

Visible Image Watermarking Based on Image Fusion with Shearlet Transform Using Genetic Algorithm

Harun Akbulut¹, Veysel Aslantaş², Hasan Ulutaş³

1 Department of Computer Technology, Bozok University, Yozgat, Turkey

2 Department of Computer Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey

3 Department of Computer Engineering, Bozok University, Yozgat, Turkey

Abstract: In this paper, visible image watermarking based on image fusion with shearlet transform using genetic algorithm is proposed. The proposed method consists of three steps. First of all steps, shearlet transform is separately applied to host image and mark image. Secondly, weighted image fusion rate is determined by using genetic algorithm and fused image is obtained according to optimized image fusion rate. Finally, visible watermarked image is obtained by applying inverse shearlet transform to fused image. Visible watermarked image is assessed by quality metrics and these results show that the proposed method is satisfactory for visible image watermarking based on image fusion with shearlet transform using genetic algorithm.

Keywords: Genetic Algorithm, Image Fusion, Image Watermarking, Shearlet Transform.

Genetik Algoritma Kullanılarak Shearlet Dönüşümü ile Görüntü Kaynaştırma Tabanlı Görünür Görüntü Damgalama

Özet: Bu makalede, genetik algoritma kullanılarak shearlet dönüşümü ile görüntü kaynaştırmaya dayalı görünür görüntü damgalama sunulmuştur. Sunulan yöntem üç adımdan oluşmaktadır. Birinci adım, shearlet dönüşümü barındırıcı görüntüye ve damga görüntüsüne ayrı ayrı uygulanır. İkinci adım, ağırlıklandırılmış görüntü kaynaştırma oranı genetik algoritma kullanılarak belirlenir ve kaynaştırılmış görüntü, optimize edilen görüntü kaynaştırma oranına göre elde edilir. Son olarak görünür damgalanmış görüntü, kaynaştırılmış görüntüye ters shearlet dönüşümü uygulanarak elde edilir. Görünür damgalanmış görüntü kalite metrikleri ile değerlendirilmiş ve bu sonuçlar, sunulan yöntemin görüntü damgalamak için tatmin edici sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Genetik Algoritma, Görüntü Kaynaştırma, Görüntü Damgalama, Shearlet Dönüşümü

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

Harun AKBULUT , Veysel ASLANTAŞ, Hasan ULUTAŞ, 'Genetik Algoritma Kullanılarak Shearlet Dönüşümü ile Görüntü Kaynaştırma Tabanlı Görünür Resim Damgalama', Elec Lett Sci Eng , vol. 13(2) , (2017), 1-9

1) Giriş

Bilişim teknolojilerinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle birlikte dijital görüntü, film, ses ve çoklu ortam uygulamaları günlük hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelirken aynı zamanda da dijital verilere kolay erişimden dolayı telif hakkı problemini de beraberinde getirmiştir. Araştırmacılar dijital verilerin telif hakkı probleminin giderilmesi için son yıllarda dijital veri damgalama yöntemleri geliştirmişlerdir. Dijital veri damgalama, dijital verinin yapısının bozulmadan içerisine telif hakkı ile ilgili veri gömme yöntemi olarak tanımlanabilir. Dijital veri damgalama yöntemi dijital görüntülerin telif hakkının korunması için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dijital görüntülere veri gömme işlemi piksel bazında ya da farklı dönüşüm yöntemleri ile frekans bazında yapılabilmektedir. Gömülen verinin görünmesi ya da görünmemesi olmak üzere görünür ve görünmez görüntü damgalama olarak ta sınıflandırılabilir. Görünür dijital görüntü damgalama barındırıcı görüntü ile damga görüntüsünün kaynaştırılması olarak tanımlanabilir. Görünür görüntü damgalama, barındırıcı görüntüden en fazla bilgiyi içerirken diğer taraftan da damga görüntüsünü olabildiğince net bir şekilde ihtiva etmelidir ve saldırılara karşı da dayanıklı olmalıdır [6-9].

Görüntü kaynaştırma, bilgisayarlı görü uygulamalarında yaygın ve etkili bir şekilde kullanılan ve kaynaştırılan görüntülerden daha fazla bilgiyi içerisinde barındıran tek bir görüntü elde etme yöntemidir. En temel ve basit görüntü kaynaştırma yöntemi karşılıklı piksellerin ortalamasının alınmasıdır. Ancak elde edilen görüntü ortalama piksel değerlerini yansıtacağından dolayı görüntüde bulanıklık meydana gelmektedir ve bu bulanık görüntü arzu edilmediğinden dolayı araştırmacılar görüntü kaynaştırma için yeni yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerden birisi de dönüşüm uzayında görüntü kaynaştırma [10-12].

Shearlet dönüşümü (SD) Guo ve arkadaşları tarafından 2006 yılında sunulmuştur. Shearlet dönüşümü çok boyutlu analiz ve geometrik birleştirmede etkili bir şekilde kullanılmaktadır. SD görüntü işlemede de son zamanlarda yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır [13,16].

Aslantaş, Özer ve arkadaşları GA kullanarak ayırık kosinüs dönüşümü tabanlı yeni bir dayanıklı görüntü damgalama tekniği önermişlerdir. GA orta-band frekans katsayılarının optimize edilmesinde kullanılmış ve sunulan yöntem başarılı sonuçlar vermiştir [1]. Wei, Li ve arkadaşları ayırık kosinüs dönüşümü katsayılarını GA kullanarak optimize ederek görüntü damgalama için yeni yöntem sunmuşlardır. Sunulan yöntem daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır [2]. Zhang ve Hu GA kullanarak Curvelet ve Arnold dönüşümüne dayalı görüntü damgalama için yöntem sunulmuştur. Eşik değerleri, damgalanan görüntünün dayanıklılığının artırılması GA kullanılarak optimize edilmiştir [3]. Jagadeesh, Kumar ve arkadaşları GA kullanarak tekil değer ayrışmasına dayalı geliştirilmiş görüntü damgalama metodu sunmuşlardır. GA niceleme adım boyutunun optimize edilmesinde kullanılmıştır. Sunulan yöntemin alçak geçirgen filtresi, medyan filtre, resim sıkıştırma, yeniden boyutlandırma vs gibi ataklara karşı daha güvenli ve güçlü olduğu gösterilmiştir [4]. Aslantaş ve Kurban GA kullanarak ayırık dalgacık dönüşümüne dayalı resim kaynaştırma tabanlı görünür resim damgalama için yöntem sunmuşlardır. Görüntü kaynaştırma işlemi GA ile optimize edilmiş ve sonuçlar kalite metrikleri ile değerlendirilmiştir. Görünür görüntü damgalama için iyi sonuçlar elde edilmiştir [5].

Bu çalışmada da GA kullanılarak SD ile görüntü kaynaştırmaya dayalı görünür görüntü damgalama için yöntem sunulmuştur. Barındırıcı görüntü ve damga görüntüye ayrı ayrı SD uygulanmıştır. Görüntü kaynaştırma için uygun katsayılar GA kullanılarak optimize edilmiştir. Daha sonra barındırıcı görüntü ve damga görüntü GA tarafından optimize edilen kaynaştırma katsayısına göre kaynaştırılmıştır. Elde edilen kaynaştırılmış görüntüye ters SD uygulanarak görünür damgalanmış görüntü elde edilmiştir. Sunulan yöntem PSNR, varyans gibi kalite metrikleri ile değerlendirilmiş ve iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

2) Materyal ve Metot

a) Shearlet Dönüşümü

Shearlet Dönüşümü (SD) 2006 yılında Guo ve arkadaşları tarafından sunulan çok değişkenli problem sınıfındaki anizotropik özellikleri çok boyutlu çözen bir matematik analiz sistemidir. SD çok boyutlu analiz ve geometrik birleştirmede etkili bir şekilde kullanılmaktadır. SD optimum değer için sadece doğrusal olmayan bir yaklaşım sağlamaz, aynı zamanda germe, döndürme işlemleri için bir fonksiyon yardımıyla farklı parametreler kullanarak fonksiyonların sınıflandırılmasını sağlar. SD resmin matematiksel ve geometrik özelliklerini sergilemek için çok boyutlu afin sistemlerini elde etmemizi sağlar [13-16].

$\psi \in L^2(R^2)$, A ve B tersi alınabilir matris ve $\det|B|=1$ olmak üzere 2 boyutlu afin sistemindeki bileşik wavelet eşitlik 1'deki gibi tanımlanır.

$$\psi_{AB}(\psi) = \{\psi_{j,k,l}(x) = |\det A|^{j/2} \psi(B^l A^j x - k) : j, l \in \mathbb{Z}, k \in \mathbb{Z}^2\} \quad (1)$$

Shearlet $L^2(\mathbb{R}^2)$ 'deki bileşik wavelet ile afin sisteminin özel örneğidir. $A=A_0$ anizotropik dilatasyon matrisi, $B=B_0$ shear matrisleri eşitlik 2'deki gibi tanımlanır.

$$A_0 = \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, B_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Her bir $\xi = (\xi_1, \xi_2) \in \mathbb{R}^2, \xi_1 \neq 0$,

$$\psi^{(0)}(\xi) = \psi^{(0)}(\xi_1, \xi_2) = \psi_1(\xi_1) \psi_2(\xi_2 / \xi_1)$$

Burada;

$$\psi_1, \psi_2 \in C^\infty(\mathbb{R}), \psi_1 \subset [-1/2, -1/16] \cup [1/16, 1/2]$$

ve $\psi_2 \subset [-1, 1]$

ek olarak;

$$\sum_{j>0} |\psi_1(2^{-2j} \omega)|^2 = 1 \text{ için } |\omega| \geq 1/8$$

Her bir $j \geq 0$ için;

$$\sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi_2(2^j \omega - l)|^2 = 1 \text{ için } |\omega| \leq 1$$

ψ_1 ve ψ_2 'den $\psi_{j,k,l}$ kümesi türetilir.

$$\{(\xi_1, \xi_2) : \xi_1 \in [-2^{2j-1}, -2^{2j-4}] \cup [-2^{2j-4}, -2^{2j-1}], |\xi_2 / \xi_1 + l 2^{-j}| \leq 2^{-j}\}$$

$\psi_{j,k,l}$ 'nın her bir elemanı $2^{2j} \times 2^j$ yaklaşık boyutunun yamuk çifti üzerine desteklenir.

$$D_0 = \{(\xi_1, \xi_2) \in \mathbb{R}^2 : |\xi_1| \geq 1/8, |\xi_2 / \xi_1| \leq 1\}$$

$(\xi_1, \xi_2 \in D_0)$ için eşitlik 3 elde edilir [13-16].

$$\begin{aligned} & \sum_{j \geq 0} \sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi^{(0)}(\xi A_0^j B_0^{-l})|^2 \\ &= \sum_{j \geq 0} \sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi_1(2^{-2j} \xi_1)|^2 |\psi_2(2^j \xi_2 / \xi_1 - l)|^2 = 1 \end{aligned} \quad (3)$$

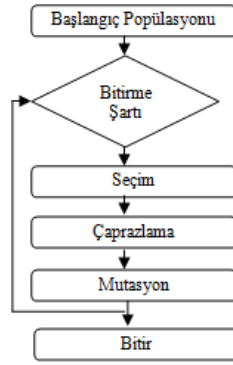
b) Genetik Algoritma

Genetik algoritma (GA) temeli doğal seleksiyon ve genetik bilimine dayanan, 1960'larda John Holland ve öğrencileri tarafından geliştirilen, optimizasyon problemlerinin çözümünde etkili bir şekilde kullanılan bir algoritmadır. GA popülasyon tabanlı bir algoritma olup rastgele üretilen başlangıç popülasyonu ile çözüme başlar. Çözüm kalitesinin değerlendirilmesi için daha önceden belirlenen bir amaç fonksiyonu kullanılır. popülasyon büyüklüğü GA için önemli kontrol parametrelerinden biridir. Popülasyon büyüklüğünün çok büyük seçilmesi durumunda algoritmanın hesaplama maliyeti artacaktır. Bu durum özellikle online uygulamalarda sorun olacaktır. Popülasyon büyüklüğünün çok küçük seçilmesi durumunda ise araştırma uzayında yeterli olmadığından dolayı algoritmanın global optimum yeteneği zarar görecektir.

GA seçme, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanmaktadır. GA'da seçme genetik operatörü kullanılarak kaliteli bireylerin yani çözüm kalite değeri yüksek olan bireylerin bir sonraki jenerasyonda daha fazla temsil edilirken çözüm kalitesi düşük olan bireylerin bir sonraki jenerasyonda daha az temsil edilerek optimal çözüme yaklaşımları sağlanmaktadır. Literatürde seçim genetik operatörü ile ilgili birçok yöntem önerilmiş ve araştırmacılar tarafından problemlerine göre uygun seçim operatörü kullanılmaktadır. en yaygın bilenen seçim yöntemi rulet seçim tekerleği yöntemidir. Rassal seçimin yanında ayrıca deterministik seçim yöntemleri, sıralı seçim gibi yöntemlerde literatürde önerilmiş ve GA için optimizasyon problemlerinde kullanılmaktadır.

Çaprazlama genetik operatörü ise çözüm havuzundan rastgele seçilen iki bireyden çözüm kalitesi yüksek olan yeni bir birey üreterek optimal çözüme ulaşılmasına katkı sağlayan ve yerel optimum için kullanılan genetik bir operatördür. Çaprazlama genetik operatörünün çaprazlama oranı probleme göre araştırmacılar tarafından dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Çaprazlama oranı literatürde genelde optimum oran olarak 0.8 olarak önerilmiştir, ancak problem türüne göre değişiklik arz etmektedir. Çaprazlama oranının düşük seçilmesinde çözüm havuzundan seçilen ebeveyne benzer çözüm kalitesine yakın değerler elde edileceğinden dolayı yakınsamayı geciktirecek ve algoritmanın performansını düşürecektir. Çaprazlama oranının yüksek seçilmesi durumunda ise elde edilen kaliteli çözümlerden iraksamayı artıracığından dolayı algoritmanın performansını düşürecektir. Literatürde çaprazlama ile ilgili birçok yöntem sunulmuştur. En yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bazıları ise şunlardır: tek noktalı çaprazlama, çift noktalı çaprazlama, uniform çaprazlama, ortalama çaprazlama, sıralamaya dayalı çaprazlama vs gibi.

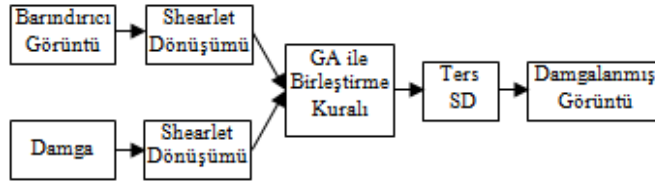
Mutasyon genetik operatörü ise çözüm havuzundan rastgele seçilen bir çözüm üzerinde rastgele değişiklikler yaparak çözüm uzayında daha önce görülmemiş ve araştırılmamış kaliteli bireylere ulaşmak için kullanılan bir genetik operatördür. Literatürde mutasyon oranı için genellikle 0.2 değeri önerilmiştir ancak problem türüne göre değişiklik göstermektedir. Mutasyon oranının çok yüksek seçilmesi durumunda kaliteli bireylerden hızlı bir şekilde uzaklaşılacağı için yakınsama hızı düşecektir. Mutasyon oranının çok düşük seçilmesi durumunda ise algoritmanın global araştırma yeteneği yavaşlayacak ve global optimumdan iraksayacaktır. Bundan dolayı mutasyon genetik operatörünün oranının çok iyi ayarlanması icap eder. Literatürde mutasyon genetik operatörü için birçok yöntem önerilmiştir. Bunlardan bazıları şunlardır: Araya ekleme, ters çevirme, yer değiştirme, döndürme, ağaç kodlama vb. gibi. Şekil 1'de GA'nın temel adımları verilmiştir [7-9].



Şekil 1 GA'nın Temel Adımları

c) Sunulan Görünür Damgalama Yöntemi

Genetik algoritma kullanarak shearlet dönüşümü ile görüntü kaynaştırma tabanlı görünür görüntü damgalama barındırıcı görüntüye ve damga görüntüsüne SD uygulanması, GA kullanılarak birleştirme kuralının uygulanması ve ters SD uygulanarak damgalanmış görüntünün elde edilmesi olmak üzere üç aşamadan elde edilmektedir ve işlem adımları Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 GA Kullanılarak SD'ye Dayalı Kaynaştırma Tabanlı Görünür Görüntü Damgalama

Birinci adım olarak barındırıcı görüntüye ve damga görüntüye ayrı ayrı SD uygulanır. İkinci adım olarak elde edilen SD görüntüleri GA tarafından optimize edilen kaynaştırma katsayısına göre kaynaştırılır. Böylece kaynaştırılmış SD görüntü elde edilir. GA eşitlik 4'teki kaynaştırma katsayısının optimizasyonu için kullanılmıştır.

$$W_{SD} = w * B_{SD} + (1 - w) * D_{SD} \quad (4)$$

Burada W_{SD} , kaynaştırılmış SD, B_{SD} barındırıcı görüntünün SD'si, w kaynaştırma katsayısı, D_{SD} ise Damga görüntüsünün SD'dir. GA kullanılarak elde edilen kaynaştırılmış SD'li görüntüye (W_{SD}) ters SD uygulanarak damgalanmış görüntü W elde edilmiştir.

W 'nin kalitesini değerlendirmek için barındırıcı görüntüye en yüksek derecede benzerliği ve çıkarılan damganın da damgaya olan en yüksek düzeyde benzerliğini ifade eden bir fonksiyon değerlendirme fonksiyonu olarak kullanılabilir. Bu benzerlik fonksiyonunun değeri de GA için amaç fonksiyon olarak eşitlik 5'teki gibi kullanılabilir.

$$AmacFonk = Ben(W, B) + Ben(\mathcal{C}D, D) \quad (5)$$

Burada AmacFonk GA'da için kullanılan amaç fonksiyonu olmak üzere, $Ben(W,B)$ barındırıcı görüntü ile elde edilen damgalanmış görüntü arasındaki benzerlik; $Ben(\mathcal{C}D,D)$ ise çıkarılan damga görüntüsü ile damga görüntüsü arasındaki benzerliktir.

Benzerlik fonksiyonu için korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Korelasyon katsayıları eşitlik 6'daki denklem kullanılarak elde edilmiştir.

$$K(B,D) = \frac{\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})(D_{mn} - \bar{D})}{\sqrt{\left(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2\right) \left(\sum_m \sum_n (D_{mn} - \bar{D})^2\right)}} \quad (6)$$

Burada, K(B,D) B ile D arasındaki korelasyon katsayısını, \bar{B} ve \bar{D} ise B ve D'nin ortalamalarını ifade etmektedir.

Eşitlik 6'daki denklem sonucunda B ile D arasındaki ilişki [-1,1] aralığındadır. 1'e yaklaştıkça ikisi arasındaki benzerlik artmaktadır.

Damgalanmış görüntünün kalitesini değerlendirmek için ayrıca kalite metriklerinden yararlanılmıştır. Damgalanan görüntünün varyans ve referans görüntü ile tepe sinyal-gürültü oranı (PSNR) kalite metrikleri ile değerlendirilip sonuç kısmında elde edilen bilgiler sunulmuştur.

Varyans: Varyans bir kümede bulunan elemanların o kümenin elemanlarının ortalamasından ne kadar uzağa dağıldığını ölçen ve görüntü işleme alanında birleştirilen görüntünün görüntü kalitesini değerlendirmek için yaygın bir şekilde kullanılan bir kalite metriğidir. Bir görüntünün varyans değeri azaldıkça herhangi bir piksel değeri ortalama piksel değerine yaklaşacağından dolayı görüntüde bir bulanıklık meydana gelecektir. Bundan dolayıdır ki bir görüntünün varyansı arttıkça ilgili piksel değerleri de ortalama piksel değerlerinden uzaklaşacağından dolayı görüntüde netleşme meydana gelecektir.

$M \times N$ piksel boyutuna sahip bir birleştirilmiş görüntü bloğu için \bar{f} ilgili birleştirilmiş görüntü bloğunun gri seviye piksel değerlerinin ortalaması olmak üzere varyans değeri eşitlik 7'deki gibi hesaplanır.

$$V = \frac{1}{MXN} \sum_i \sum_j (f(i,j) - \bar{f})^2 \quad (7)$$

PSNR: Bir işaretin gösterebileceği en büyük gücün o işareti bozan gürültünün gücüne oranı olup genellikle logaritmik desibel ölçeğinde gösterilir. PSNR değeri arttıkça netlikte artmaktadır. L=255 gri seviyedeki renk sayısı olmak üzere PSNR değeri eşitlik 8'deki gibi hesaplanır.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{L^2}{\frac{1}{MXN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (B(i,j) - D(i,j))^2} \right) \quad (8)$$

Burada M,N barındırıcı görüntünün piksel boyutu, B(i,j) barındırıcı görüntünün ilgili pikseli, D(i,j) damgalanmış görüntünün ilgili piksel değeridir.

3) SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada GA kullanılarak SD dayalı görüntü kaynaştırma tabanlı görünür görüntü damgalama için yeni yöntem önerilmiştir. Şekil 3a, b, c ve Şekil 4a, b, c'de sırası ile barındırıcı görüntü, damga görüntü ve önerilen yöntemle elde edilmiş görünür damgalanmış görüntü gösterilmiştir.

Önerilen yöntemle elde edilen sonuçlar MATLAB 7.8 programı kullanılarak elde edilmiştir. GA'nın kontrol parametreleri olarak popülasyon büyüklüğü 20, iterasyon sayısı 100, seçme operatörü rulet seçme tekerleği, çaprazlama genetik operatörü oranı 0.8, çaprazlama genetik operatörü yöntemi olarak tek noktadan çaprazlama, mutasyon genetik operatörü oranı 0.2, mutasyon genetik operatörü yöntemi olarak uniform mutasyon yöntemi seçilmiştir. GA rastgele çözümle başladığından dolayı algoritmanın her koşmasında farklı sonuçlar bulması olağandır. Bundan dolayı algoritma 30 defa koşturularak en iyi sonuç veren koşmanın sonuçları tablolarda gösterilmiştir. Önerilen yöntem girişte kullanılacak olan barındırıcı görüntü ve damga görüntüsüne göre farklı sonuçlar elde edecektir. Damgalanmış görüntü ile barındırıcı görüntü ve damga görüntüsü arasındaki benzerlik sonuçları tablo 1'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Bu çalışmada SD ile GA görünür görüntü damgalamada literatürde ilk kez bir arada kullanılmıştır. İlerleyen çalışmalarda farklı dönüşüm algoritmaları, farklı optimizasyon algoritmaları kullanılarak sonuçlar değerlendirilebilir. Bu çalışmada kalite metrikleri olarak varyans, psnr ve korelasyon kalite metrikleri kullanılmıştır ilerleyen çalışmalarda farklı kalite metrikleri uygulanarak sonuçlar değerlendirilebilir.

TABLO 1
BARINDIRICI GÖRÜNTÜ VE DAMGALANMIŞ GÖRÜNTÜ BENZERLİK ORANLARI (KORELASYON)

	Damgalanmış Görüntü
Barındırıcı Görüntü 1	0,9558
Damga Görüntü 1	0,4353
Barındırıcı Görüntü 2	0,8348
Damga Görüntü 2	0,5502

Önerilen yöntemin sonucunda elde edilen görünür damgalanmış görüntünün kalitesinin belirlenmesi için görünür damgalanmış görüntü ile barındırıcı görüntü ve damga görüntüsünün varyans ve psnr sonuçları sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

TABLO 2
BARINDIRICI GÖRÜNTÜ, DAMGA GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNÜR DAMGALANMIŞ GÖRÜNTÜ VARYANS DEĞERLERİ

	Varyans
Barındırıcı Görüntü 1	146,2708
Damga Görüntü 1	184,0887
Damgalanmış Görüntü 1	142,9196
Barındırıcı Görüntü 2	114,1513
Damga Görüntü 2	137,8705
Damgalanmış Görüntü 2	111,1712

TABLO 3

BARINDIRICI GÖRÜNTÜ, DAMGA GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNÜR DAMGALANMIŞ GÖRÜNTÜ PSNR DEĞERLERİ

PSNR	Damgalanmış Görüntü
Barındırıcı Görüntü 1	33,3831
Damga Görüntü 1	24,9934
Barındırıcı Görüntü 2	29,7764
Damga Görüntü 2	26,1513



Barındırıcı Görüntü 1
Şekil 3a



Damga Görüntü 1
Şekil 3b



Görünür Damgalanmış Görüntü 1
Şekil 3c



Barındırıcı Görüntü 2
Şekil 4a



Damga Görüntü 2
Şekil 4b



Görünür Damgalanmış Görüntü 2
Şekil 4c

Referanslar

1. Aslantaş, Özer ve arkadaşları, "Genetik Algoritma ile Ayrık Kosinüs Dönüşümü Tabanlı Yeni Bir Resim Damgalama Yöntemi", IEEE, 2009.
2. Wei, Li, and others, "Image Watermarking Based on Genetic Algorithm", China, 2006.
3. Zhang and Hu, "Curvelet Image Watermarking Using Genetic Algorithms", Congress on Image and Signal Processing, China, 2008.
4. Jagadeesh, Kumar ve arkadaşları, "Image Watermarking Scheme Using Singular Value Decomposition, Quantization and Genetic Algorithm", International Conference on Signal Acquisition and Processing, India, 2010
5. Aslantas V, Kurban R, "Genetik Algoritma Kullanarak Görüntü Kaynaştırma Tabanlı Görünür Damgalama", 3. Uluslararası Katılımlı Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı, Ankara, 2008.

6. I.J.Cox, M.L.Miller, and J.A. Bloom, "Digital Watermarking," Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
7. J.S.Pan, H.C.Huang, and L.C.Jain, "Intelligent Watermarking Techniques," World Scientific Publishing Company, 2004.
8. C.H.Huang and J.L.Wu, "A watermark optimization technique based on genetic algorithms," Proceedings of the SPIE-Visual Communications Image Processing, vol.3971, pp.516-523, February 2000.
9. Aslantas, V. "A singular-value decomposition-based image watermarking using genetic algorithm", AEU -International Journal of Electronics and Communications, Volume 62, Issue 5, 386-394, 2008.
10. R. Kurban, "Resim Uzayında Blok Seçmeye Dayalı Yeni Görüntü Birleştirme Yöntemleri", Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2012.
11. Lü L, Zhao J and Sun H, "Multi-Focus Image Fusion Based on Shearlet and Local Energy ", 2nd International Conference on Signal Processing Systems, IEEE, 2010.
12. Q. G. Miao, C. S. Shi, P. F. Xu, M. Yang, Y. B. Shi, "Multifocus image fusion algorithm based on shearlets", Chinese Optics Letters 9(4), pp. 041001-041005, 2011.
13. K. Guo, D. Labate, "Optimally sparse multi-dimensional representation using shearlet", SIAM Journal of Mathematical Analysis and Application 39, pp. 298-318, 2007.
14. G. Easley, D. Labate, W. Q. Lim, "Sparse directional image representation using the discrete shearlet transforms", Applied and Computational Harmonic Analysis 25, pp. 25-46, 2008.
15. G. R. Easley, W. Lim and D. Labate, "Sparse Directional Image Representations using the Discrete Shearlet Transform", Appl. Comput Harmon.Anal pp.25-46,2008.
16. W. Lim, "The Discrete Shearlet Transform : A New Directional Transform and Compactly Supported Shearlet Frames", IEEE Trans. Image Proc.vol. 19,pp.1166-1180,2010.

Multi-Focus Image Fusion Based on Shearlet Transform Using Genetic Algorithm

Harun Akbulut¹, Veysel Aslantaş², Hasan Ulutaş³

1 Department of Computer Technology, Bozok University, Yozgat, Turkey

2 Department of Computer Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey

3 Department of Computer Engineering, Bozok University, Yozgat, Turkey

Abstract: In this paper, a novel method for multi focus image fusion based on shearlet transform using genetic algorithm is proposed. Proposed method consist of three basic steps. First of all, ST is firstly applied to source images separately. Then, fusion rate of source images is determined using GA and source images are fused according to the rate of fusion determined by GA. Lastly, fused image is obtained applying inverse ST to fused image of ST. Fused image is evaluated according to quality metrics such as variance, spatial frequency. Experimental results show that the proposed method is more effectively than traditional method. Together with GA and ST for multi focus image fusion is firstly presented in literature.

Keywords: Genetic Algorithm, Multi-Focus Image Fusion, Shearlet Transform.

Genetik Algoritma Kullanılarak Shearlet Dönüşümüne Dayalı Çok-Odaklı Görüntü Birleştirme

Özet: Bu makalede, genetik algoritma kullanılarak shearlet dönüşümüne dayalı çok-odaklı görüntü birleştirme için yeni bir yöntem sunulmuştur. Sunulan yöntem üç temel adımdan oluşmaktadır. Birinci adım olarak kaynak görüntülere ayrı ayrı SD dönüşümü uygulanır. Sonra kaynak görüntülerin birleştirme oranına göre birleştirilir. Son olarak ta birleştirilmiş SD görüntüsüne ters SD uygulanarak birleştirilmiş görüntü elde edilir. Birleştirilmiş görüntü varyans ve uzaysal frekans kalite metriklerine göre değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlar sunulan yöntemin geleneksel yöntemlerden daha iyi olduğunu göstermiştir. GA ve SD literatürde çok-odaklı görüntü birleştirme için ilk kez bir arada kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok-Odaklı Görüntü Birleştirme, Genetik Algoritma, Shearlet Dönüşümü

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

Harun AKBULUT , Veysel ASLANTAŞ, Hasan ULUTAŞ, 'Multi-Focus Image Fusion Based on Shearlet Transform Using Genetic Algorithm, Elec Lett Sci Eng , vol. 13(2) , (2017), 10-16

1) Giriş

Görüntü birleştirme teknikleri son zamanlarda görüntü analizinde ve bilgisayarlı görü uygulamalarında yaygın olarak kullanılmakta ve bilim dünyasında araştırmacıların dikkatini çekmekte olan bir konudur. Görüntü birleştirme tıbbi saha, askeri saha ve endüstriyel saha başta olmak üzere birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çok odaklı görüntü birleştirme (ÇOGB) görüntü birleştirmenin özel bir alanı olup aynı sahnenin geometrik ve algısal parametreleri değişebilen bir algılayıcı ya da çoklu-algılayıcılar kullanılarak elde edilen farklı odaklanma bölgelerine sahip birden fazla görüntünün birleştirilmesiyle yeni, gelişmiş ve daha fazla bilgi ihtiva eden net bir görüntü elde edilmesi olarak tanımlanabilir. En temel ve en basit GB yöntemi her iki görüntünün karşılıklı piksel gri seviye değerlerinin ortalaması alınarak birleştirilmiş görüntünün elde edilmesidir. Birleştirilmiş görüntünün piksel gri seviye değerleri ortalama piksel gri seviye değerlerine yaklaşacağından dolayı birleştirilmiş görüntünün kontrast değeri düşecek ve görüntüde bulanıklaşma meydana gelecektir. Birleştirilmiş görüntünün

bulanıklığını gidererek net bir görüntünün elde edilmesi amacıyla araştırmacılar son zamanlarda birçok yöntem önermişlerdir [1].

Birleştirme yöntemleri piksel tabanlı yöntemler ve dönüşüm tabanlı yöntemler olmak üzere temelde ikiye ayrılabilir. Dönüşüm tabanlı yöntemler görüntünün tamamına uygulanmasından dolayı hesaplama maliyetleri yüksek ve görüntülerin kaynaştırma aşamasında olabilecek hataları maksimize etmesine rağmen elde edilen ürünün tatmin edici sonuçlar vermesinden dolayı araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Araştırmacılar wavelet dönüşüm, curvelet dönüşüm, shearlet dönüşüm (SD) vs gibi dönüşüm algoritmaları kullanarak ÇOGB için birçok yeni yöntemler önermişlerdir [2].

Shearlet dönüşümü (SD) Guo ve arkadaşları tarafından 2006 yılında sunulan çok boyutlu analiz ve geometrik birleştirmede etkili bir şekilde kullanılan ve görüntü işlemede de son zamanlarda yaygın ve etkili bir şekilde kullanılan bir dönüşüm algoritmasıdır [3].

Cao ve arkadaşları alt-örneklenmemiş SD ile ÇOGB için yeni bir yöntem sunmuşlardır. Görüntülere ayrı ayrı SD uygulanmış, SD'de düşük frekans katsayıları için birleştirme kuralı olarak frekans katsayılarının ortalaması, SD'de yüksek frekans katsayıları içinse birleştirme kuralı olarak en büyük frekans katsayısı alınmıştır. Daha sonra ters SD uygulanarak birleştirilmiş görüntü elde edilmiştir. Sunulan metod stationary wavelet dönüşüm, dual-tree complex wavelet dönüşüm, curvelet dönüşüm ve alt-örneklenmemiş contourlet dönüşüm yöntemleri ile karşılaştırılmış ve daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür [4]. Lü ve arkadaşları shearlet ve yerel enerjiye dayalı ÇOGB için bir yöntem sunmuşlardır. Çok odaklı görüntülere SD uygulandıktan sonra, birleştirme kuralı olarak her iki görüntüden yerel enerjileri yüksek olan seçilmiştir. Daha sonra ters SD uygulanarak birleştirilmiş görüntü elde edilmiştir. Sunulan metod geleneksel görüntü birleştirme metodlarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir [5]. Wang ve arkadaşları SD'ye dayalı görüntü birleştirme yöntemi sunmuşlardır. Sunulan birleştirme algoritması iki bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm iki görüntünün ağırlıklı ortalamasını temsil eder. İkinci bölüm ise iki görüntünün ağırlıklarının farklarını temsil eder. Birleştirme algoritması iki kısmın farkından oluşmaktadır. Bu yöntemin daha iyi kalitede birleştirilmiş görüntü elde ettiği gösterilmiştir [6].

Bu çalışmada da SD'ye dayalı ÇOGB için yöntem sunulmuştur. Sunulan yöntem en büyük SD değerlerinin seçildiği en büyük-SD'ye dayalı yöntem ve ortalama SD değerlerinin seçildiği ortalama-SD'ye dayalı ÇOGB gibi geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmış ve ÇOGB için sunulan yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

2) Materyal ve Metot

a) Shearlet Dönüşümü

Shearlet Dönüşümü (SD) 2006 yılında Guo ve arkadaşları tarafından sunulan çok boyutlu analiz ve geometrik birleştirmede etkili bir şekilde kullanılan, resmin matematiksel ve geometrik özelliklerini sergilemek için çok boyutlu afin sistemlerini elde etmemizi sağlayan ve görüntü işleme alanında son zamanlarda etkili bir şekilde kullanılan bir dönüşüm algoritmasıdır [2]. A ve B tersi alınabilir matris ve $\det|B|=1$ olmak üzere 2 boyutlu afin sistemindeki bileşik wavelet eşitlik 1'deki gibi tanımlanır.

$$\psi_{AB}(\psi) = \{\psi_{j,k,l}(x) = |\det A|^{j/2} \psi(B^l A^j x - k) : j, l \in \mathbb{Z}, k \in \mathbb{R}^2\} \quad (1)$$

A=A₀ anizotropik dilatasyon matrisi, B=B₀ shear matrisleri olmak üzere eşitlik 2'deki gibi tanımlanır.

$$A_0 = \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, B_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Her bir $\xi = (\xi_1, \xi_2) \in \square^2, \xi_1 \neq 0,$

$$\psi^{(0)}(\xi) = \psi^{(0)}(\xi_1, \xi_2) = \psi_1(\xi_1)\psi_2(\xi_2 / \xi_1)$$

Burada;

$\psi_1, \psi_2 \in C^\infty(\square), \psi_1 \subset [-1/2, -1/16] \cup [1/16, 1/2]$ ve $\psi_2 \subset [-1, 1]$ ek olarak;

$$\sum_{j>0} |\psi_1(2^{-2j} \omega)|^2 = 1 \text{ için } |\omega| \geq 1/8$$

Her bir $j \geq 0$ için;

$$\sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi_2(2^{2j} \omega - l)|^2 = 1 \text{ için } |\omega| \leq 1$$

ψ_1 ve ψ_2 'den $\psi_{j,k,l}$ kümesi kolayca türetilir.

$$\{(\xi_1, \xi_2) : \xi_1 \in [-2^{2j-1}, -2^{2j-4}] \cup [-2^{2j-4}, -2^{2j-1}], |\xi_2 / \xi_1 + l 2^{-j}| \leq 2^{-j}\} \quad (3)$$

$\psi_{j,k,l}$ 'nın her bir elemanı $2^{2j} \times 2^j$ yaklaşık boyutunun yamuk çifti üzerine desteklenir.

2. ve 3. eşitlikten D kümesi eşitlik 4'teki şekilde elde edilir.

$$D_0 = \{(\xi_1, \xi_2) \in \square^2 : |\xi_1| \geq 1/8, |\xi_2 / \xi_1| \leq 1\} \quad (4)$$

$(\xi_1, \xi_2 \in D_0)$ için eşitlik 5 elde edilir.

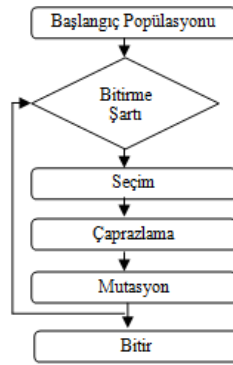
$$\begin{aligned} & \sum_{j \geq 0} \sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi^{(0)}(\xi A_0^j B_0^{-l})|^2 \\ &= \sum_{j \geq 0} \sum_{l=-2^j}^{2^j-1} |\psi_1(2^{-2j} \xi_1)|^2 |\psi_2(2^j \xi_2 / \xi_1 - l)|^2 = 1 \end{aligned} \quad (5)$$

b) Genetik Algoritma

Genetik algoritma (GA) John Holland ve öğrencileri tarafından sunulan son 15 yılda optimizasyon problemlerinde etkili bir şekilde kullanılan genetik bilimini temel alan bir optimizasyon algoritmasıdır. GA temel olarak seçme, çaprazlama ve mutasyon genetik operatörlerini kullanır. GA'nın temel adımları şekil 1'de gösterilmiştir. GA rasgele popülasyonla problem çözümüne başlar. Daha sonra her bireyin kalite değeri seçilen amaç fonksiyonuna göre değerlendirilir. Bir sonraki jenerasyona daha kaliteli çözüme sahip bireylerin aktarılması ve daha kaliteli çözümlerin bulunabilmesi için seçme, çaprazlama, mutasyon genetik operatörlerini kullanır. Seçme genetik operatörü, popülasyondaki bireylerden çözüm kalitesi yüksek olanların

bir sonraki jenerasyona aktarılmasını sağlar. Rulet tekerleği, turnuva seçme modeli gibi birçok seçme yöntemi literatürde sunulmuş ve problemlerde uygulanmıştır. Çaprazlama genetik operatörü ise popülasyondan rastgele seçilen iki ebeveynden çözüm kalitesi yüksek bireylerin oluşmasını sağlayan genetik operatördür. Literatürde tek noktadan çaprazlama, çok noktadan çaprazlama vs gibi birçok çaprazlama yöntemi önerilmiştir. Mutasyon genetik operatörü ise popülasyondan rastgele seçilen iki birey arasında kromozom değişikliği yapılarak daha önce hiç görülmemiş çözümlere ulaşılmasını sağlayan bir operatördür. Literatürde mutasyon için, uniform mutasyon, ters çevirme, araya ekleme vs gibi birçok yöntem önerilmiştir.

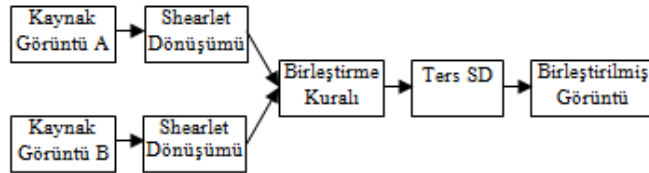
GA için popülasyon büyüklüğü, çaprazlama ve mutasyon oranı çok önemli parametrelerdir. Problemin yapısına göre araştırmacılar tarafından daha kaliteli bir çözüme ulaşabilmek için dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekmektedir [7].



Şekil 1 GA'nın Temel Adımları

c) Sunulan Çok-Odaklı Görüntü Birleştirme Yöntemi

Birleştirilmiş görüntü üç aşamadan elde edilmektedir. Şekil 1'de ÇOGB için sunulan yöntemin işlem adımları gösterilmiştir.



Şekil 1 SD'ye dayalı ÇOGB

Birinci aşama olarak kaynak görüntülerin her birine ayrı ayrı SD uygulanarak her bir kaynak görüntünün SD'li görüntüleri $S_A(x,y)$, $S_B(x,y)$ elde edilir. Burada $S_A(x,y)$ ilk görüntünün SD'si ve $S_B(x,y)$ ikinci görüntünün SD'sidir.

İkinci aşama olarak $S_A(x,y)$, $S_B(x,y)$ görüntülerin birleşme kuralına göre birleştirilerek $S_F(x,y)$ görüntüsü elde edilir. Burada $S_F(x,y)$ birleştirilmiş SD görüntüsüdür. $S_F(x,y)$ görüntüsü üç yöntemle elde edilmiştir. Birinci yöntem SD görüntülerinin en büyüklerinin seçimi olan $S_{Fmax}(x,y)$, ikinci yöntem SD görüntülerinin ortalama değerlerini seçen $S_{Fort}(x,y)$ ve son olarak ta SD görüntülerinin birleşimi GA kullanılarak optimize eden $S_{Foran}(x,y)$ görüntüleri sırası ile eşitlik 7-9'da gösterilmiştir.

$$F_{\max} = \begin{pmatrix} S_A(x,y) & \text{if } S_A(x,y) \geq S_B(x,y) \\ S_B(x,y) & \text{else} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$F_{\text{ort}} = 1/2 [S_A(x,y) + S_B(x,y)] \quad (8)$$

$$F_{\text{oran}} = [\text{oran} * S_A(x,y) + (1 - \text{oran})S_B(x,y)] \quad (9)$$

9. eşitlikteki oran parametresi GA kullanılarak optimize edilmiştir. GA'nın amaç fonksiyonu olarak birleştirilmiş görüntünün varyans ve uzaysal resim frekans değerlerini maksimize eden bir fonksiyon kullanılmış ve eşitlik 10'da gösterilmiştir. GA tarafından optimize edilen birleşme oranına göre $S_F(x,y)$ görüntüsü elde edilir.

$$Ga_{\text{amaç}} = \max(\text{var yans}(F)) + \max(\text{URF}(F)) \quad (10)$$

Varyans: Varyans bir kümenin elemanlarının o kümenin elemanlarının ortalamasından ne kadar uzağa yerleştiğinin bir ölçütüdür. Bulanık görüntüler ilgili görüntünün ortalama piksel gri seviyelerine yaklaşacağından dolayı bulanık görüntülerin varyans değeri düşük olacaktır. Net görüntülerde ise ilgili görüntüdeki piksel gri değerleri ortalama piksel gri değerlerinden uzaklaşacağı için varyans değeri yüksek olacaktır. Bu durumdan dolayı görüntünün varyans değeri arttıkça netliği de artacaktır. Böylece varyans birleştirilen görüntüler için bir kalite metriği olarak kullanılabilir.

Var_f birleştirilen görüntünün varyans değeri, M birleştirilen görüntünün satır piksel sayısı, N birleştirilen görüntünün sütun piksel sayısı, $f(i,j)$ birleştirilen görüntünün ilgili piksel gri seviye değeri, \bar{f} birleştirilen görüntünün gri seviye piksel değerlerinin ortalaması olmak üzere varyans eşitlik 11'deki gibi hesaplanır:

$$Var_f = \frac{1}{MXN} \sum_i \sum_j (f(i,j) - \bar{f})^2 \quad (11)$$

Uzaysal Resim Frekansı (URF): Komşu pikseller arasındaki birinci derece farkların kareleri alınarak farklar daha da vurgulanır. Böylece net görüntünün URF değeri daha yüksek olacaktır. URF_f birleştirilen görüntünün URF değeri, c sütun, r satır, $f(i,j)$ ilgili piksel gri seviye değeri olmak üzere bir görüntünün URF değeri eşitlik 12'deki gibi hesaplanır.

$$URF_f = \sqrt{c^2 + r^2}$$

$$c = \left[\frac{1}{MXN} \sum_i \sum_j [f(i,j) - f(i-1,j)]^2 \right]^{1/2} \quad (12)$$

$$r = \left[\frac{1}{MXN} \sum_i \sum_j [f(i,j) - f(i,j-1)]^2 \right]^{1/2}$$

Son aşama olarak elde edilen $S_F(x,y)$ görüntüsüne ters SD uygulanarak birleştirilmiş görüntü elde edilir.

3) SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada GA kullanılarak SD'ye dayalı ÇOGB için yeni yöntem sunulmuştur. Sunulan yöntem literatürden alınan ÇOG'ler için uygulanmış ve literatürde daha önce sunulan max-SD'ye dayalı yöntem ve ortalama-SD'ye dayalı yöntemle karşılaştırılmıştır.

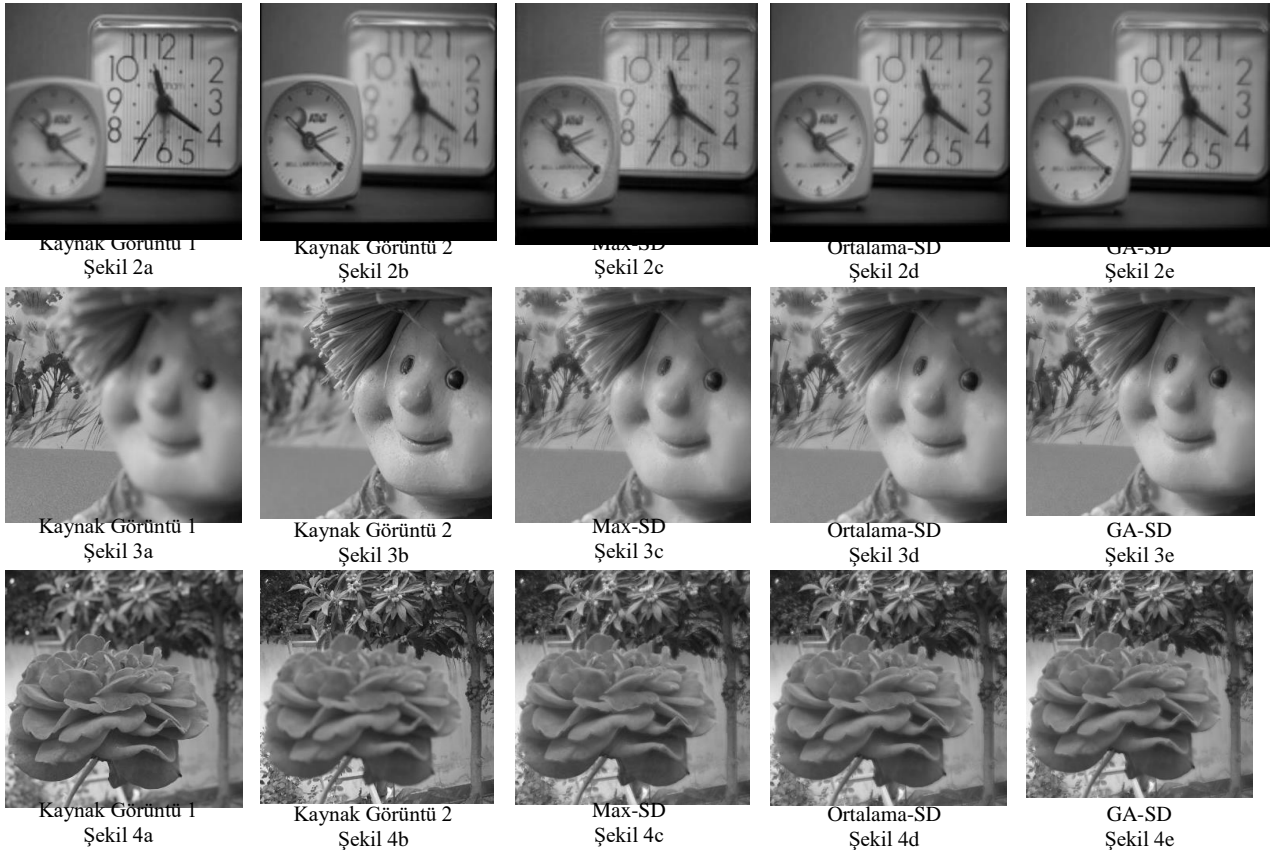
Sunulan yöntemin uygulaması MATLAB R2016a programı kullanılarak geliştirilmiştir. GA'nın kontrol parametreleri olarak popülasyon büyüklüğü 20, iterasyon sayısı 30, seçme operatörü rulet seçme tekerleği, çaprazlama genetik operatörü oranı 0.8, çaprazlama genetik operatörü yöntemi olarak tek noktadan çaprazlama, mutasyon genetik operatörü oranı 0.2, mutasyon genetik operatörü yöntemi olarak uniform mutasyon yöntemi seçilmiştir. GA problem çözümünü rastgele değerlerle alarak başladığından dolayı her koşmasında farklı çözümler bulması olasıdır. Bundan dolayı GA 25 defa koşturularak en iyi sonuç veren koşmanın sonuçları tablo 1'de gösterilmiş ve bu değerlere göre elde edilen birleştirilmiş görüntüler şekil 2'de gösterilmiştir.

Bu çalışmada SD ve GA bir arada kullanılmıştır. Literatürde sunulan diğer dönüşüm algoritmaları ve optimizasyon algoritmaları kullanılarak sonuçlar değerlendirilebilir. Ayrıca farklı kalite metrikleri ile de sonuçlar değerlendirilebilir.

TABLO 2

Birleştirilmiş görüntülerin varyans değerlerinin karşılaştırılması

Görüntü	Varyans		
	Max-SD	Ortalama-SD	GA-SD
Görüntü 1	116.7094	117.4897	118.092
Görüntü 2	117.9108	120.7807	120.9866
Görüntü 3	101.6305	101.6498	103.2061



Referanslar

1. V. Aslantaş, R. Kurban, "Fusion of multi-focus images using differential evolution algorithm", *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 12, December 2010, Pages 8861-8870.
2. R. Kurban, "Resim Uzayında Blok Seçmeye Dayalı Yeni Görüntü Birleştirme Yöntemleri", Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2012.
3. K. Guo, D. Labate, "Optimally sparse multi-dimensional representation using shearlet", *SIAM Journal of Mathematical Analysis and Application* 39, 2007, pp. 298-318.
4. Y. Cao, S. Li and J. Hu, "Multi-Focus Image Fusion by Nonsampled Shearlet Transform", *Sixth International Conference on Image and Graphics*, China, 2011.
5. L. Lü, J. Zhao and H. Sun, "Multi-Focus Image Fusion Based on Shearlet and Local Energy", *2nd International Conference on Signal Processing Systems*, China, 2010.
6. H. Wang, Y. Liu and Shupeng Xu, "An Image Fusion Algorithm Based on Shearlet", *Third International Conference on Information Science and Technology*, March 23-25, 2013; Yangzhou, Jiangsu, China.
7. Aslantas V., "A singular-value decomposition-based image watermarking using genetic algorithm", *Int. J. Electron. Commun. (AEÜ)* 62 (2008) 386 – 394, 2007.

Development and Application of RFID Security System for Newborns in Hospitals

Hasan Ulutaş¹, Veysel Aslantaş², Harun Akbulut³

1 Department of Computer Engineering, Bozok University, Yozgat, Turkey

2 Department of Computer Engineering, Erciyes University, Kayseri, Turkey

3 Department of Computer Technology, Bozok University, Yozgat, Turkey

Abstract: In this study, a hospital security system was developed for newborn infants, using wireless communication technologies and a software. Every year, many newborn babies are either kidnaped or exchanged with one another in hospitals. The ministry of health has launched an application named “Pink Code” so as to prevent these kind of incidents from happening. The safety of newborns depends on attention of hospital staff who are likely to make mistakes, in this application. Developed RFID based security system can aid staff who are responsible for security to alleviate their work load and it also provides babies with much secure environment in hospitals. The developed system uses RFID technology which have been used in almost every field nowadays. RFID readers and tags which are used with the web based software that works in dependently from platform take precautions for the safety of babies, transmitting necessary information to users. When performing this process, the system uses heat and light sensors on RFID tags which are designed to be wearable by the baby’s wrist. Information obtained these sensors is transmitted directly to the RFID reader which sends it into database. The software evaluates this information on database and inform about the condition of the baby. These information can be listed as follows, whether the signal is received from the baby’s wristlet, whether wristlet is removed from the baby’s wrist whether the baby is returned to his/her room, who has given permission by the authorized person over the system.

Keywords: Hospital Safety, Infants Safety, Mother-Baby Matching, Newborns Tracking, RFID

Hastanelerde Yeni Doğanlar için RFID Güvenlik Sisteminin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Özet: Bu çalışmada, hastanelerde yeni doğan bebek güvenliğini sağlayan kablosuz haberleşme ve bilgisayar yazılımı ile çalışan bir sistem gerçekleştirilmiştir. Hastanelerde her yıl, birçok yeni doğan bebek ya kaçırılmakta ya da karıştırılmaktadır. Sağlık Bakanlığı bu tür durumların önüne geçebilmek adına “Pembe Kod” isimli uygulama başlatmıştır. Mevcut uygulanan pembe kod yöntemlerinde yeni doğan bebeklerin güvenliği görevlilerin dikkatine bağlıdır ve görevliler hata yapabilmektedir. Geliştirilen RFID tabanlı güvenlik sistemi, hastane içerisinde güvenlikten sorumlu kişilerin iş yüklerinin hafiflemesini ve bebeklerin daha güvenli bir ortamda bulunmalarını sağlamaktadır. Sistem bu güvenliği sağlarken, günümüzde hemen hemen her alanda kullanılmaya başlanmış olan RFID teknolojisini kullanmaktadır. Platformdan bağımsız şekilde çalışan web tabanlı yazılım ile birlikte kullanılan RFID okuyucular ve etiketler, sisteme ilettikleri bilgilerle kullanıcıya gerekli bilgileri aktarmakta ve bebeğin güvenliği ile ilgili önlemleri almaktadır. Bu işlemi gerçekleştirirken bebeğin bileğine takılmak üzere tasarlanan RFID etiketlerde bulunan ısı ve ışık sensörlerini kullanmaktadır. Bu sensörlerden elde edilen bilgiler doğrudan RFID okuyucuya aktarılmakta ve veri tabanına işlenmektedir. Yazılım, veri tabanındaki bu bilgileri değerlendirip kullanıcıya bebekle ilgili uyarıları yapmaktadır. Bu bilgiler; bebeğin bilekliğinden sinyal alınıp alınmadığı, bilekliğin bebeğin bileğinden çıkartılıp çıkartılmadığı ve yetkili kişi tarafından sistem üzerinden izin verilen bebeğin odasına geri dönüp dönmediği olarak sıralanabilir. Bunun yanında bebek bilekliği ile anneye verilen okuyucular birbirleriyle eşleştirilerek annelere yanlış bebek verilmesinin de önüne geçilebilmektedir. Bu çalışmada ayrıca, uygulanan sistemle mevcut sistem karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulamalı deneyler, uygulanan sistemin mevcut sistemden üstünlüğü ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anne-Bebek Eşleşmesi, Bebek Güvenliği, Hastane Güvenliği, RFID, Yeni Doğan Takibi

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

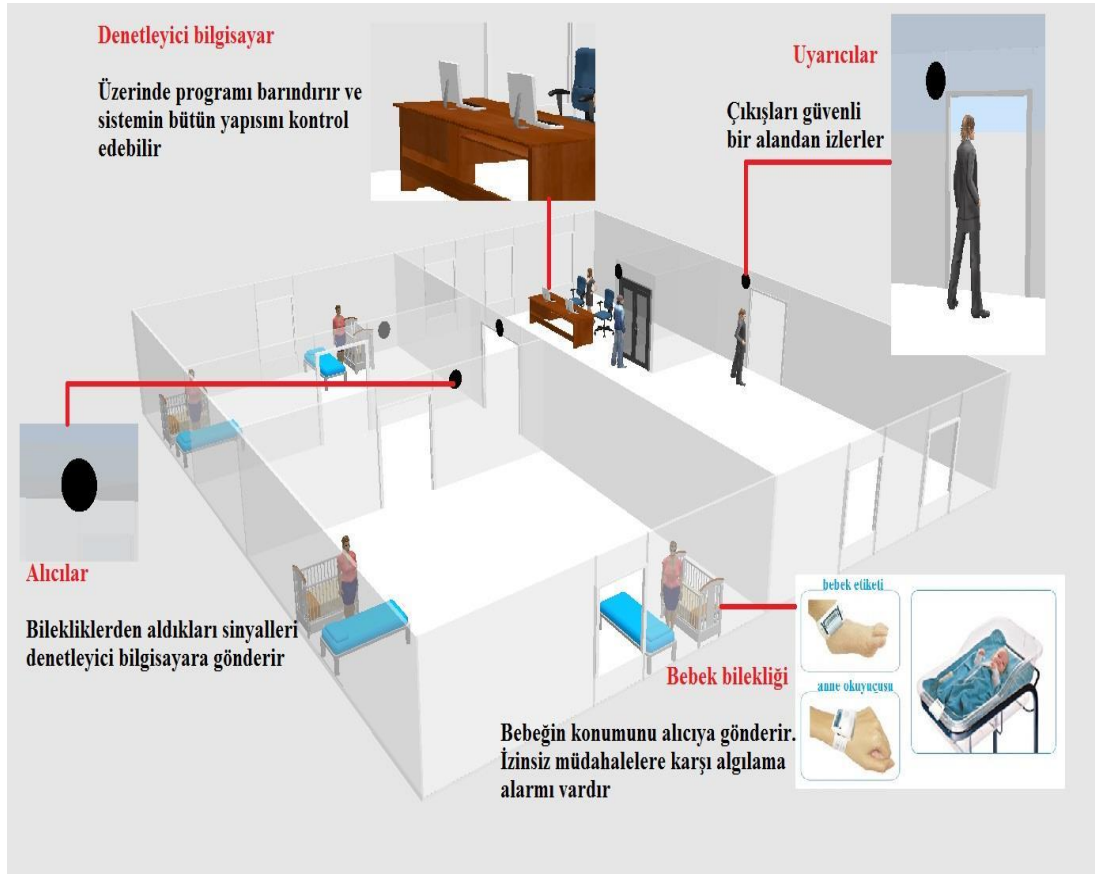
Ulutaş H. , Aslantaş V. , Akbulut H. ‘Development and Application of RFID Security System for Newborns in Hospitals’, Elec Lett Sci Eng , vol. 13(2) , (2017), 18-31

1. Giriş

Radio Frequency Identification (RFID) teknolojisi günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Kullanıldıkları her alanda, daha önce kullanılan sistemlere göre büyük verimlilikler göstermiştir. Günlük hayatımızda ulaşımda, lojistikte, stok takibinde, inşaat sektöründe, sağlık sektöründe, tarım ve hayvancılıkta, ürün takibinde, temassız ödemede, savunma sanayiinde ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. RFID teknolojisi ile bu projede, hastanelerde kullanılmak üzere hazırlanan yeni doğan bebek güvenliği sistemi tasarlanmıştır. Hastanelerde, hali hazırda bebeklerin güvenliğini sağlamak adına gerekli teknoloji kullanılmamaktadır. Bu alanda büyük bir eksiklik hissedilmektedir. Kullanılan sistemler yeterli gelmemekte ve sistemlerin birçok zaafı bulunmaktadır. Bebeklerin güvenliği ile ilgili olarak böylesine önemli bir alanda yeterli çalışmalar yapılmamış ve ebeveynlerin en önemli varlıkları bir anlamda güvenlikten yoksun olarak bırakılmıştır.[1]

RFID sistemi, verici ve alıcılardan oluşan bir otomatik kimliklendirme metodudur. Bu sistemdeki vericiler çeşitli şekillerde ve özelliklerde tasarlanabilmektedir. RFID vericiler daha verimli olması adına çeşitli sensörlerle donatılabilir ve bu sensörlerden alınan veriler kablosuz şekilde iletilebilir. Projede bebekler için bileklik şeklinde RFID etiketler kullanılmıştır. Bu RFID bilekliğin kendisine has bir kimliği, ısı sensörü ve ışık sensörü bulunmaktadır. Bu bileklikten elde edilen veriler gerçek zamanlı olarak işlenip ilgililerin dikkatine sunulmaktadır.

Bu çalışmada, bebeklere kablosuz, giyilebilir ve takip edilebilir özellikteki etiketlerin takılması, bebeklerin sıcaklık ve konum bilgilerinin gerçek zamanlı olarak görüntülenmesi, anne-bebek eşleşmesi sisteminin yapılması ve elde edilen bu bilgiler ile bebeklerin güvenliğinin sağlanması amaçlanmaktadır.



Şekil 1: Önerilen Yaklaşımın Genel İşleyiş Diyagramı [1]

Şekil 1’de önerilen yaklaşımın genel işleyiş diyagramı gösterilmektedir. Bu yaklaşımda her oda için ayrı bir RFID okuyucu cihaz bulunmaktadır. Bu sayede bebeğin konumu tam olarak gösterilebilmektedir ve bebeğin bulunabileceği alanlar daha sınırlı şekilde sağlanabilmektedir. Bileklikler üzerindeki sensörler herhangi bir durumu hemen RFID okuyuculara iletirler. RFID okuyucular ise denetleyici bilgisayarlara durumu iletirler. Bu yaklaşım sayesinde gerçek zamanlı bir güvenlik sistemi oluşturulabilmektedir.[1]

Bu çalışma kapsamında;

- RFID okuyucu cihazlardan gelen verileri, platform bağımsız olarak alan, dağıtan, yönlendiren, değerlendiren, sistemi yöneten ve sunan merkezi sunucu ve web tabanlı program yazılmıştır.

Çalışmanın amacı şu şekilde özetlenebilir;

- Gerçek zamanlı ve sürekli olarak yeni doğan bebeklerin izlenmesinin sağlanması,
- Olası acil durumlarda ilgili kişi ve kurumların (hemşire, güvenlik birimleri, polis merkezi) bilgilendirilmesi,
- Olası hırsızlık durumlarına anında müdahale,
- Hastanelerde kaçırılan ve karıştırılan bebek sayısının azaltılması,
- Sorumlu kişilerin üzerine binen yükün azaltılması,
- Bebeğin ailesinin ve hastane yetkililerinin stres yaşamadan bebeğin güvende olduğunu bilmesi,
- Hastanelerin kalitesinin yükseltilmesi,
- Yerli teknolojiler üreterek ülkemizin uluslararası pazarda rekabet gücünün artırılması şeklinde özetlenebilir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Hastanelerde Pembe Kod Sisteminin Önemi

National Center for Missing and Exploited Children’in araştırmasına göre; Amerika’da yaşanan bebek kaçırmalarının %50 si hastanelerden gerçekleştirilmektedir. Bu oranın %57’si anne odasından, %14’ü yeni doğan bebek ünitelerinden, %14’ü pediatriken ve kalan %15’lik dilim ise hastane içerisindeki diğer bölümlerden gerçekleşmiştir.[2]

Bu konu üzerine sağlık bakanlığı ve diğer uluslararası standart geliştiriciler, hastanelerde yaşanan bebek kaçırma ve karıştırma olaylarına karşı hastanelerin gerekli tedbirleri almasını zorunlu kılmıştır. Bu sebeple mevcut hastaneler bünyelerinde pembe kod alarm sistemini kurmuşlardır.[3]

Sağlık bakanlığının pembe kod uygulaması ile ilgili resmi gazetede yayımlanan 27214 sayılı tebliğinin 17. maddesinde yeni doğan çocuk güvenliğinin sağlanması ile ilgili olarak gerekli esasları tanımlamıştır.[4]

Hastanelerde, mevcut uygulanan pembe kod sistemi bir otomasyon sistemi değildir ve çalışanlar tarafından manuel olarak uygulanmaktadır. Bebek kaçırılması vakalarında sistem şu şekilde çalışmaktadır. Görevli hemşirenin veya bebek yakınının bebeğin kaçırıldığını güvenlik görevlilerine bildirmesiyle hastane içerisinde bir arama çalışması başlatılır, güvenlik kameraları izlenir ve hastane giriş çıkışları kapatılarak hastanedeki kişiler üzerinde elle arama gerçekleştirilir. Eğer bebeğin kaçırıldığı geç fark edilirse genellikle bebeğin bulunmasıyla ilgili

bir sonuç alınamamaktadır. Özellikle bazı vakalarda bebeği kaçıran kişiler profesyonelce davranıp hemşire veya doktor kılığına girmektedirler. Bu durumda bebeğin kaçırıldığı çok geç fark edilebilmektedir.[1]

Geliştirilen sistemde ise insan faktörü asgari düzeye indirilmiş olup otomatik bir sistem geliştirilmiştir.

2.2. Sistemin İhtiyaçları

Aktif ve pasif RFID'ler kullanılarak hastanelerde yeni doğan bebekler için güvenlik sistemi uygulaması donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmında; SYRIS aktif RFID okuyucu, TTfsm pasif RFID okuyucu, SYRIS bebek bilekliği, pasif RFID etiket, bilgisayar ve ara bağlantı bulunmaktadır.[1]

Yazılım kısmında; sunucuda çalışacak program Windows işletim sisteminde çalışmaktadır. Kullanıcı ara yüzü programı platform bağımsız çalışmaktadır ve web tabanlıdır. Bu yazılımların yapımında c sharp ve asp.net programlama dilleri kullanılmış olup visual studio 2012 ortamında gerçekleştirilmiştir. Veri tabanı olarak Microsoft SQL Server 2012 kullanılmıştır.[5]

2.3. Sistemin Yazılım Birleşenleri

Sistem yazılımı gerçekleştirilirken, sunucuda çalışacak programlar Windows işletim sisteminde çalışmak üzere kodlanmıştır. Kullanıcı ara yüzü programı platform bağımsız çalışmaktadır ve web tabanlıdır. Bu yazılımların yapımında C# (C sharp), ASP.NET, jquery, javascript programlama dilleri kullanılmış olup yazılım visual studio 2012 ortamında gerçekleştirilmiştir. Yazılımda katmanlı mimari kullanılmış olup, veri tabanı işlemleri entity-framework modeli ile yapılmıştır. Bu yapıda LINQ sorguları kullanılmıştır. Veri tabanı olarak Microsoft SQL Server 2012 kullanılmıştır.

C#, C, C++ ve Java dillerinden türeyen, güçlü, basit, esnek, nesne yönelimli, yazımı ve öğrenilmesi kolay, tip güvenli ve Microsoft .NET platformu için sıfırdan geliştirilmiş tek programlama dilidir.[6]

C# orta düzey programa dili sınıfına girer. C# ile hem üst düzey hem de alt düzey programlama yapılabilir. Yani hem makine diline hem de insan algısına yakın seviyededir. Buradaki orta ifadesi dilin gücünü değil makine dili ile günlük konuşma diline olan mesafesini göstermektedir. C# dilinin öğrenilmesi diğer dillere göre daha kolay öğrenilen bil dildir. C# gerçek manada nesne yönelimli (object-oriented) bir dildir. Bunun yanında öğrenim kolaylığı, yüksek verimlilik, XML desteği, JSON desteği sunmaktadır. Geliştirilen programda JSON özelliklerinden faydalanılmıştır.[7]

ASP.NET, Microsoft'un çıkarmış olduğu .Net platformunun Web uygulama geliştirme teknolojisidir. Dinamik web sayfaların yapımı, web uygulamalarının yapımı ve XML ile de web hizmetlerinin yapılmasına imkan sağlar. ASP.NET (Web Form) ile uygulamalar hem daha becerikli hale getirebilir, hem de daha hızlı geliştirebilir. ASP.NET artık ASP gibi script yorumlamalı değil tam olarak nesne yönelimli, derlenen (compiled) ve çalıştırılan (executable) bir model haline gelmiştir.[7]

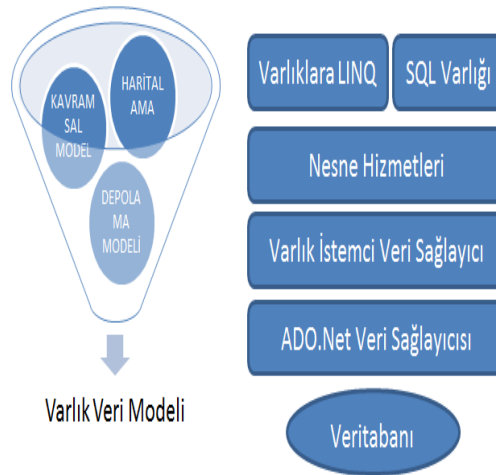
ASP.NET'te iki kodlama yapılmaktadır. İstemci tarafı kodlama (Client side coding), sunucu tarafı kodlama (Server side coding).

- İstemci Tarafı Kodlama (Client Side Coding): Web tarafında uygulamaların tarayıcı tarafından yorumlanabilen JQuery, Ajax vb. eklentilerle yapılandırılan siteye dinamiklik katan kodlardır. Dinamiklik katan kodları sayfanın iskelet yapısı olan HTML kodlarına entegre edilerek site sayfaları oluşturulur. Yapılan kodlamaların istemci tarayıcısında çalışacağı için performans kaybı olmaz.[7]
- Sunucu Tarafı Kodlama (Server Side Coding): Web uygulamasının sunucu (server) tarafında iş yapan kodlardır. Bir sitede bulunan ürün kategorisinin sıralaması istendiğinde, sunucu tarafında C# kodu derler ve veri tabanında bulunan Ürün kategorisinde bulunan ürünleri alır ve HTML kodlarının içerisini yerleştirerek istemciye gösterilmesi sağlanır.[7]

Entity Framework Microsoft tarafından geliştirilen ve yazılım geliştiricilerin katı SQL sorguları yazmalarını ortadan kaldırarak bir ORM (Object Relational Mapping) imkânı sağlayan framework'tür. ORM ise ilişkisel veri tabanı yönetim sistemlerine direkt olarak müdahale yerine nesnel aracılığı ile müdahale edilmesini sağlayan bir köprüdür denilebilir.[8]

Entity framework ile birlikte LINQ (Language Integrated Query) sorgularını kullanarak nesnel üzerinde güçlü bir sorgulama imkânına sahip olunur. Entity framework'ün sunduğu hizmetler başlıca değişiklik izleme (change tracking), kimlik çözünürlüğü (identity resolution) ve sorgu çeviri (query translation) olarak sayılabilir.[8]

Entity framework'ün aslında temel amacı uygulama geliştiricinin veri işlemleri ile çok uğraşmadan uygulama tarafına odaklanmasını sağlamaktır. Çok basit bir örnek olarak, klasik ADO.NET uygulamalarında bir bağlantının açılmasından ve kapatılmasından tamamen geliştiriciler sorumludur. Ancak entity framework kullanıldığında, bu tür işlemlere program geliştirici karışmaz. Sorgular hazırlar ve entity framework aracılığı ile bu veri tabanına iletilir. Şekil 2'de Entity Fremawork mimarisi görülmektedir.[1]

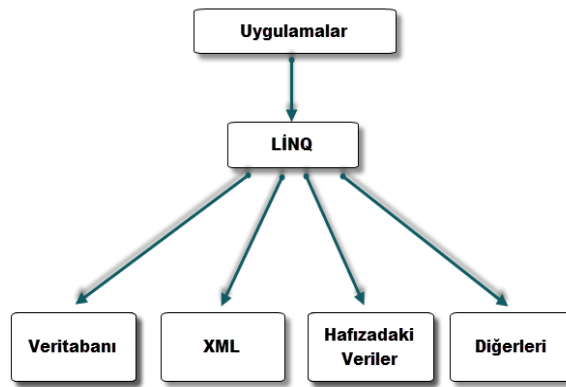


LINQ, Microsoft'un çıkardığı .Net framework 3.0 ile gelen yeni bir özelliktir. Son zamanlarda Microsoft'un en çok kullanılan yapılarından birisidir. LINQ, SQL benzeri sorgulama yapılmasına benzer bir sorgulama işlemi sağlar. LINQ sorgulamalarında tamamen nesnel ifadeler

kullanılır. LINQ nesnelere ile veri tabanları arasında köprü görevini üstlenir. SQL kodu yerine geliştirilen programda nesnelere kullanarak veriye erişmemizi sağlar.[1]

LINQ anlamı dile entegre edilmiş sorgu yapısıdır. LINQ, C# programlama diliyle herhangi bir üçüncü bileşene ihtiyaç duymadan dilin kendi söz dizimiyle veriye ulaşma ve veri üzerinde değişiklikler yapmaya imkan sağlar. Veriler çok çeşitli olabilir. Mesela hafızadaki bir veri, veri tabanındaki ilişkisel veri veya bir XML verisi olabilir. LINQ, programlar ve veriler arasındaki ilişkiyi dönüştüren bir programlama yöntemidir[1]

LINQ, veri erişim mekanizmasını verinin tipinden bağımsız olarak standart hale getiren söz dizimi topluluğuna verilen genel bir isimdir. LINQ bir veri kaynağından verileri alan bir sorgu ifadesidir. LINQ veri kaynakları ve çeşitli biçimdeki veri üzerinden, veri ile çalışmak için tutarlı bir model sunarak bu durumu kolaylaştırır. Şekil 3'te LINQ veri modeli görülmektedir.[1]



Şekil 3: LINQ Modeli

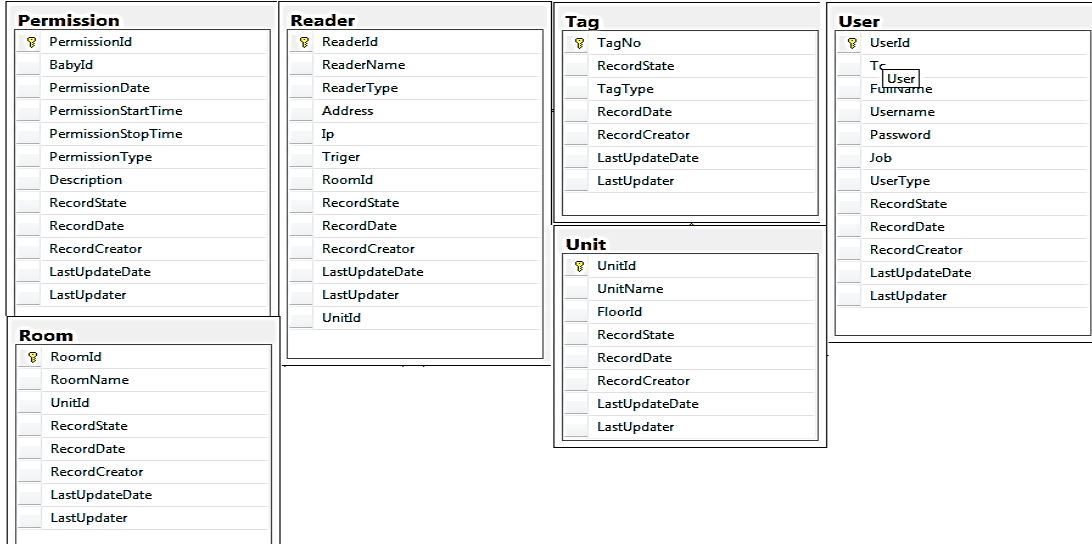
2.4. Veritabanı Tasarımı

Veri tabanında Baby, BabyStatus, Building, Floor, Heat, IncomingData, Mother, Permission, Reader, Room, Tag, Unit, ve User olmak üzere 13 adet tablomuz bulunmaktadır. Şekil 4 ve 5'te veri tabanında yer alan tablolar görülmektedir.

Baby	BabyStatus	Mother	Heat
BabyId	LocationId	MotherId	T1
BabyTagNo	ReaderId	Tc	T2
MotherId	BabyId	MotherFirstName	
BabyFirstName	AlarmStatus	MotherLastName	
BabyLastName	AlarmDefinition	Birthdate	
FatherFirstName	Heat	MotherTagNo	
FatherLastName	LocationDate	RecordState	
BirthDate	LocationTime	RecordDate	
BirthTime	RecordState	RecordCreator	
Weight	RecordDate	LastUpdateDate	
Length	RecordCreator	LastUpdater	
Gender	LastUpdateDate		
FollowUp	LastUpdater		
RoomId			
RecordState			
RecordDate			
RecordCreator			
LastUpdateDate			
LastUpdater			

Building	Floor	IncomingData
BuildingId	FloorId	IncomingDataId
BuildingName	FloorName	DateTime
RecordState	BuildingId	TagNo
RecordDate	RecordState	SignalLevel
RecordCreator	RecordDate	Status
LastUpdateDate	RecordCreator	Heat
LastUpdater	LastUpdateDate	Heat2
	LastUpdater	IpAddress
		Triger
		RecordState
		RecordDate
		RecordCreator
		LastUpdateDate
		LastUpdater

Şekil 4: Veri Tabanında Yer Alan Tablolar-1

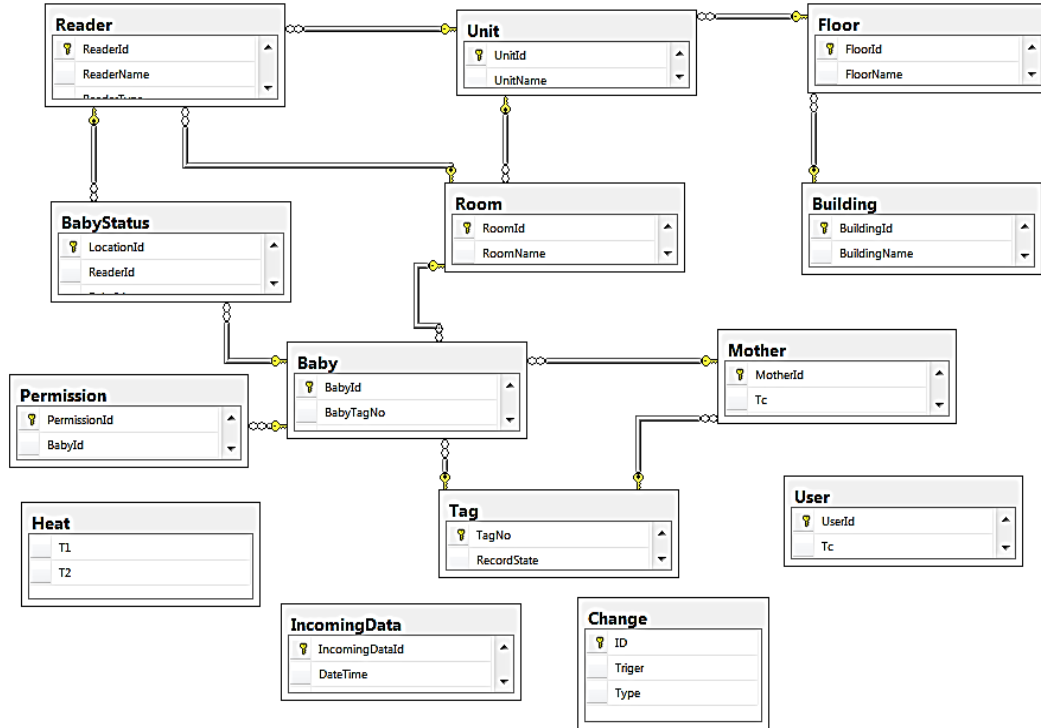


Şekil 5: Veri Tabanında Yer Alan Tablolar-2

Veri tabanı hazırlanırken ihtiyaç analizi iyi bir şekilde yapılmıştır. Bu aşamada;

- Mevcut durumla ilgili belgelere ulaşılmış,
- Saha araştırmaları yapılmış,
- Hastane görevlileriyle görüşülerek ihtiyaçlar tespit edilmiş,
- Bu görüşmeler neticesinde ortak noktalar belirlenmiş ve
- Bütün bu çalışmaların sonucunda anne ve bebeğin hastanede hangi işlemlere tabi tutulduğu öğrenilmiştir.

Bu aşamaların sonucunda tablolar oluşturulmuş ve sistemin işleyişi tasarlanmıştır. Şekil 6'da veri tabanının ilişkisel diyagramı görülmektedir.



Şekil 6: İlişkisel Veri Tabanı

2.5. Sunucu ve Sistem Yazılımı

C# programlama diliyle gerçekleştirilmiş olan cihaz programı, kullanılan donanım ürünlerinin ayarlarının yapılması için tasarlanmıştır. Bu ara yüz yazılımında cihazın hangi IP den veri alacağı ayarlanabilir ve veri alma işlemi başlatılabilir. Ayrıca okuyucu cihazın iç ayarlarına bu kısımdan müdahale edilebilir.

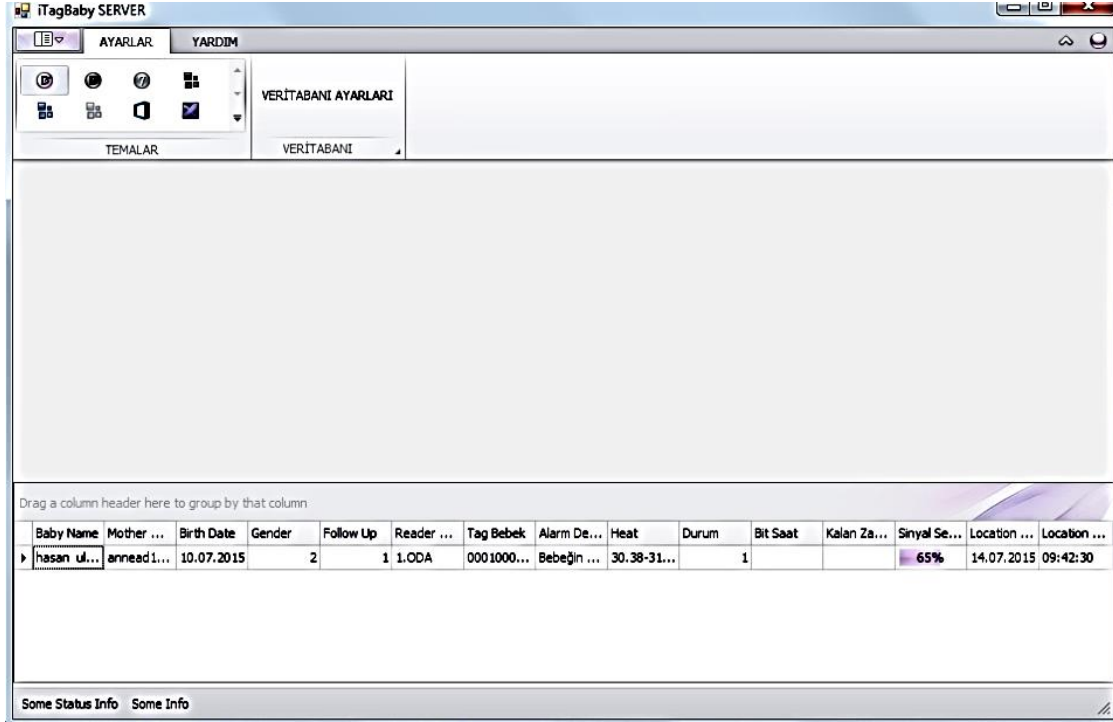
Burada yapılabilecek ayarlar şunlardır: Okuyucunun yeniden başlatılması, seri numarasının alınması, ID numarasının atanması ve öğrenilmesi, baudrate ayarının yapılması, alınan sinyal gücü seviyesinin (RSSI) ve kazanç seviyelerinin ayarlanması. Şekil 7’de okuyucunun ayarlarının yapılabildiği programın ara yüzü görülmektedir.

Şekil 7: RFID Okuyucu Ayarları Düzenleme Ara Yüzü

Ayrıca buradan bebek bilekliği ayarlarına erişilebilir. Programla bilekliğe ID verilebilir, yeniden başlatılabilir, devre dışı bırakılabilir ve istenilen özelliklerin çalışması sağlanabilir. Şekil 8’de etiket ayarlarının yapılabildiği programın ara yüzü görülmektedir.

Şekil 8: RFID Etiket Ayarları Düzenleme Ara Yüzü

C sharp programlama diliyle yazılmış olan sunucu programı ise cihazdan alınan verileri veri tabanına kayıt edip bu verileri değerlendirir. Bu değerlendirme aşamasının, sunucu üzerinde yapılması daha uygundur. Gerçek zamanlı veri işlemleri bilgisayarlar için yorucu olabilmektedir. Bu sebeple yüksek özellikli bir sunucu bilgisayar bu gerçek zamanlı verileri düzgün bir şekilde işleyip web ara yüzüne doğru bir şekilde aktarabilir. Şekil 9'da sunucu programının ara yüzü görülmektedir.

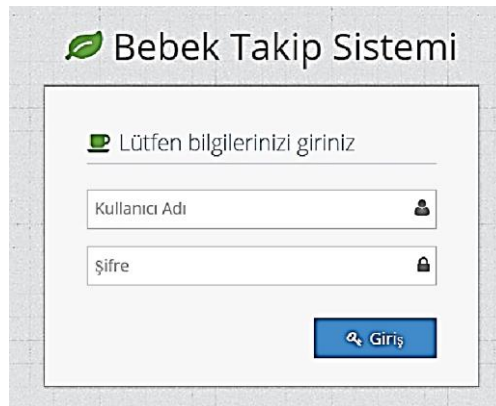


Baby Name	Mother ...	Birth Date	Gender	Follow Up	Reader ...	Tag Bebek	Alarm De...	Heat	Durum	Bit Saat	Kalan Za...	Sinyal Se...	Location ...	Location ...
hasan ul...	annead1...	10.07.2015	2	1	1.ODA	0001000...	Bebeğin ...	30.38-31...	1			65%	14.07.2015	09:42:30

Şekil 9: Sunucu Ara Yüzü

2.6. Web Yazılımı

Programın, web ara yüzüne yetkilendirme seviyelerine göre girilebilir ve her yetki seviyesi farklı özelliklerdeki ekranlara ulaşabilir.



Şekil 10: Giriş Sayfası Ara Yüzü

Kullanıcı işlemlerinde yeni kullanıcı tanımlama, kullanıcı listesi ve şifre işlemleri gerçekleştirilebilir. Yeni kullanıcı tanımlanırken yetki seviyesi belirlenebilir. Şekil 11'de kullanıcı ekleme işlemlerinin ara yüzü görülmektedir.

Kullanıcılar » Kullanıcı Ekle

Tc


Ad Soyad

Kullanıcı Adı

Şifre

Hastanedeki Görevi

Resim

Resim dosyasını sürükleyip buraya bırakın yada tıklayıp seçiniz.


Kullanıcı Tipi User ▼

User

User

YetkiliHemsire

Hemsire

Güvenlik

Şekil 11: Kullanıcı Ekleme İşlemleri Ara Yüzü

Sisteme, yönetici seviyesindeki bir giriş ile programın başlangıç ayarları ve diğer kullanıcıların yetki kısıtlamaları yapılabilir. Bu kısımda yönetici, hastaneye ait bina, kat, birim, oda, RFID okuyucular ve hastanede kullanılacak olan etiketler tanımlayabilir. Etiketlerin aktiflik durumu ve tipi ayarlanabilir. Ayrıca yapılan ayarlar görüntülenebilir ve gerekli düzenleme işlemleri gerçekleştirilebilir.

Anasayfa » Yer Ekle

Yerler » Yer Ekle

Bina Ekle Kat Ekle Birim Ekle Oda Ekle Reader Ekle

Bina Adı:

Şekil 12: Bina Ekleme İşlemleri Ara Yüzü

Sisteme, hemşire seviyesinde bir giriş ile hastanede mevcut bulunan bebekler ve bebeklerin durumuyla ilgili bilgilere erişilebilir. Erişilen bilgilerden anne ve bebekle ilgili gereken işlemler yapılabilir. Bu bölümde bulunan işlemler bebek düzenle, sil, etiket değiştir, anne değiştir, etiket boşalt ve izin verme işlemleridir. Bu yetkilerden etiket değiştir, anne değiştir, etiket boşalt işlemleri yetkili hemşire girişi dâhilinde yapılabilir. Bunun yanında bebeğin sisteme dâhil olduğu andan itibaren yapılan işlemler son hareketler kısmında görüntülenebilir. Buradan detaylı raporlarda alınabilir. Takip işlemi sorunsuz şekilde yapılan bebeğin takip durumu yeşil renk ile gösterilmiştir. Takip işlemleri için diğer renkler sarı, turuncu ve kırmızıdır. Sarı renk bebeğin izinli olduğunu, turuncu renk bir uyarı durumu bulunduğunu ve kırmızı renk ise bebeğin alarm durumuna geçtiğini belirtir. Şekil 13’da bebeklerin detaylı hareketlerinin gösterildiği ara yüz görülmektedir.

hasan ulutaş

Takip Ediliyor

Bebek Düzenle Bebek Sil Etiket Değiştir Anne Değiştir Etiket Boşalt Durum Değiştir

Bebek	hasan ulutaş
Doğum Tarihi	10.07.2015
Bebek Etiket	0001000111223171
Anne	annead1 annesoyad1
Cinsiyet	Erkek
Reader Adı	1.ODA
Bina Adı	A-BLOK
Kat Adı	1.KAT
Birim Adı	PEDIYATRI
Oda Adı	1.ODA
Son Okunma Tarihi	14.07.2015
Son Okunma Zamanı	09:42:30

Son Hareketler

hasan ulutaş kayıt edildi.
4 gün önce

Şekil 13: Bebek Detay Sayfası Ara Yüzü

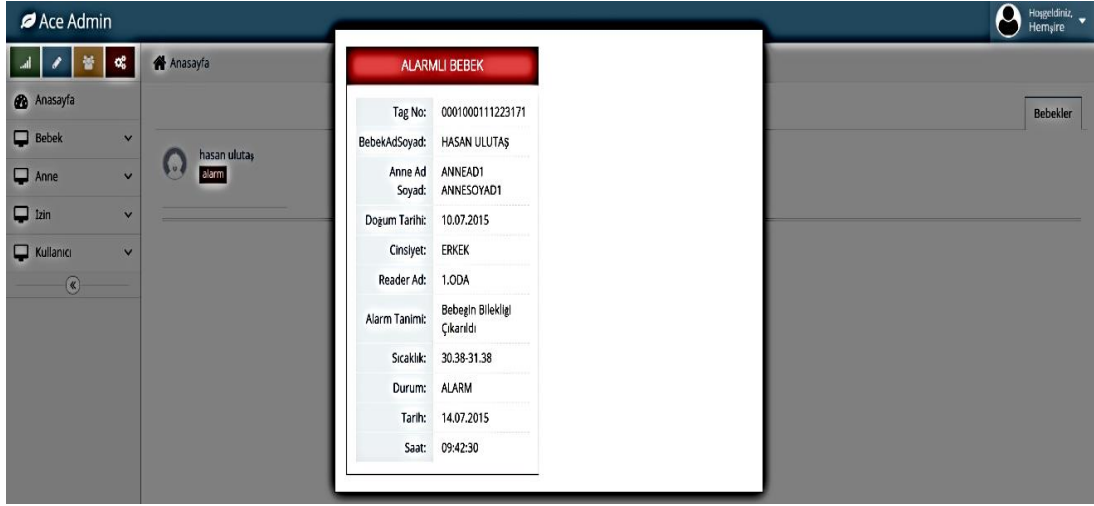
Yazılımdan bebekler hakkında detaylı raporlar almak mümkündür. Bu raporlar için bebek listesi işlemlerinden faydalanılabilir. Bu raporlar, herhangi bir olay olması durumunda konu ile ilgili detaylı bilgileri verebilecek seviyededir. Hastane yetkilileri istedikleri zaman çeşitli şekillerde raporlar alabilirler. Bu raporlara göre sistemin işleyişini takip altına alabilirler.

İzin işlemleri menüsü doğumdan sonra yatırılacağı odaya ulaşan bebeğin muayene veya test durumları için odasından çıkartılabilmesi için öncelikli olarak izin verilmesi gerekmektedir. Bu işlemler izin işlemleri menüsünden yapılabilir. Burada iznin süresi belirlenip neden izin verildiğinin açıklaması yapılabilir. Ayrıca izin listesinden o an izinli olan bebekler görüntülenebilir. Yapılan işlemler bebeğin hareket raporunda saklanır. İstenildiği an raporlardan iznin ne zaman, hangi amaçla ve kim tarafından verildiği tespit edilebilir.

Sistemin ana işlevi esas olarak bebeğin güvenliğidir. Bu güvenliği sağlamak için yapılacak işlemler anlatılmıştır. Eğer bu güvenliği kırmak isteyen kişiler olursa sistem yetkili kişilere alarm verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu alarmlar şu şartlarda devreye girmektedir.

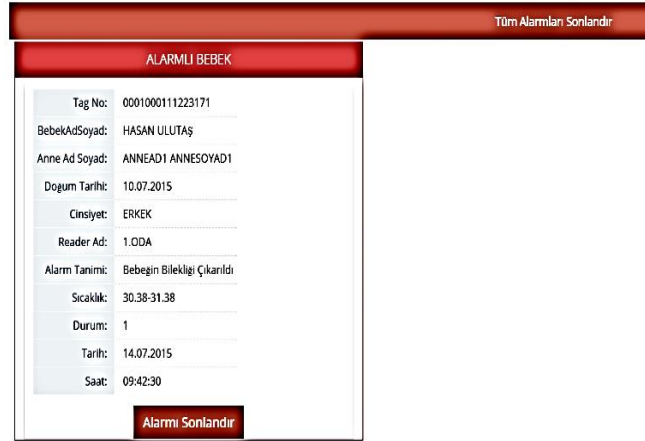
- Bebeğin izinsiz şekilde bulunduğu konumdan dışarı çıkartılması, böyle bir durumda çıkış noktalarında bulunan RFID okuyucular bebeğin bilekliğindeki etiketi okur okumaz hemşire ekranına ve güvenlik ekranına alarm verir.
- Bileklik etiketin bebekten çıkartılmaya çalışılması durumunda, bileklik etiketin alt kısmında bulunan ışık ve ısı sensörü devreye girecektir ve sisteme bilekliğin çıkartıldığını haber verip alarm oluşturur.
- Bilekliğin sinyalinin engellenmesi durumunda, sistem bileklikten bir süre sinyal alamazsa öncelikli olarak uyarı oluşturacaktır ve yine belirlenen süre sonunda uyarı durumu ortadan kalkmaz ise alarm durumuna geçilir.

Alarm uyarı ekranında, alarmın verilmiş sebebi, olayın yaşandığı konum ve bebeğin bilgileri görüntülenir. Şekil 14'de bebek alarm durumuna geçtiğinde sayfanın ara yüzü görülmektedir.



Şekil 14: Alarm Durumu Sayfası Ara Yüzü

Sisteme güvenlik görevlisi olarak giriş yapıldığında eğer alarmlı bir bebek yok ise ekran boş görüntülenir. Herhangi bir alarm durumu olduğunda alarmlı bebek ile ilgili bilgiler ekrana düşer. Güvenlik görevlileri bu sayede olaya anında müdahalede bulunabilir. Bebeğin güvenliği sağlandıktan sonra ve her şey istikrarlı hale gelince güvenlik görevlisi bebeğin alarmlı durumunu sonlandırır. Şekil 15’de güvenlik görevlilerinin izlediği sayfa ara yüzü görülmektedir.



Şekil 15: Güvenlik Görevlisi Sayfası Ara Yüzü

3. Tartışma ve Sonuçlar

Aktif ve pasif RFID'ler kullanılarak hastanelerde yeni doğan bebekler için güvenlik sistemi, yapılan yazılım ve kullanılan RFID ürünleriyle uyumlu bir şekilde çalışmış ve uygulanmak istenen iç güvenlik protokolü oluşturulmuştur.

Geliştirilen sistem;

- Bebeklerin durumunu güvenli bir şekilde otomatik olarak takip eder ve gerekli durumlarda çeşitli seviyelerde alarmlar başlatır.
- Bebeğin karıştırılmasını ve kaçırılmasını önler.
- Bebeğin vücut sıcaklığını gerçek zamanlı olarak ölçer.
- Aynı anda birden fazla bebeğin durumunu takip eder.
- Sistem hastanelere uygun maliyetli bir çözüm sunar.

Sistem, hastane yönetimlerinin bebek hırsızları için alabileceği en güvenli önlem olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan uygulamalı deneylerde istenen başarıyı sağlayan sistem, eski uygulamanın bütün eksiklerini kapatmıştır. Ayrıca sistem hastane yönetimini rahatlatmakla kalmayıp, bebek sahibi olan ebeveynlerinde gönül rahatlığına kavuşmalarını sağlayacaktır. Ebeveynler doğum yapacakları hastaneleri seçerken hastanede bu uygulamanın olup olmadığına dikkat edeceklerdir.

Günde onlarca bebeğin doğduğu hastaneler bebek kaçırılmalarına ve karıştırılmalarına karşı uyguladıkları protokollerle başarısız olmuşlardır. Hastanelerden her yıl çok sayıda bebek kaçırılmaktadır ve bebekleri bir daha bulmak mümkün olmamaktadır. Bu yaşanan olayların birçoğu hastane personelinin dikkatsizliği sebebiyle oluşmuştur. Örneğin; bebeği emzirilmesi için annesine götüreceğim diyen kişilere bile bebek emanet edilmiştir ve bu kişilerde kolayca aldıkları bebeklerle hastanelerden kaçmışlardır. Bu durumlarda sorumlu görevliler büyük yaptırımlarla karşı karşıya kalmışlardır. Yaşanan kaçırma olayları sebebiyle hastane personelleri görevlerini sağlıklı bir şekilde yürütememektedirler. Çünkü sorumlu oldukları bebeklerin başına herhangi bir şey gelmesi durumunda kendileri direk olarak sorumlu konumda bulunmaktalar. Görevlilerin üzerinden bu tür bir yükü kaldırmak için bütün hastanelerde geliştirilen sistem benzeri sistemler uygulanmalıdır. Bu hem ebeveynler hem de görevliler için büyük bir rahatlama imkânı sunacaktır.

Sistemdeki mevcut işleyişin yanına daha sonraki adımlarda ilaç ve tedavi takip özelliği de eklenebilir. Bu sayede doktorlarda kullanacakları akıllı cihazlarla bebeklerin bileklik etiketlerini okuyup yaptıkları tedavileri ve verdikleri ilaçları etiket belleğine kaydedip daha sonra gelecek doktor veya hemşireler için gerekli bilgileri bırakmış olacaktır. Ayrıca yapılacak bir mobil uygulama ile ebeveynlere de bebeklerinin günlük durumlarını takip etme imkânı sunulabilir. Bu sayede bebek günün hangi zamanı nerelere götürülmüş veya bebeğe hangi tedaviler uygulanmış bu uygulamadan takip edilebilecektir.

4. Katkı Belirtme

Bu çalışma, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) Kayseri Hizmet Müdürlüğü tarafından 2012-3-DK 1 ve 2014-5-DK 4 kodlu projeler ile desteklenmiştir, Türkiye.

References

1. Ulutaş, H., 2015, Aktif Ve Pasif Rfid'ler Kullanılarak Hastanelerde Yenidoğan Bebekler İçin Güvenlik Sistemi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
2. «Analysis of Infant Abduction Trends,» Mayıs 2017. [Çevrimiçi]. Available: http://www.missingkids.com/en_US/documents/InfantAbduction_Stats.pdf. [Erişildi: 3 Temmuz 2017].
3. «PEMBE KOD,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: hastane.ege.edu.tr/GenelUyumuEgitimi/files/PEMBE%20KOD.pptx. [Erişildi: 3 Temmuz 2017].
4. Available: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/04/20090429-12.htm> [Erişildi: 3 Temmuz 2017].

5. Ulutaş H., Aslantaş V., Akbulut H., “RFID Security System for Newborns in Hospitals”, İAREC 2017 , (2017), Osmaniye, TURKEY.
6. Available: <http://www.sadikderekooy.com/2013/05/tracker-programi.html> [Erişildi: 3 Temmuz 2017].
7. Available: <https://aykutekinci.com/2013/yazilim/csharp/c-sharp-nedir/> [Erişildi: 3 Temmuz 2017].
8. Available: <http://www.ilkimcelik.com/2015/03/entity-framework-nedir.html> [Erişildi: 3 Temmuz 2017].