daha verimli şekilde oluşturulması amaçlanmaktadır. Bunun için süpermarket arabalarına takılacak bir adet RFID okuyucu, her reyonun başında ve sonunda bulunan RFID etiketler ile iletişime geçerek müşterinin alışveriş arabası ile hangi reyonlardan geçtiğinin bilgisi tutulacaktır. Toplanan bu veri sayesinde, hangi reyon, hangi raf dolayısıyla hangi ürünler daha ilgi görüyor bunun bilgisine erişilebilecektir. Bu da firmalar için çok değerli bir geri dönüş sağlayacaktır. Aynı zamanda müşterilerin ilgi gösterdiği rafların yerlerini stratejik bir şekilde konumlandırarak müşterinin mağazada daha fazla kalması sağlanarak süpermarketteki müşteri verimliliğinin artırılması planlanmaktadır.*

### Abstract

*In this work, the aim is redesigning the supermarkets shelf and aisle more efficient by taking into consideration to consumers movements. Thus, RFID readers will be attached with the supermarket cart. RFID tags will be attached with each aisle of supermarket. To do so we will obtain the information that which aisle is more popular or not. This information is a very valuable feedback for the companies. With this information the companies will be able to positioning their products strategically. In this way, customers spent more time in the supermarkets and this will be increase the efficiency of the customers.*

### 1. Giriş

Uzun yıllardır hayatımızda yer alan Radyo Frekanslı Kimlik Tanımlama (RFID) sistemleri, en popüler otomatik kimlik tanımlama sistemlerinden biridir. Radyo frekanslı kimlik tanımlama sistemleri; tanımlama uygulamasını, radyo dalgalarını kullanarak gerçekleştirdiğinden alıcı ve verici arasında doğrudan temas şartına gerek duymamaktadır. Bu da RFID uygulamalarının kullanımını kolaylaştırdığı gibi popüleritesini de arttırmaktadır.

RFID sistemleri demirbaş ve stok takip sistemlerinde, otomatik geçiş sistemlerinde, kütüphanelerde, lojistik sektöründe, otomotiv sektöründe, askeri ve havacılık alanlarında, perakende alanlarında, personel devam kontrol

sistemlerinde (PDKS), hasta takip sisteminde, banka kartlarında ve raylı sistemlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1].

Radyo frekanslı kimlik tanımlama teknolojisinin kökleri 2. Dünya Savaşı'na dayanmaktadır. İngilizler, hangi uçakların düşmana hangi uçakların görevden dönen kendi pilotlarına ait olduğunu belirlemenin bir yolunun bulmak amacıyla RFID sistemlerinin temelinin atılmıştır. 1960-1970 yılları da RFID sistemlerine yönelik teorik çalışmaların yapıldığı bir dönem olmuştur. RFID sistemlerine yönelik ilk ticari uygulama denemeleri yine bu dönemde olmuştur. İlk ticari uygulama mağazalarda hırsızlığa karşı ürünlere RFID etiketin yerleştirilmesiyle yapılmıştır [2]. Mario W. Cardullo 23 Ocak 1973'te yeniden yazılabilir belleğe sahip aktif bir RFID etiketi için Amerika'da ilk patenti alan kişi olmuştur. Aynı yıl, Kaliforniyalı bir girişimci olan Charles Walton kapıyı anahtarsız açmak için kullanılan pasif bir alıcı verici cihaz için bir patent almış ve bir kilit üreticisi olan Schlage ve diğer şirketlere teknolojinin lisansını vermiştir [3].

1980'ler RFID teknolojisinin bütün uygulamalarının geliştirildiği dönem olmuştur. ABD'de en çok ilgi ulaşım, personel erişimi ve hayvancılık alanlarında olurken Avrupa'da ise en çok ilgi hayvancılık, endüstri ve iş uygulamaları ile ücretli otoyol sistemleri olmuştur. 1987 yılında Norveç'te gişelerden ücret toplamak için dünyanın ilk ticari uygulaması ve sonrasında da 1989 yılında ABD'de kurulan uygulamada RFID teknolojisi kullanılmıştır [2].

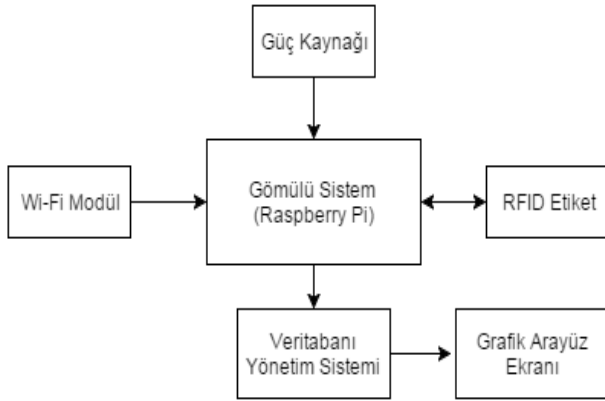
RFID teknolojisi müşteri takibi sistemleri için sıklıkla tercih edilmektedir. 2010 yılında yapılan bir çalışmada, RFID sistemleri müşterilere süper market içinde bir yönlendirici araç olarak rehberlik etmesi planlanmıştır. Müşterinin almak istediği ürünlere göre en kısa ve verimli yolu oluşturan otomatik bir rota planlayıcı ile müşterilere kısa ve verimli bir alışveriş keyfi sunması amaçlanmıştır [4]. 2011'de yapılan başka bir çalışmada bir süper market içinde müşterilerin daha çok hangi bölgelerde kümelendiklerinin bulunması amaçlanmıştır. Aynı zamanda, ürün satışlarından en çok satılan ürünlerin belirlenip, müşterilerin en çok kümelendikleri yerlere bu ürünlerin yerleştirilmesi ile verimliliğin artırılması sağlanmıştır [5]. 2013 yılında yapılan bir çalışmada ise tek başına RFID kullanılan sistemlerin üzerine bir yenilik getirilmiş ve ilk defa hibrit bir fikir ortaya atılmıştır. RFID ile birlikte kablosuz sensör ağlarından da yararlanılan çalışmada,

bu iki teknoloji sayesinde müşteri hareketleri takibi konusunda elde edilen sonuçların daha doğru ve yüksek performanslı olduğu ifade edilmektedir [6].

Bu çalışmada RFID sistemler, müşteri davranışının daha iyi izlenmesini sağlamak için kullanılmıştır. Buradan elde edilen veriye uygun ürün yerleştirmeleriyle hem müşteri hizmet kalitesinin artması sağlanmış hem de şirketler için hedef kitlesine uygun ürünler sayesinde verimliliğin artırımı planlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde sistemin tasarım aşamasında kullanılan teknolojilere yer verilmiştir. Bölüm 3'te sistemin donanım yapısı anlatılmış ve kullanılan modüller tanıtılmıştır. Bölüm 4'te sistemin yazılımdan bahsedilmiştir. Bölüm 5'te ise elde edilen sonuçlar tartışılmış ve ilerde ne gibi çalışmaların yapılabileceğinden bahsedilmiştir.

## 2. Stratejik Konumlandırma Sisteminin Genel İçeriği

Bu çalışma hazırlanırken üç ana teknolojiden yararlanılmıştır. Bunlardan ilki günlük hayatın her alanında yer edinen RFID, diğeri gündün güne kullanım alanı artan gömülü sistem teknolojileri ve son olarak internet ortamının vazgeçilmez veri tabanı yönetim sistemleridir. Bu çalışmada gerçekleştirilen stratejik konumlandırma sisteminin blok diyagramı Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Stratejik Konumlandırma Sistemi Blok Diyagramı

### 2.1. RFID Teknolojileri

RFID teknolojileri, radyo frekanslarını kullanarak durağan ya da hareket halinde bulunan canlılar ve nesnelere tekil veya çoğul halde tanımlamakta kullanılmaktadır. Radyo frekanslı kimlik tanımlama sistemleri, tanımlama uygulamasını radyo dalgalarını kullanarak gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla herhangi bir canlı ya da nesne tespiti için alıcı ve verici arasında doğrudan bir temas ve görüşe gerek yoktur [7].

RFID, Radyo Frekanslı Kimlik Tanımlama Sistemleri, 2 temel bileşenden oluşmaktadır:

- Etiket (Tag)
- Okuyucu (Reader)

Sistemde tekil bir numarası olan her etiket, tanımlanmak istenen canlı ya da nesneye takılır. Sonrasında tanımlama yapmak için okuyucu tarafından radyo frekans sinyalleri gönderilir. Veri ve enerji transferi, RFID etiket - RFID okuyucu arasında herhangi bir temas olmadan gerçekleştirilmektedir. Okuyucunun radyo frekans alanına girmiş bulunan etiket, veri transferi için ihtiyaç duyduğu enerjiyi bu alandan alır. Etiket, ihtiyaç duyduğu enerjiyi aldıktan sonra, üzerinde kendisine önceden yüklenmiş veriye göre taşıyıcı sinyali modüle eder. Modüle edilmiş taşıyıcı etiketten okuyucuya gönderilir. Okuyucu modüle edilmiş sinyali algılayıp kendi içerisinde demodüle ederek veriyi çözer ve okur [1].

### 2.2. Gömülü Sistem Teknolojileri

Gömülü sistem, herhangi bir sistemin içinde yer alan ve o sisteme "akıllılık" özelliğini veren elektronik donanım ve yazılımdan oluşan bütünü ifade etmektedir. Gömülü sistemleri diğer genel amaçlı bilgisayar sistemlerinden ayıran özelliklerin başında, bu sistemlerin belirli bir amaç için tasarlanmış olmaları gelir.

Gömülü sistemler, adlarından da anlaşılacağı gibi genellikle daha büyük bir sistemin içinde "gömülü" olarak çalışırlar. Örneğin bir çamaşır makinesinde birçok mekanik kısım bulunmakla birlikte, bütün bunları kontrol eden bir veya birden fazla mikrodenetleyici tabanlı sistem bulunur [8].

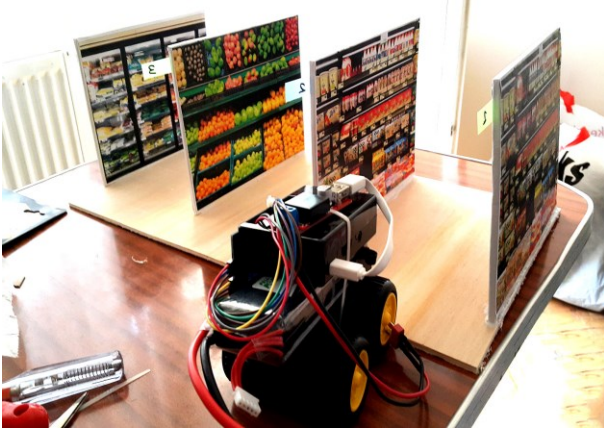
### 2.3. Veri Tabanı Yönetim Sistemleri

Veri tabanı, bir kuruma ait verilerin düzenli bir yapı çerçevesinde saklandığı yazılım olarak nitelendirilebilir. Konular ve sektörler ne kadar farklı olursa olsun, herkes belli bir düzen içerisinde saklamak isteyeceği bir dolu bilgiye sahiptir. Veri tabanlarının; günümüzde, bilgi saklamak için var olan en elverişli ve yaygın ortam olduğu söylenebilir [9].

Veri tabanları, veri tabanı yönetim sistemleri aracılığıyla oluşturulur ve yönetilir. Veri tabanı yönetim sistemi, veri tabanlarını tanımlamak, yaratmak, kullanmak, değiştirmek ve veri tabanı sistemleri ile ilgili her türlü işletimsel gereksinimleri karşılamak için tasarlanmış sistem ve yazılımdır. Günümüzde bu sistemlere örnek olarak Microsoft Access, MySQL, IBM DB2, Microsoft SQL Server ve Oracle verilebilir.

## 3. Stratejik Konumlandırma Sisteminin Donanımı

Çalışmada kullanılan donanım bileşenlerini 3 ana başlık altında toplanabilir. Bunlar RFID Modül, RFID modülün bağlı olduğu bir gömülü sistem olan Raspberry Pi ve bunların haricinde kullanılan diğer modüllerdir. Donanım süper markette kullanılan alışveriş araçlarına entegre edilerek, müşterinin hangi reyonları sıklıkla ziyaret ettiğini belirleyecek ve bu bilgiyi sistemdeki veri tabanına gönderecektir. Veri tabanındaki bilgiler sayesinde süper markette satılan ürünlerin stratejik konumlandırılması sağlanmış olacaktır. Şekil 3.1'de temsili olarak süper market rafları arasında rasgele konumlandırılmış olan sistem donanımı verilmektedir.



Şekil 3.1: Stratejik Konumlandırma Sistemi Donanımı

### 3.1. RFID Modülü

Bu çalışmada uygun fiyatı ve yüksek uyumluluğu sayesinde NXP Semiconductors firmasının sahip olduğu MIFARE markalı RC522 modül kullanılmıştır.

RC522 RFID kartı, NFC frekansı olan 13,56 MHz frekansında çalışan etiketler üzerinde okuma ve yazma işlemini yapabilen, düşük güç tüketimli, ufak boyutlu bir karttır. Çizelge 1'de karta ait uç bilgileri verilmiştir.

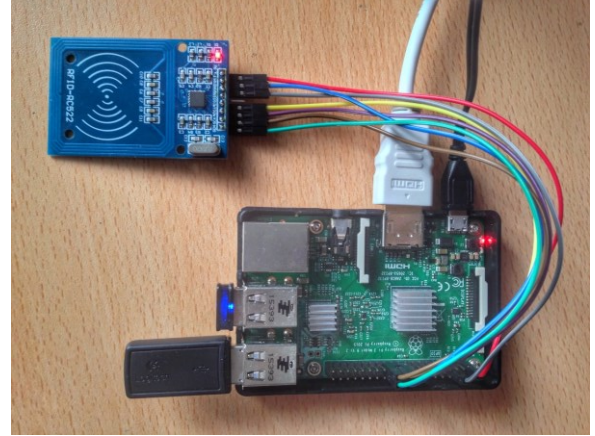
Çizelge 1: RC522 modülü uç bilgileri [10]

No	İsim	Açıklama
1	3.3 V	Kaynak
2	RST	Reset
3	GND	Ground (Toprak)
4	IRQ	Interrupt request (Kesme)
5	MISO	Master in / Slave out (Usta giriş / Çıkar çıkış)
6	MOSI	Master out / Slave in (Usta çıkış / Çıkar giriş)
7	SCK	Clock (Saat)
8	SDA	Slave Select (Çıkar Seçim)

### 3.2. Raspberry Pi Modülü

Raspberry Pi'yi tanımlamak gerekirse; sadece bir kredi kartı büyüklüğünde tek karttan oluşan mini bir bilgisayardır denilebilir. İngiltere'de, Raspberry Pi Vakfı tarafından bilgisayar teknolojilerini geliştirmek ve kodlama öğretimini yaygınlaştırmak amacıyla 2012 yılında üretilmiştir. Gömülü sistemler arasında boyutu, sahip olduğu özellikleri ve uygun fiyatı ile bir adım öne çıkmaktadır.

Linux tabanlı Raspbian isminde işletim sistemi kullanan Raspberry Pi aynı zamanda diğer Linux tabanlı işletim sistemleri olan Ubuntu, OpenElec, RISC OS gibi işletim sistemlerini de desteklemektedir. Çalışmada kullanılan Raspberry Pi ile RFID modülünün haberleşmesi Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



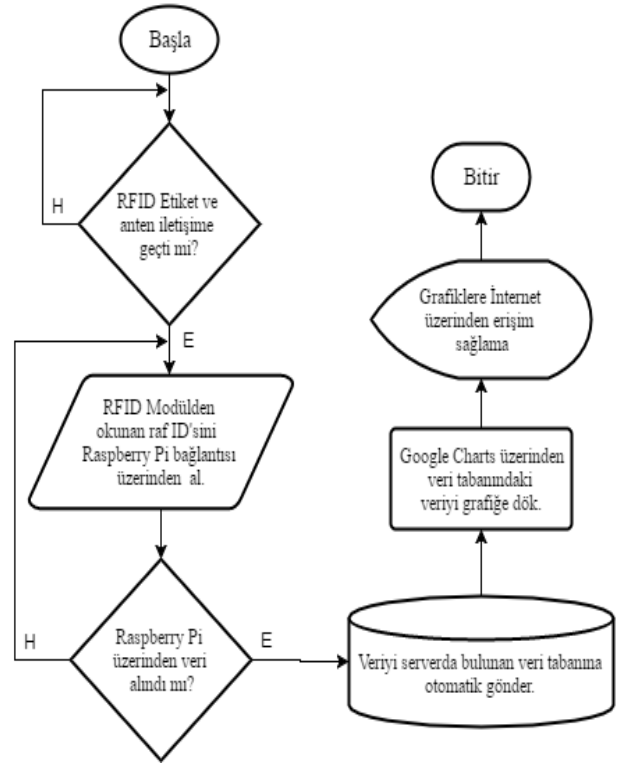
Şekil 3.2: Raspberry Pi ile RFID modülün iletişimi

### 3.3. Diğer Modüller

Bu çalışmada Raspberry Pi ile Sandisk marka bir adet 16GB mikro SD kart, 5V 2,5 A değerleri sağlayan bir adet adaptör ve web ile iletişimi içinde bir adet ASUS Marka N10 Wifi adaptör kullanılmıştır.

## 4. Stratejik Konumlandırma Sisteminin Yazılımı

Bu çalışmada yazılım, donanımı tamamlayarak sistemi çalışır hale getirecek olması sebebi ile büyük bir öneme sahiptir. Sistem yazılımının akış diyagramı Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1: Sistem yazılımının akış diyagramı.

RFID'den alınacak bilgiyi okuyacak mikroişlemci için Python dili, Raspberry modülünün server ile iletişimin sağlanması için PHP dili, MySQL tablolarını son kullanıcıya uygun hale getirmek için oluşturulan tablolarda ise PHP ve javascript programlama dilleri kullanılmıştır. Bunların yanı sıra MySQL içinde yapılan tablo işlemlerinde ise SQL yazılım dili ve phpMyAdmin arayüz aracı kullanılmıştır.

#### 4.1. SQL Tablolarının Oluşturulması

Bu çalışmada tüm toplanan verileri tutabilecek bir veri tabanı oluşturmak için kullanılan veri tabanı yönetim sistemi yazılımı MySQL'dir. Bunun nedeni MySQL'in hem açık kaynak kodlu olması hem de ücretsiz olarak sunuluyor olmasıdır.

MySQL ile çalışmak için birçok grafik arayüzü mevcuttur. Bunlardan en bilineni ve bu çalışmada kullanılan phpMyAdmin'dir. Arayüz 'phpMyAdmin', PHP ile yazılmış açık kaynak kodlu bir araçtır. Başlıca kullanım amacı İnternet üzerinden MySQL veri tabanı yönetimidir. Veri tabanı oluşturma ve silme, tablo ekleme/değiştirme/silme, alan ekleme/değiştirme/silme, SQL sorguları çalıştırma, kullanıcıları, yetkileri ve alan anahtarlarını yönetme gibi işlevleri yapabilen ücretsiz bir yazılımdır. Stratejik konumlandırma sisteminin reyonlar arasında rasgele dolaştırılarak elde edilmiş örnek bir veri tabanı, Şekil 4.2'de verilmiştir.

+ Seçenekler				id	uid	reyon_no
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	218,7,106,133	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	233,190,43,132	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	25,170,116,84	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	23,134,43,132	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	231,199,43,132	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	114,39,116,84	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	59,19,116,84	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	154,54,116,84	8

Şekil 4.2: phpMyAdmin'de bulunan örnek bir veri tabanı tablosu.

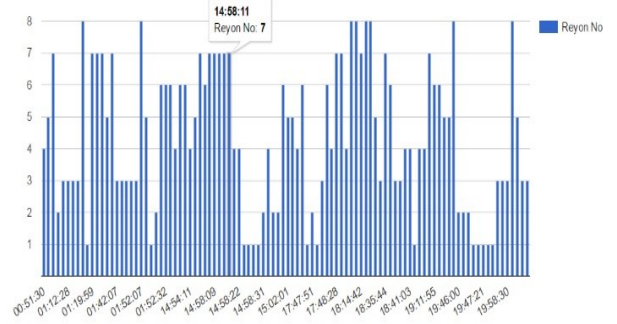
#### 4.2. Sonuç Ekranının Tasarlanması

Elde edilen verilerin son kullanıcıya uygun hale getirilmesi ve bu verilerin daha anlaşılabilir olması için Google firmasının sunduğu Google Charts kullanılmıştır. Bunun nedeni ise;

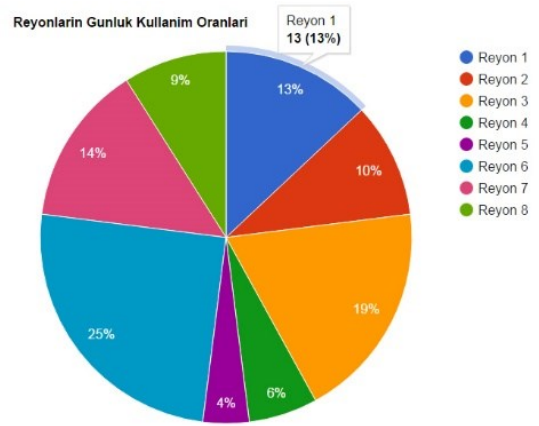
- Zengin grafik kütüphanesi,
- Ücretsiz sunulması,
- Dinamik veriler ile kolay çalışma sağlaması,
- Değişik tarayıcılar ile tam uyumlu çalışmasıdır.

Bu sayede sistemden elde edilen sonuçları grafikler halinde istenilen bir web sitesinden dinamik bir şekilde görüntüleme

imkanını elde edilmiştir. Çalışmada elde edilmiş veritabanına ait verilerin çizgi grafik halinde ve pay diyagramı halinde gösterimi sırasıyla Şekil 4.3'de ve Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.3: Elde edilen verilerin çizgi grafik şeklinde gösterimi



Şekil 4.4: Elde edilen verilerin pay diyagramı şeklinde gösterimi

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada RFID ve gömülü sistemler, müşteri davranışının daha iyi izlenmesini sağlamak için kullanılmıştır. Buradan elde edilen veriye uygun ürün yerleştirmeleriyle hem müşteri hizmet kalitesinin artması sağlanmış hem de şirketler için hedef kitlesine uygun ürünler sayesinde verimliliğin artırımı planlanmıştır.

Geliştirilen donanım tekerlekli bir araca monte edilerek, süper market reyon maketi içerisinde belirli saat aralıklarında gezdirilerek, müşterinin hangi reyonları sıklıkla ziyaret ettiğini belirlemiş ve bu bilgiyi sistemdeki veri tabanına göndermiştir. Veri tabanına kayıtlı günlük ve saatlik bu bilgiler sayesinde süper markette satılan ürünlerin müşterinin alışveriş alışkanlıklarına göre stratejik konumlandırılması sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmada tercih edilen Raspberry Pi, gömülü sistemler arasında düşük maliyeti ile öne çıkmaktadır. Aynı zamanda bir çok yazılım dili ile olan uyumu sayesinde projeyi geliştirmeye

açık hale getirir. Raspberry Pi ile RFID modül olan RC522'nin haberleşmesi için tercih edilen Python yazılım dili sayesinde ise sistemin yazılımı çok daha sade ve anlaşılabilir tasarlanmış ve böylelikle kaynak tüketimi minimuma indirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada düşük maliyetle tasarlanmış bu prototip sayesinde müşterilerin hareketleri göz önünde bulundurularak yapılacak optimum ürün yerleştirilmeleri sayesinde hem müşteri alışveriş deneyiminin iyileştirilmesi hem de firmaların müşteri davranışı hakkında bilgi sahibi olmaları hedeflenmiştir. Böylelikle piyasada bu bilgilere uygun ürünleri pazarlayacak firmaların kâr marjları artmış olacaktır.

Daha ileriki çalışmalar için ise reyonlar yerine daha ayrıntıya girilip raflar arasında müşteri hareketlerini izleyecek sistemler tasarlanabilir. Görüntü işleme ile müşterilerinin göz hareketleri algılanarak bir reyonda hangi raflara hangi zaman dilimlerinde daha sıklıkla bakıldığının bilgisi tutulabilir.

## 6. Kaynaklar

- [1] Demir, M., (2004). "Radyo Frekanslı Tanıma (RFID) Sistemi ile Tren Konum Sistemi" Yüksek lisans tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Landt, J., (2001), "Shrouds of Time The History of RFID", ver. 1.0, AIM Inc., USA.
- [3] Roberti, M. (Ocak 2005). The History of RFID Technology [Online]. Bağlantı: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338> (Erişim tarihi: 19 Nisan 2016).
- [4] Hou, J., Chen, T., (2010). "An RFID-based Shopping Service System for Retailers" Advanced Engineering Informatics, 25: syf:103-115. Taiwan.
- [5] Kwon, Y., Jung, I., (2011). "Grocery customer behavior analysis using RFID based shopping path data" International Science Index, Economics and Management Engineering, Vol:5 No:11
- [6] Xiong, Z., (2013). "Hybrid WSN and RFID indoor positioning and tracking system" EURASIP Journal on Embedded Systems.
- [7] Kavas, A. "Radyo Frekans Tanımlama Sistemleri" Elektrik dergisi, 430: syf: 74-80.
- [8] "Onlar Her Yerde: Gömülü Sistemler" [Online]. Bağlantı: <http://coskuntasdemir.net/gomulu-sistemler/onlar-her-yerdegomulu-sistemler.html>. (Erişim tarihi: 12 Mayıs 2016)
- [9] Köseoğlu K., "Veri tabanı nedir?" *Veri tabanı mantığı*, 9.Baskı. Ülke: Türkiye, Pusula yayıncılık, Eylül 2013.
- [10] "MFRC522 Data Sheet" [Online]. Bağlantı: [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/MFRC522.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/MFRC522.pdf) (Erişim Tarihi: 05 Mayıs 2016)