



Medikal görüntü içerisine tıbbi bilgilerin gömülmesi için yeni bir yaklaşım

Ferdi Doğan^{1*}, Esra Ayça Güzeldereli², Özdemir Çetin³

¹Adıyaman Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri, Adıyaman

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri, Afyonkarahisar

³Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Sakarya

07.05.2012 Geliş/Received, 16.04.2013 Kabul/Accepted

ÖZET

Son yıllarda bilgisayar alanında yaşanan gelişmeler ışığında, sağlık alanında çokça ihtiyaç duyulan veri işleme uygulamalarında talepler artmıştır. Kalbin ürettiği sinyalin izlenmesi, beyin sinyallerinin takibi, elde edilen verilerin irdelenmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Özellikle bilgisayarların işlem gücünün artmasıyla medikal görüntüler üzerinde analizler yaparak hastalıklara teşhis koymak önem kazanmıştır. Hastalıkların teşhislerini ve hastanın şahsi bilgilerini hasta ile irtibatlandırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, hastaların mahrem bilgilerinin gizli kalması istenen durumlarda, yeni bir veri gizleme/gömme yaklaşımı ortaya konmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmada kişisel bilgilerin hafızada büyük alan kaplayarak görüntünün orijinallliğini bozmaması için geliştirilen veri sıkıştırma tekniği de veri gizlemeyle birlikte kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Medikal görüntü, dicom, veri sıkıştırma, veri gizleme

A new approach to embed medical information into medical images

ABSTRACT

In recent years, under the light of developments in the field of computer, there has been an increasing demand for data processing in the health sector. Many different methods are being used to connect the personal information or diagnosis with the patient. These methods can differ from each other according to imaging techniques. In this thesis, this kind of data hiding/embedding techniques are mostly preferred in order to provide a privacy for patients. Also, useful to use compression techniques with data compressing for preserving the originality of the image which is damaged by large size of personal information saved in memory.

Keywords: Medical image, dicom, data compressing, data hiding

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sağlık kurumlarında çalışanların en büyük sorunlarından biri, tıbbi bilgi ve belgelere doğru, hızlı ve kolay bir şekilde erişememektir. Bu sorunları azaltmak amacıyla hastalara ait bilgilerin bilgisayar ortamında arşivlenmesi kullanılmaya başlanmıştır [1].

Sağlık hizmeti vermekte olan kurumlar, kurumlarındaki verimliliği arttırmak, maliyetleri düşürmek ve hasta bakımını geliştirmek, hastalara hak ettikleri hizmetleri zamanında ve mümkün olduğunca formalitelerden uzak bir şekilde verebilmek için bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerine yönelmektedirler. Artık günümüzde bilgi hizmetlerinin önemli bir parçası olan bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerine yönelik teknolojinin de hızla gelişmesiyle birlikte zorunlu hale gelmektedir [2]. Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemleri (PACS - Picture Archiving and Communications System) tıbbi görüntülerin ve görüntü bilgilerinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi için bütünleşmiş bir sağlık çözümü sunmaktadır [3].

PACS içerisinde yer alan bölümlerden bir tanesi de patoloji laboratuvarları oluşturmaktadır. Bir patoloji laboratuvarının ürünü, bilindiği gibi “patoloji raporu” dur. Patoloji laboratuvarları için ana hedef, eksiksiz, doğru ve zamanında patoloji raporu verebilmektir [4].

Bilgi gizleme ilgi gören bir çalışma alanıdır. Bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde görüntüye bilgi gizleme ile ilgili olarak çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Tıbbi görüntülerde bilgi gizleme ile ilgili olarak yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır; Öztürk, zeki optimizasyon yöntemleri kullanılarak kırılğan ve dayanıklı resim damgalama tekniklerinin iyileştirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır [5]. Öksüzöğlü çalışmasında sır örtme tekniği kullanılarak hasta kimlik, doktor ve sonuç raporlarının radyografik görüntü üzerinde saklandığı bir çalışma önermiş ve arşivleme karışıklıkların giderilerek işlemlerin hızlı yapılmasını sağlayacak bir uygulama kullanımı tanıtmıştır[6]. Fotopoulos ve ark., tıbbi görüntülerde manyetik rezonans görüntülerine veri gizleme üzerine bir çalışma yapmışlardır [7]. Nambakhsh ve diğerleri, tıbbi görüntü olan PET görüntülerinde veri gizleme üzerine bir çalışma yapmışlardır [8]. Saleh ve ark., hasta bilgilerinin resimlerde gizlenmesi üzerine yeni bir kayıpsız algoritma geliştirmişlerdir [9]. Ulutaş ve ark., medikal görüntülerde elektronik hasta kayıt bilgilerini saklanabildiği bir metod üzerine çalışma yapmışlardır. Bir önceki çalışmalara göre kapasitesi daha fazla olan elektronik hasta kayıt bilgilerini görüntüye gömebilmişlerdir [10]. Osamah ve ark., DICOM görüntülere yüksek veri gizleme kapasitesi olan yeni bir

algoritma üzerine çalışmışlardır [11]. Mortazavian ve ark., tıbbi görüntülere hastaya ait metin bilgilerinin gizlenmesiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır [12]. Görüntü arşivleme ve arşiv sistemlerindeki görüntü veritabanlarındaki tıbbi görüntülerin yasa dışı yollar ile ele geçirilmesi veya içeriklerinin kötü niyetle değiştirilmesine karşı Li ve ark. hasta bilgilerinin mamografilerin içerisine gömülmesi üzerine yeni bir sır örtme metodu önermişlerdir [13]. Bourkanis ve ark., tıbbi görüntülerde kullanılmak üzere kriptografi ve sır örtme tekniklerinin birleştirilmesiyle oluşan ve en önemsiz bit kullanılarak yapılan kayıpsız veri gizleme yöntemi sunmuşlardır[14].

Bu bildiride yukarıda verilen literatür özetindeki çalışmalara ek olarak en önemsiz bit yöntemi kullanılarak medikal görüntüye metin bilgisine ek olarak grafik bilgisinin de eklenmesini sağlayan bir yazılım gerçekleştirilmiştir. Bu yazılım sayesinde patolojik görüntü üzerinde grafiksel raporlama yapılabilmektedir. Böylelikle hasta görüntülerine veri gizlenmesiyle hastaya ait bilgilerin tek bir dosyada saklanabilmesi sağlanmıştır.

2. MEDİKAL GÖRÜNTÜLER (MEDICAL IMAGES)

Tıbbi olanakların hızla geliştiği günümüzde, teknolojik gelişmelerin tıbbi gelişimlere etkileri olumlu yönde yansımaktadır. Teknolojik gelişmelerin tıbbi alanlarda kullanılması hekimlerin işlerini de daha kolay yapmalarını, hasta teşhis ve tanılarında kısa zamanda pek çok işlemin yürütülmesini sağlamaktadır. Hekimlerin teşhis ve tanılarını koyamadıkları hastaya ait bulguların bulunması, uzman hekimlerin görsel olarak görebilmelerini sağlamak amacıyla MR, CT, Röntgen gibi medikal görüntüler kullanılmaktadır. Elde edilen medikal görüntüler hekimlerin işlerini kolaylaştırmış, daha kısa sürede hastalığın tanı, teşhis yapılmasına olanak sağlamıştır. Günümüzde NIFTI, Analyze, SPM gibi medikal görüntü formatları kullanılmaktadır. En çok tercih edilen görüntü formatı ise DICOM formatıdır.

2.1. Nifti (Nifti)

NIFTI (Neuroimaging Informatics Technology Initiative), DFWG (Data Format Working Group) tarafından hazırlanan bir medikal görüntü dosyasıdır. Medikal görüntülerdeki analiz paketlerinin daha kolay veri alış verişi yapmasını sağlar. NIFTI geliştirilerek güncellenmiş ve NIFTI-1 ismini almıştır. NIFTI başlık bilgisi 348 byte uzunluğundadır. Görüntü ve başlık bilgisi birleştirilerek *.nii uzantılı bir dosya olmuştur[15].

2.2. Analiz (Analyze)

Analyze, görüntü verilerini düzenlemek ve erişmek için kullanılan dosya sistemidir. Tesis paketi ile kullanım için bir takım kaynaklardan gelen veri dönüştürme için sağlanmıştır. Bir Analize görüntü veritabanında iki tip dosya vardır. Bunlar; görüntü dosyası ve başlık dosyasıdır. Bu dosyalar görüntü dosyası için uzantısı .img ve başlık dosyası için uzantısı .hdr olarak aynı isimde kaydedilir.

2.3. Statistical Parametric Mapping (Spm)

Statistical Parametric Mapping (SPM) yazılım paketi, beyin görüntüleme verileri dizilerinin analizi için tasarlanmıştır. SPM, fonksiyonel görüntüleme verileri ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılan istatistik süreçlerinin yapım ve değerlendirilmesi anlamına gelir.

2.4. Dicom (Dicom)

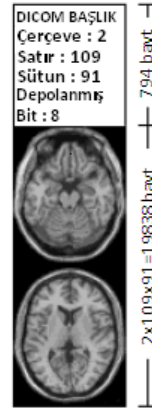
Medikal görüntü dosyalarının sayısal olarak arşivlenmesi ve verilerin daha sonra kullanmak amacıyla ortaya çıkan ortak dosya formatı sorunun giderilmeye çalışılması amacıyla DICOM standart dosya biçimi geliştirilmiştir. National Electrical Manufacturers Association (NEMA) tarafından American College of Radiology (ACR) ile birlikte hazırlanan tıbbi görüntülerin ve bu görüntüyle beraber eklenecek olan metinsel verilerin iletimi için geliştirilmiş ve şu anda dünyada en yaygın olarak kullanılan standart bir medikal görüntü dosyasıdır. DICOM standardı ile medikal görüntülerin tanımlanmasındaki karmaşıklıklar giderilmiştir. DICOM dosyası içerisinde hastaya ait pek çok bilgi de yer almaktadır. Hastanın adı, soyadı, görüntü bilgisi, çekilen cihaz bilgisi gibi her türlü metinsel veri ve MR, Röntgen, CT gibi medikal görüntüler depolanabilmektedir. Bu yapısı ile basit bir veritabanı yapısına benzemektedir [16].

Medikal görüntülerin standart hale getirilmesi ile farklı cihazlardan elde edilen medikal görüntülerin ortak bir şekilde kullanılabilmesi amaçlanmaktadır. Cihazlardan elde edilen görüntüler belirli bir standartta olmazsa görüntülerin düzenlenmesi için birçok program gerekir. Bu standart sayesinde hastanın hastaneden almış olduğu görüntüler, bir başka hastaneye gittiğinde hekimler tarafından tekrar görüntülenebilmektedir.

DICOM üzerinde gerçekleştirilen okuma ve yazma işlemleri, onaltılık (Hexadecimal) sayı sistemi ile icra edilmektedir. DICOM dosya formatının daha açık ve detaylı olarak anlaşılması dosyanın onaltılık biçimdeki karşılığının elde edilmesi ile mümkün olur. Görüntü içerisindeki tüm veriler belirli bir sıra ile dosyaya eklenmektedir. Kaydedilen verilerin tekrar elde edilmesi

durumunda bu kayıt sıralamasının oldukça gerekli olduğu ortaya çıkmış olur [17].

DICOM dosya biçimi, temel olarak 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, DICOM dosya biçimini tanımlayıcı ön ek (Preamble), ikinci bölümde hastaya, görüntü biçimine, görüntüye ait özelliklerin yer aldığı metinsel verilerden oluşan başlık kısmı (Prefix-Data Element), üçüncü bölümde ise görüntüye ait olan piksellerin yer aldığı 16 bitlik görüntü verisi (Pixel Data) yer alır. Başlık kısmında NEMA tarafından belirlenen ve sık sık güncellenen metinsel ifadeler yer almaktadır. DICOM dosyasını oluşturan başlık ve görüntü bölümü Şekil 1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. Dicom başlık ve görüntü bölümü (Dicom heading and image part)

Şekil 1’de gösterilen DICOM görüntüsü temel olarak iki kısma ayrılmıştır. Üst kısımda görülen başlık kısmı, DICOM dosya içerik bilgileri ve metinsel veriler içermekte iken alt kısımda yer alan görüntü ise, görüntünün aslı ifade etmektedir. DICOM dosyasında yer alan başlık bilgisi 794 bayt’tır. Hastaya ait bilgiler, görüntünün çekildiği cihaza ait bilgiler, hastaya ait bilgiler, hastaneye ait bilgiler, görüntü dosyası büyüklüğünü gösteren bilgiler, görüntü dosyasının yükseklik genişlik bilgileri gibi pek çok veri burada yer alır. DICOM başlık bilgisi yapısına ait bazı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

First 128 bytes: unused by DICOM format
Followed by the characters ‘D’, ‘I’, ‘C’, ‘M’

0002,0000,File Meta Elements Group Len: 13
0002,0001,File Meta Info Version: 256
0002,0010,Transfer Syntax UID: 1.2.840.10008.1.2.1.
0008,0000,Identifying Group Length: 152
0008,0060,Modality: MR
0008,0070,Manufacturer: MRICro
0018,0000,Acquisition Group Length: 152
0018,0050,Slice Thickness: 2.00
0018,1020,Software Version:46\64\37

0028,0000,Image Presentation Group Length: 148
 0028,0002,Samples Per Pixel: 1
 0028,0004,Photometric Interpretation: Monochrome2.
 0028,0008,Number of Frames: 2
 0028,0010,Rows: 109
 0028,0011,Columns: 91
 0028,0030,Pixel Spacing: 2.00\2.00
 0028,0100,Bits Allocated: 8
 0028,0101,Bits Stored: 8
 0028,0102,High Bit: 7
 0028,0103,Pixel Representation: 0
 0028,1052,Rescale Intercept: 0.00
 0028,1053,Rescale Slope: 0.00392157
 7FE0,0000,Pixel Data Group Length:19850
 7FE0,0010,Pixel Data: 19838

DICOM dosyası içerisinde yer alan başlık bilgileri bir standarda göre belirlenmiş ve sırayla yerleştirilmiştir. Bu veriler DICOM dosyası içerisinde yukarıdaki numaralandırmaya göre yapılmıştır. Numaralandırma yapılırken, verilerin bütünlüğünü sağlamak için gruplar oluşturulmuş ve buna göre veriler yerleştirilmiştir. Bir DICOM dosyası içerisinde yer alan 0010,0020 etiketine bakılacak olursa, 0010 grup numarasını 0020 o gruba ait bir bilginin olduğunu gösterir. 0010 bilgisi etiketteki hastaya ait grup numarasını temsil etmektedir. 0020 ise hastanın kimlik bilgisini tutmaktadır. NEMA tarafından belirlenen bu standartlara hemen her yıl yenileri eklenmekte ve güncellenmektedir. DICOM etiket bilgisi yapısına ait bazı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

(0008,0020) AT S Study Date # yyyy.mm.dd
 (0008,0023) AT S Image Date # yyyy.mm.dd
 (0008,0030) AT S Study Time # hh.mm.ss.frac
 (0008,0060) AT S Modality # CT,NM,MR,US,TH,AX
 (0010,0010) AT S Patient Name
 (0010,0020) AT S Patient ID
 (0010,0030) AT S Patient Birthdate # yyyy.mm.dd8
 (0010,0040) AT S Patient Sex # M, F, O for other
 (0010,1010) AT S Patient Age # xxxD or W or M or Y
 (0028,0010) BI S Rows
 (0028,0011) BI S Columns
 (0028,0030) AN M Pixel Size # row\col in mm

DICOM görüntüsü, siyah ve beyaz renklerden oluşmaktadır. Bu sebeple, DICOM dosyası içerisinde piksel değerlikleri, siyah bölgelerde 0 değerini, beyaz bölgelerde ise 1'den büyük 255'e kadar olan yüksek değerler almaktadır. Görüntünün sol, sağ, üst ve alt bölgelerinde daha çok 0 değerlikli pikseller yer almaktadır. Çekilen medikal görüntüye bağlı olarak bu değerlikler çoğalmakta ya da azalmaktadır.

3. SIKIŞTIRMA TEKNİKLERİ (COMPRESSION TECHNIQUES)

Günümüzde disk kapasitelerinin oldukça geniş olması, genel amaçlı sıkıştırma uygulamalarının kullanım oranını azaltmıştır. Ancak, sabit disklerimizde sakladığımız ses, görüntü ve hareketli görüntü dosyalarının birçoğu çeşitli yöntemlerle sıkıştırılmış haldedir[18].

Zamandan ve yerden kazanç sağlamak için kullanılmakta olan veri sıkıştırma, verinin sayısal ortamda daha fazla yer tutup, maliyet artımına yol açtığı ve belli bir zaman diliminde iletişim kanallarından transfer edilen verinin miktarı söz konusu olduğunda, çok büyük bir önem kazanmaktadır.

Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler veri sıkıştırma yöntemlerinin hem yazılım hem de donanım elemanları ile gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Veri sıkıştırmanın temel özellikleri, var olan verinin daha az yer kaplayacak şekilde yeniden düzenlenmesi, zaman ve boyuttan kazanım sağlayarak maliyetin minimize edilmesi olarak özetlenebilir. Veri sıkıştırma yöntemleri, kayıplı ve kayıpsız sıkıştırma yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

3.1. Kayıplı Sıkıştırma (Lossy Compression)

Kayıplı sıkıştırma yöntemleri, çıkartılması verinin bütünlüğünü en az düzeyde etkileyecek olan veri kümelerini çıkartarak, geriye kalan veri kümelerinin de kayıpsız sıkıştırmaya tâbi tutulması temeline dayanır. Bir veri kayıplı bir sıkıştırma yöntemi ile sıkıştırılırsa, verinin tamamı değil, sadece belirli bir kısmı geri getirilebilir. Veri birebir aynı şekilde geri getirilemediği için bu tür yöntemlere kayıplı yöntemler denir.

3.2. Kayıpsız Sıkıştırma (Lossless Compression)

Kayıpsız sıkıştırma yöntemleri, orijinal veri ile sıkıştırıldıktan sonra geri getirilecek olan verinin tamamıyla aynı olmasının gerekli olduğu durumlarda kullanılır. Örneğin metin tipinde veriler kayıpsız olarak sıkıştırılmalıdır, çünkü geri getirildiklerinde kelimelerinde veya karakterlerinde eksiklikler olursa, metnin okunabilirliği azalacak ve anlam kayıpları meydana gelecektir. Kısacası, insan gözünün ve kulağının direkt olarak algılayabileceği, metin belgeleri, kaynak kodları, çalıştırılabilir program dosyaları gibi dosyalar kayıpsız sıkıştırılmak zorundadırlar. İki tip kayıpsız sıkıştırma yöntemi vardır. Bunlardan ilki olasılık tabanlı kodlama, ikincisi ise sözlük tabanlı kodlamadır.

Olasılık tabanlı kodlamada, sıkıştırılması istenen mesajın, tek tek tüm sembolleri veya birkaç sembolü bir araya getirilerek oluşturulan alt sembol kümelerinin

olasılıklarının bulunur ve bulunan bu olasılık dağılımları temel alınarak mesaj tekrar kodlanır. En çok kullanılan olasılık tabanlı teknikler; *Huffman Kodlaması* ve *Aritmetik Kodlama*'dır.

Sözlük tabanlı kodlamada temel prensip sık tekrarlanan sembol grupları için tek bir sembol kullanılmaktır. Bir metinde sıkça tekrar eden kelimeler, bir görüntü dosyasında tekrar eden piksel grupları gibi, yinelenen kalıplar belirlenir ve bu kalıplardan bir sözlük oluşturularak, her kalıbın sözlükteki sıra numarası kodlanır. En çok kullanılan sözlük tabanlı teknikler; *LZ77*, *LZ78* ve *LZW* yöntemleridir. Sözlük tabanlı teknikleri, static, yarı-statik ve dinamik olmak üzere 3 temel kategoriye ayırabiliriz[19].

Kaynak hakkında önceden önemli oranda bilgi varsa, sözlük oluşturma masrafından kurtulmak için statik sözlük kullanılabilir. Eğer kaynak hakkında bilgi yoksa dinamik veya yarı-statik yaklaşımlardan birini kullanmak daha etkili olacaktır.

Dinamik sözlük modelinde, sıkıştırma aşamasında eş zamanlı olarak hem sözlük oluşturulur, hem de sıkıştırma yapılır[19]. Dinamik sözlük yaklaşımı, hem statik sözlük yaklaşımının, hem de yarı-statik sözlük yaklaşımının avantajlı yönlerinesahiptir. Statik sözlük yaklaşımı gibi tek geçişli ve hızlıdır, yarı-statik sözlük yaklaşımı gibi kaynağa özel sözlük üretir ve sıkıştırma oranı yüksektir[20].

Dinamik sözlük tekniklerinin çoğu 1977 ve 1978 yıllarında Jacob Ziv ve Abraham Lempel tarafından yazılan makaleler üzerine geliştirilmişlerdir. 1977'deki makaleyi temel alan yaklaşımlara *LZ77* ailesi, 1978'deki makaleyi temel alan yaklaşımlara ise *LZ78* ailesi denir. *LZ78* ailesinin en çok bilinen ve en iyi sıkıştırma oranı sağlayan üyesi *LZW* algoritmasıdır[19].

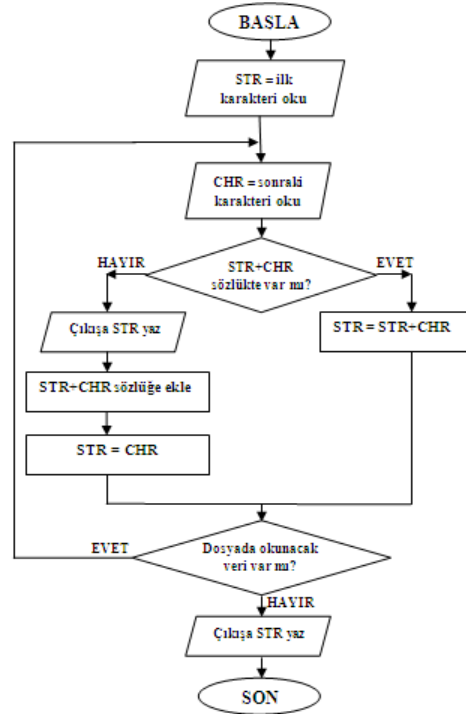
3.3. Lzw Sıkıştırma Algoritması (LZW Compression Algorithm)

Terry Welch tarafından 1984'te, *LZ78* yaklaşımını yüksek performanslı disk ünitelerine uyarlanmasıyla ortaya çıkan yeni algoritma *LZW* olarak kabul görmüştür. *LZW* hem sıkıştırma hem de açma performans açısından *LZ78* ailesinin en iyisidir. Her tip veri üzerinde iyi sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Bu nedenle kendisinden sonra gelen birçok algoritma *LZW*'yi temel almıştır.

LZW yöntemi ile sıkıştırma yapılırken, başlangıçta ilk 256 elemanı (0-255) ASCII tablodaki karakterler için ayrılmış olan "dictionary" adı verebileceğimiz bir tablo tutulur. Sıkıştırma sonrası çıkışa yazılacak veriler bu sözlükten alınacak indis numaraları olduğu için, çıkış

dosyasına yazılacak her bir verinin boyu en az 9 bit (8 bitten fazla) olmak zorundadır. 12 bit için çıkış dosyasına yazılabilecek kodlar 256-4095 arası değişir. 4095'ten sonra gelen veriler kodlanmaksızın çıkış dosyasına yazılır. Bu sıkıştırma oranını bir miktar düşürür[7].

Şekil 2'de verilen sıkıştırma algoritmasında da görüldüğü üzere, veriler giriş dosyasından bayt bayt okunup bir stringe eklenir ve bu stringin tabloda mevcut olup olmadığına bakılır. Eğer mevcut ise, dosyadan bir bayt daha okunarak işlem tekrarlanır. Algoritma, sıkıştırılacak olan metin üzerinde, sözlükte olan bir kelimeyle uyuşan harfler bulunduğu sürece ilerler. Farklı bir harfe rastlandığı zaman, o ana kadar uyumlu bulunduğu harflerden oluşan kelimenin kodunu sonuca yazar ve yeni harfi içeren kelimeyi sözlüğe ekler.



Şekil 2. Lzw sıkıştırma algoritması (LZW compression algorithm)

Algoritma açma işlemi sırasında da, sıkıştırma işleminde olduğu gibi dinamik sözlük oluşturulur. Sıkıştırılmış mesajdan bir değer okur ve bunun karşılığını sözlükten bularak açılmış mesaj olarak çıkarır. Ayrıca sözlüğe her yeni gelen harfi, sözlükten bulunduğu bir önceki kayda ekleyerek sözlüğe yeni bir kayıt olarak ekler. Şekil 3 ve Şekil 4'te bir verinin sıkıştırma ve sıkıştırma açma işlemi süreci tablosal olarak gösterilmiştir.

	Sıkıştırılmış Çıktı	Sözlük	Tampon	Sıkıştırılmış Veri
a)			0	100110101
b)	0	2(0,1)	0	100110101
c)	01	3(1,0)	1	00110101
d)	010	4(0,0)	0	0110101
e)	010		0	110101
f)	0102	5(0,1,1)	2	10101
g)	0102		1	0101
h)	01023	6(1,0,1)	3	101
i)	01023		1	01
j)	01023		3	1
k)	010236		6	

Şekil 3. Lzw algoritması ile verinin sıkıştırılma aşamaları (The compression of the data with LZW compression algorithm)

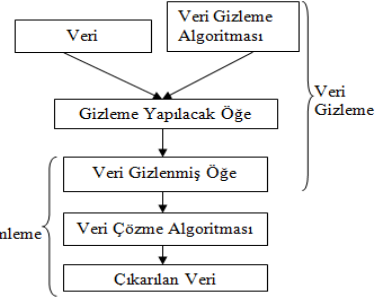
	Sıkıştırılmamış Çıktı	Sözlük	Tampon	Sıkıştırılmış Girdi
a)	0			010236
b)	01	2(0,1)	0	10236
c)	010	3(1,0)	1	0236
d)	01001	4(0,0)	0	236
e)	0100110	5(0,1,1)	2	36
f)	0100110101	6(1,0,1)	3	6

Şekil 4. Lzw algoritması ile verinin sıkıştırma açma aşamaları (The compression and open tries of the data with LZW compression algorithm)

4. VERİ GİZLEME TEKNİKLERİ (METHODS OF DATA HIDING)

Bilişim teknolojilerinin hayatımıza daha fazla girmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte, yapılan iş ve işlemler elektronik ortamlara kaymakta, bu ortamlarda bulunan, saklanan, işlenen ve transfer edilen bilgilerin ise korunması veya güvenliğinin sağlanması çok büyük önem arz etmektedir.

Bilgi gizlemenin önemli bir alt disiplini olan sır örtme, bir nesnenin içerisine bir başka verinin gizlenmesi olarak tanımlanabilir. Taşınmak istenen mesajın başka bir ortamda saklanarak, üçüncü şahısların iletilen mesajın varlığından haberdar olması engellenmektedir[22]. Tam olarak "kaplanmış yazı" anlamına gelen Sırörtme'nin amacı, önemli mesaj ya da bilginin varlığını saklamaktır. Kelime anlamı olarak gizli yazı veya örtülü yazı anlamına gelmektedir[23]. Bilgi gizleme yöntemlerinin önemli bir alt dalını oluşturan sır örtme kökleri binlerce yıl öncesine dayanan bir bilim dalıdır [24].



Şekil 5. Veri gizleme blok diyagramı (The block diagram of data hiding)

Veri gizleme yapısı temel olarak Şekil 5'te görülmektedir. Gizlenecek olan veri, veri gizleme yöntem ve algoritmaları yardımıyla sayısallaştırılmış görüntü ögesine gömülür. Burada gizlenecek olan veri metin, şifrelenmiş metin ya da binary temsilli bir değer olabilir. Sonuç olarak veri gizlenmiş öge elde edilir. Burada kullanılacak olan gizleme yöntem veya algoritmalarından, görüntüdeki bozulmanın en aza indirgenmesi ve en hızlı şekilde gerçekleşmesi için en uygunu seçilmelidir. İçerisinde gizli veri bulunan öğeden, gizlenmiş veriyi elde etmek için gizlemede kullanılan yöntem ve teknikle çözümleme yapılır. Çözümlemedeki yapı gizlemedeki yapının tersidir.

Sır örtme, kullanım alanları açısından üçe ayrılmaktadır. Bunlar, metin (text) sır örtme, görüntü (image) sır örtme ve ses (audio) sırörtme'dir.

4.1. Görüntü Sır Örtme (Image Glaze Covering)

Resim üzerinde gerçekleştirilen değişiklikler insan gözü tarafından algılanamamalıdır. Aksi halde en azından bir gizli metin iletilmekte olduğu anlaşılacaktır. Bu durumda üçüncü kişilerin içerisinde gizli veri olan resim üzerinde işlemler yapma olasılığı vardır. Sır örtme yöntemlerin bazı sınırlar içerisinde de olsa bu tür saldırılara karşı bir dayanıklılık göstermesi gerekir.

Görüntü sır örtme bilgiyi resmin içine gizlemek için çeşitli yöntemler vardır. Bunlar; en önemsiz bite ekleme (LSB), maskeleyme ve filtreleme, dönüşüm teknikleri olarak sınıflandırılabilir.

En önemsiz bite ekleme yöntemi, yaygın olarak kullanılan ve uygulaması basit bir yöntemdir. Bu yöntemde, resmi oluşturan her pikselin her baytının en önemsiz biti olan son biti değiştirilerek o bitin yerine gizlenmesini istediğimiz verinin bitleri sırasıyla verinin başlangıcından itibaren birer birer yerleştirilmektedir. Burada her sekiz bitin en fazla bir biti değişikliğe uğratıldığından ve eğer değişiklik olmuşsa da değişiklik yapılan bitin baytın en az anlamlı biti olmasından dolayı, ortaya çıkan steganogramdaki (= örtü verisi + gömülü

veri) değişimler insan tarafından algılanamaz boyutta olmaktadır.

Maskleme ve filtreleme yönteminde resmin, resim işleme teknikleri kullanılarak veri saklamaya en uygun alanları belirlenir ve saklama işlemi bu bölgelerde gerçekleştirilir. Genellikle ticari amaçlar için, 24 bitlik gri seviyeli resimlerde kullanılır[25].

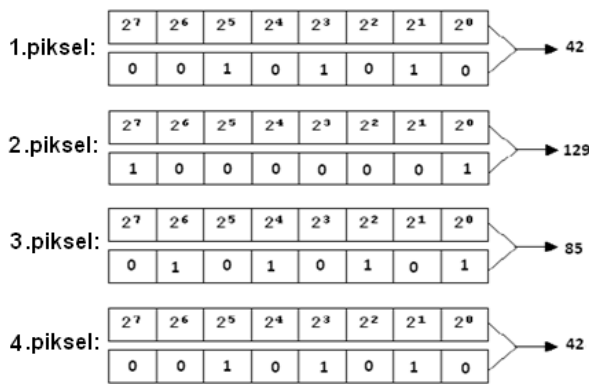
Dönüşüm teknikleri ile gizlenecek veri/mesaj imgeler başka bir uzaya dönüştürüldükten sonra imgenin belirli alanlarına gömülmektedir. Dönüşüm tekniklerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerin başında, Ayrık Kosinüs Dönüşümü (Discrete Cosinus Transform-DCT), Ayrık Fourier Dönüşümü (Discrete Fourier Transform-DFT) ve Ayrık Dalgacık Dönüşümü (Discrete Wavelet Transform-DWT) gelmektedir.

4.2. Gri Seviyeli Dört Pksel İçerisine Bir ASCII Kodunun Gömülmesi (Embedding an ASCII Code Level four pixels in a gray)

Gri seviyeli resimlerde her piksel, 0 ile 255 arasında parlaklık değerleri alır. Burada 0 değeri siyah, 255 değeri beyaz, diğer değerler ise gri renkleri tanımlar.

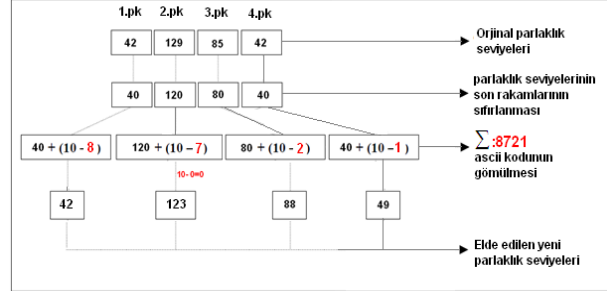
Bu çalışmada kullanılan karakter kümesi, HTML tarafından kullanılan ISO-8859-1 (Latin-1) karakter kümesi olduğundan her bir ASCII kodu dört basamaklıdır. Bu ASCII kodunu bir resim içerisine gizlemek istediğimizde, ASCII kodunda yer alan her bir karakter bir piksel içerisine gömüleceğinden, resimdeki her dört piksel içerisine bir ASCII kodu, yani bir karakter yerleştirilir.

Gri seviyeli bir resimde ardı ardına gelen 4 pikselin renk değerlerinin 42,129,85,42 olduğunu düşünelim.

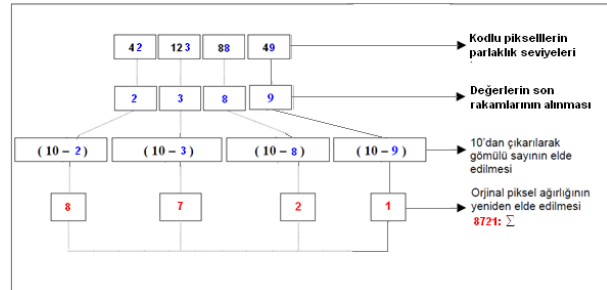


Şekil 6. Dört piksele ait parlaklık seviyelerin 8-bit olarak dağılımı (Four levels of brightness of pixels in 8-bit distribution)

Parlaklık seviyeleri 42,129,85,42 olan dört piksel içerisine ‘Σ’ karakterinin karşılığı #8721 kodunun gömülmesi işlemi Şekil 7’de, gömülü bilginin yeniden elde edilmesi işlem süreci ise Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 7. Dört piksel içerisine bir ASCII kodunun gömülmesi işlem süreci (Embedding an ASCII code of the four pixels in the treatment process)



Şekil 8. Bir piksel içerisinden gömülü bir ASCII kodun çıkarılması işlemi (Removal of the ASCII code embedded within a pixel)

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Gerçekleştirilen uygulamada medikal görüntü içeren Dicom dosyaları kullanılmıştır. Medikal görüntü içerisine yer alan hastaya ait bazı bilgiler, görüntüye ait bazı bilgiler ve beraberinde hekim tarafından eklenecek olan elde edilmiş bilgi ve bulguları gösteren teşhis ve tanı metinleri de medikal görüntü içerisinden alıp bir metin dosyasına aktarılır. Bu metin dosyası içerisnde yapılan örneklerde 470 karakterlik bilgi yer almaktadır. Yapılan denemelerde kullanılan farklı medikal görüntülere ise yerleştirilebilecek en fazla karakter sayısı 27000 karakter ile 70000 karakter arasında değişmektedir. Bu durumda hastaya, doktora, hastaneye gibi pek çok veri bu medikal görüntü içerisine yerleştirilebilme imkânı sağlamaktadır. Medikal görüntü formatı olan Dicom dosyası gri seviyeli resim dosyasına dönüştürülerek veri gizlenecek olan görüntü dosyası elde edilmiştir. Bununla beraber bir de medikal görüntü içerisnde yer alan bilgiler elde edilerek metin dosyasına kaydedilir.

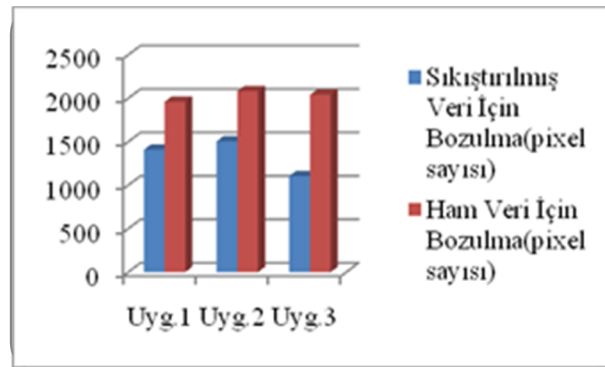
Medikal görüntü içerisine yerleştirilecek olan pikseller seçilirken gri seviyeli pikseller arasında bir aralık belirtilmiştir. Bu aralığa göre veri gizlenecek olan pikseller seçilir. Yapılan denemelerde medikal görüntü dosyaları içerisnde gri seviyeli pikseller olması sebebiyle 0 ağırlıklı değerlikler içermektedir. Yani görüntü de piksel yoğunlu daha çok siyah ağırlıklıdır. 0 değerliğe sahip olan piksel içerisine ver gömmek doğru

bir yaklaşım olmayacağından belirlenen aralığımız; $0 < \text{aralık} < 50$ ve $230 < \text{aralık} < 255$ 'dir.

Bu uygulamada yapılan işlemler; elde edilen metin dosyasının içerisine hekim tarafından eklentiler de yapılarak gömülecek verinin ham veri olarak gri seviyeli görüntü içerisine gömülmesi ve elde edilen metin dosyasının sıkıştırılarak elde edilen sıkıştırılmış verinin gri seviyeli görüntü içerisine gömülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Ham veri ile sıkıştırılmış veri arasında karakterel düzeyde farklılıklar yer almaktadır. Ham metin belgesi gri seviyeli görüntü içerisine gömülürken ASCII karakter kodları 0-255 arasındaki değerlikleri alır. Bir ASCII kodunun gri seviyeli bir görüntü içerisine yerleştirilirken 3 piksel gereklidir. Ancak LZW ile sıkıştırılmış metin belgesi içerisinde yer alan ASCII karakter kodları değerlikleri 4 basamaklı değerlikler almaktadır. bu durumda yapılması gereken 4 piksel içerisine verinin gömülmesidir. Bu durumda resim üzerindeki bozulma miktarı doğal olarak artmaktadır. Fakat yapmış olduğumuz uygulamada buna rağmen sıkıştırılmış belge görüntü içerisine kaydedilirken gerçekleşen bozulma miktarı daha azdır. Bununla beraber verinin gömülmesi ve çıkarılması işlemi de daha kısa sürmektedir.

Uygulama yapılan 3 farklı DICOM görüntü dosyası için gerçekleşen bozulma miktarları Şekil 9'da görülmektedir.

Uyg.1 için sıkıştırılmış verinin gömülmesi esnasındaki bozulma miktarı 1408 piksel, ham veri için ise 1960 pikseldir. Uyg.2 için sıkıştırılmış verinin gömülmesi esnasındaki bozulma miktarı 1505 piksel, ham veri için ise 2008 pikseldir. Uyg.3 için sıkıştırılmış verinin gömülmesi esnasındaki bozulma miktarı 1105 piksel, ham veri için 2040 pikseldir.

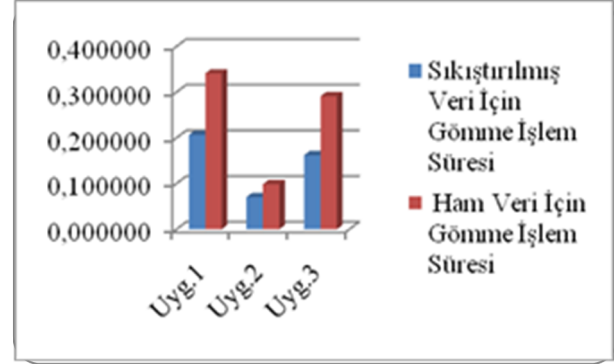


Şekil 9. Yapılan uygulamalarda gerçekleşen pixel bozulma miktarları (The actual pixel distortion amounts of applications)

Şekil 10'da ise yapılan uygulamalarda verilerin gömme sürelerini gösteren grafiğe yer almaktadır.

Uyg.1 için sıkıştırılmış verinin gömme süresi 0.0206492 ms, ham veri için gömme süresi 0.0341145 ms'dir. Uyg.2

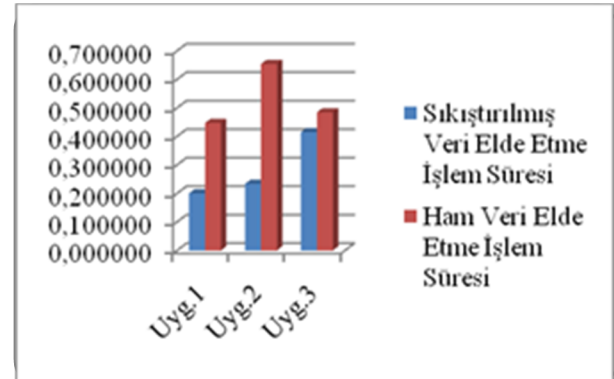
için sıkıştırılmış verinin gömme süresi 0.07053ms, ham veri gömme süresi ise 0.09874 ms'dir. Uyg.3 için sıkıştırılmış verinin gömme süresi 0.162258 ms, ham veri gömme süresi ise 0.291212ms'dir.



Şekil 10. Yapılan uygulamalarda verinin gömme işlem süreleri (The built-in applications, data processing times)

Şekil 11'de yapılan uygulamalarda gömü verisinin geri elde edilmesi için geçen süreler görülmektedir.

Uyg.1 için sıkıştırılmış verinin tekrar elde etme süresi 0.2006 ms, ham verinin tekrar elde etme süresi ise 0.4471 ms'dir. Uyg.2 için sıkıştırılmış verinin tekrar elde etme süresi 0.2339 ms, ham verinin tekrar elde etme süresi 0.6542 ms'dir. Uyg.3 için sıkıştırılmış verinin tekrar elde etme süresi 0.415658 ms, ham verinin tekrar elde etme süresi ise 0.484755 ms'dir.



Şekil 11. Yapılan uygulamalarda verinin elde edilme işlem süreleri (Data acquisition applications with processing times)

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Medikal görüntüler içerisine veri gizleme çalışmalarında gizlenmek istenen bilgi çoğunlukla hastaya ait kişisel bilgileri ve hastalık teşhisini içermektedir. Bu bilgilerin gerek arşivlenerek saklanması gerekse de diğer uzmanlarla paylaşılması esnasında ortaya çıkan problemlerin başında güvenlik gelmektedir. Hastaya ait kişisel ve özel bilgilerin istenen uzmanlar haricinde başkalarının eline geçmesi hem etik açıdan hem de hastanın mahremiyetinin korunması açısından uygun olmadığı genel kanaattir. Bu makale çalışmada gerek bilgilerin arşivlenmesi hususunda gerekse de bilgilerin güvenli bir şekilde saklanması konusunda yeni yaklaşımlar önerilmiştir. Güvenliği sağlamak için medikal görüntüler üzerinde yeni bir sır örtme yaklaşımı sunulurken, yüksek veri kapasitesine sahip gizli bilgilerin ise sıkıştırılarak arşivlenmesi önerilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında görülmüştür ki günümüzde yapılan benzer çalışmalarda sıkıştırma tekniklerinin de kullanıldığı bir sır örtme yaklaşımı bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Babaoğlu İ., Aygül N., Özdemir K., Bayrak M., Koroner Anjiyografi Ve Perkütan Transluminal Koroner Anjiyoplasti Sonuçlarının Arşivlenmesi Ve Standardizasyonu Üzerine Bir Çalışma, 3. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, 2006.
- [2] Polatlı E.S., Zayım N., Gülkesen K.H., Saka O., Hekimlerin Sağlık Hizmetlerinde Bilgisayar Ve Bilgi Sistemlerinin Kullanımına Dair Görüşleri, 3. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, 2006.
- [3] Yıldırım P., Öztaner Sm., Gülkesen Kh, Radyologların Gözüyle Pacs; Bir Değerlendirme Çalışması, 3. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, 2006.
- [4] Yörükoğlu K., Usubütün A., Doğan Ö., Önel B., Aydın Ö., Türkiye’de Patoloji Laboratuvarlarının Genel Profili, Türk Patoloji Dergisi, 25(1),19-28, 2009.
- [5] Öztürk S., Kırılğan Ve Dayanıklı Resim Damgamala Tekniklerinin Başarımının Zeki Optimizasyon Yöntemleriyle Arttırılması, Erciyes Üniversitesi Fbe, 2009
- [6] Öksüzoğlu S., Radyografik Görüntülere Veri Gizleme Uygulaması, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi, 2009.
- [7] Fotopoulos V., Stavrinou M.L., Skodras A.N., Dept, Medical Image Authentication And Self-Correction Through An Adaptive Reversible Watermarking Technique, Bioinformatics And Bioengineering, 2008.
- [8] Nambakhsha M.S., Ahmadian A., Zaidi H., Contextual Based Double Watermarking Of Pet Images By Patientid, Computer Methods And Programs In Biomedicine, 2010.
- [9] Saleh N.A., Boghdady H.N., Shaheen S.I., Darwish A.M., High Capacity Lossless Data Embedding Technique For Palette Images Based On Histogram Analysis ,Digital Signal Processing, 20,1629–1636,2010.
- [10] Ulutas M., Ulutas G., Nabiye V.V., Medical Image Security And Epr Hiding Using Shamir’s Secret Sharing Scheme, The Journal Of Systems And Software,84-3, 341-353, 2011.
- [11] Al-Qershi O.M., Khoo B.E., High Capacity Data Hiding Schemes For Medical Images Based On Difference Expansion, The Journal Of Systems And Software 84-1, 105–112, 2011.
- [12] Mortazavian P., Jahangiri M., Fatemizadeh E., A Low-Degradation Steganography Model For Data Hiding In Medical Images. In Proceedings Of The Fourth Iasted International Conference Visualization, Imaging And Image Processing, 452-230, 2004.
- [13] Li Y., Li C.T., Wei C.H., Protection Of Mammograms Using Blind Steganography And Watermarking, Ias '07 Proceedings Of The Third International Symposium On Information Assurance And Security, 2007.
- [14] Bourbakis N., Rwabutaza A., Yang M., Skodras A.N., Ewing R., Dsp'09 Proceedings Of The 16th International Conference On Digital Signal Processing, 2009
- [15] [Http://Nifti.Nimh.Nih.Gov/](http://Nifti.Nimh.Nih.Gov/)
- [16] Ulaş, M., Boyacı, A., Akademik Bilişim’07 - Ix. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2007.
- [17] Ulaş, M., Radyolojik Görüntülerin Sayısal Olarak Arşivlenmesi Ve Ağ Üzerinden Paylaşılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi F.B.E.,Elazığ, 2007.
- [18] Selçuk, A.A., Word-Based Compression In Full Text Retrieval Systems, M. Sc.Thesis, Bilkent University May, 1995.
- [19] Mesut, A., “Veri Sıkıştırmada Yeni Yöntemler”, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Trakya Üniversitesi, Edirne, 2006.
- [20] Salomon, D., Motta, G., Handbook Of Data Compression, Fifth Edititon, 2010.
- [21] Knieser, M. J., Wolff, F. G., Papachristou, C. A., Weyer, D. J., McIntyre, D. R., A Technique For High Ratio Lzw Compression, Proceedings Of The Design, Automation And Test In Europe Conference And Exhibition, 1530-1591/3, 2003 Ieee.
- [22] Mesut, A. Ş., Mesut, A., Sakallı, M. T., Görüntü Steganografide Gizlilik Paylaşım Şemalarının Kullanılması Ve Güvenliğe Etkileri, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Trakya Üniversitesi,

- Edirne 2006.
- [23] Esin, E. M., Güvenoğlu, E., Resim İçine Yazı Gizlenmesi Amacıyla Kullanılan Lsb Ekleme Yönteminin Shuffle Algoritmasıyla İyileştirilmesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü, Maltepe Üniversitesi, 2007.
- [24] Şahin, A., Buluş, E., Sakallı, M. T., “24-Bit Renkli Resimler Üzerinde En Önemli Bite Ekleme Yöntemini Kullanarak Bilgi Gizleme”, Trakya Üniversitesi J Sci, Issn 1305-6468, 7(1): 17-22, 2006.
- [25] Amin, M. M., Salleh, M., İbrahim, S., Katmin, M. R., Shamsuddin, M. Z. I., Information Hiding Using Steganography, Telecommunication Technology, 4th National Conference, Shah Alam, Malaysia, 21- 25, 2003.