

# GEOMETRİK ŞEKİLLER İLE FREKANS BÖLGESİNDE SAYISAL İMGE DAMGALAMA

Ergun ERÇELEBİ<sup>1</sup> Yüksel TOKUR<sup>2</sup> M. Beyhan BAYIK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Gaziantep Üniversitesi, 27310 Gaziantep, ercelebi@gantep.edu.tr

<sup>2,3</sup>MYO Gaziantep Üniversitesi, 27310 Gaziantep, {tokur, bayik}@gantep.edu.tr

*Anahtrar sözcükler: Sayısal imge damgalama*

## ABSTRACT

*The digital representation of audio, image and video signals has become very popular in the last decade. The success of the digital technology is mainly due to possibility of efficient transmission and copying. Personal computers with internet connections have made the distribution of multimedia data and applications much easier and faster. Electronic commerce applications and online services are rapidly being developed. But service provider fear unrestricted duplication and dissemination of copyrighted material. Therefore, digital materials must be protected. Digital watermarking is a good way to protect them from the risk of illegal copying, reproduction and distribution. Digital watermarking is realized by embedding information data with an insensible form for human audio/visual systems.*

*This paper proposes a digital watermarking method that is implemented in frequency domain with aid of geometric figures. Robustness of the proposed method is tested by applying different types of attacks such as noise addition and image compression. The tests show good performances and the watermark is extracted from the watermarked image with two bits error.*

## 1. GİRİŞ

Sayısal damgalama ses, imge, ve video gibi sayısal bilgilerin içerisine görsel/işitsel olarak algılanmayacak, silinmeyecek, değiştirilmeyecek şekilde sahiplik haklarını temsil eden sayısal bilginin yerleştirilmesidir. Sayısal damganın amaçları arasında ses, imge ve video gibi sayısal ürünlerin üreticilerini belirlemek, kopyalarını izlemek, çoğaltım yetkisini sınırlamak gibi işlemler sayılabilir. Bu zamana kadar sunulan farklı damgalama teknikleri geniş olarak zaman bölgesinde ve frekans bölgesinde sunulan damgalama teknikleri diye iki grupta toplanabilir. Zaman bölgesinde gerçekleştirilen imge damgalama yöntemlerinde, damgalanacak imge ile damga bilgisinin piksel değerlerinin değiştirilmesi neticesinde damgalama işlemi gerçekleştirilir. Ancak zaman bölgesinde gerçekleştirilen damgalama yöntemleri kolay ve az işlem gerektirmesine rağmen, damga

bilgisinin imgenin her tarafına yayılmadığından damganın yok edilmesi veya ortaya çıkarılması amacıyla yapılan saldırılara bu tür yöntemler dayanıksızdır. Bunun yanında frekans bölgesinde gerçekleştirilen damgalama tekniklerinde damga genelde düşük ve orta frekans katsayılarına yerleştirilir ve değişimler imgeyi kapsar. Böylece damgayı çıkartmak veya yok etmek için yapılan saldırılarda frekans bölgesinde gerçekleştirilen damgalama teknikleri zaman bölgesinde gerçekleştirilen tekniklere göre daha fazla dayanıklıdır.

Bu çalışmada, geometrik şekiller yardımıyla frekans bölgesinde gerçekleştirilen imge damgalama yöntemi sunulmuştur. Sunulan yöntemin gürbüzlüğü bazı temel bozulmalar kullanılarak test edilmiştir. Aşağıda teklif edilen damgalama yöntemi ve test sonuçları verilmiştir.

## 2. FREKANS BÖLGESİNDE DAMGALAMA

### 2.1 Geometrik Damganın Oluşturulması

Bu çalışmada geometrik damga olarak dairesel damga ele alınmıştır. Bir sayısal imgenin frekans içeriğinin çoğunluğu düşük frekansta olması damgalama işlemlerinde kolaylık sağlar. İmgenin yüksek frekans içeriği imgenin dış hatlarını ve kenarlarını oluşturur. Damgalama sonrası imgedeki bozulmayı azaltmak için dairesel bilgi imgenin orta frekans bölgesine yerleştirildi. Dairesel damgayı oluşturmak için, bir giriş yazı mesajı bir kodlayıcı vasıtasıyla ikili (binary) sayı sistemine çevirildi. Şekil 1’ de gösterilen kodlayıcının girişine bir gizli yazı uygulanır, kodlayıcının çıkışı gizli yazının ikili sayı sisteminde vektörel gösterimidir.

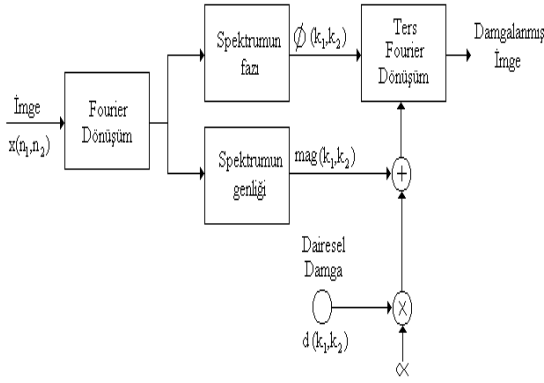


Şekil 1 Kodlayıcının blok şeması

Örneğin; ‘damga’ gizli yazısı kodlayıcının girişine uygulandığı zaman kodlayıcının çıkışı ‘000100000001001101000111000001’ ikili sayı sisteminde oluşan bir vektördür. Kodlayıcının çıkışındaki ikili sayı sistemi kullanılarak yarıçapı  $r$  olan bir daire elde edilir. Dairenin elde edilmesi sırasında her bir bilgi biti dairenin dört çeyreğinin her birine yerleştirilerek dairenin şekillenmesi sağlanır. Sonuçta dairesel damga elde edilir ve matematiksel olarak  $N \times M$  boyutunda bir matris ile temsil edilir. Matrisin elemanları bir katsayı ile çarpılarak daha etkin bir hale getirilir.

## 2.2 Damga Ekleme

Şekil 2’de damgalama sırasında kullanılan yöntemin blok şeması verilmiştir.



Şekil 2 Damgalama yönteminin blok şeması

$$X(k_1, k_2) = \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} x(n_1, n_2) W_{N_1}^{n_1 k_1} W_{N_2}^{n_2 k_2} \quad (1)$$

Denklem (1)’de  $W_{N_j} = e^{-j \frac{2\pi}{N_j} k_j n_j}$   $j = 1, 2$

Denklem (1) kullanılarak imgenin fourier dönüşüm katsayıları elde edilir.

$$\text{mag}(X(k_1, k_2)) = |X(k_1, k_2)| \quad (2)$$

$$\text{phase}(X(k_1, k_2)) = \tan^{-1} \frac{\text{Im}(X(k_1, k_2))}{\text{Re}(X(k_1, k_2))} \quad (3)$$

Denklem (2) ve (3) vasıtasıyla fourer dönüşüm katsayılarının büyüklüğü ve fazı hesaplanır.

$$T_1(k_1, k_2) = \text{mag}(k_1, k_2) + \alpha d(k_1, k_2) \quad (4)$$

Denklem (4)’de  $d(k_1, k_2)$  dairesel damga imgesinin matematiksel gösterimidir, bu denklem ile denklem(2)’de elde edilen fourier katsayılarının büyüklüğü dairesel damga eklenir.

$$T_2(k_1, k_2) = T_1(k_1, k_2)(\cos \phi(k_1, k_2) + \sin \phi(k_1, k_2)) \quad (5)$$

Denklem (5)’de, denklem (4)’de elde edilen damgalanmış imge katsayılarına özgün imgenin fazı eklenir.

$$di(n_1, n_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{N_2-1} T_2(k_1, k_2) W_{N_1}^{-n_1 k_1} W_{N_2}^{-n_2 k_2} \quad (6)$$

Denklem (6)’da, frekans bölgesinde damgalanmış imgenin ters fourier dönüşümü alınarak ayrık zaman bölgesinde damgalanmış imge elde edilir.

## 2.3 Damganın Çıkarılması

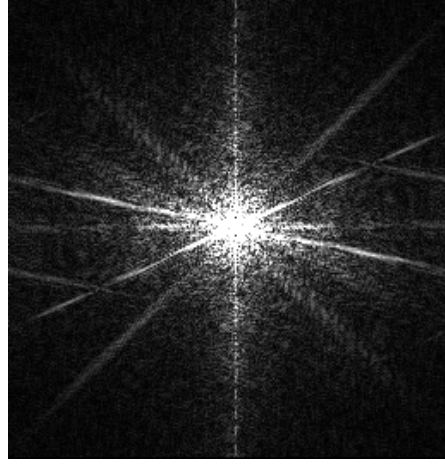
Damganın, damgalanmış imgeden çıkarılması için özgün imgeye ve damgaya gereksinim vardır. Damgalanmış imgenin, denklem (1) ve (2) kullanılarak Fourier dönüşüm katsayıları elde edilir, ve bu katsayıların büyüklükleri ile özgün imgenin frekans bölgesindeki büyüklüklerinin farkları elde edilir Bundan sonraki aşamada damga kullanılarak gizli yazı elde edilir.

## 3. DENEYSEL SONUÇLAR

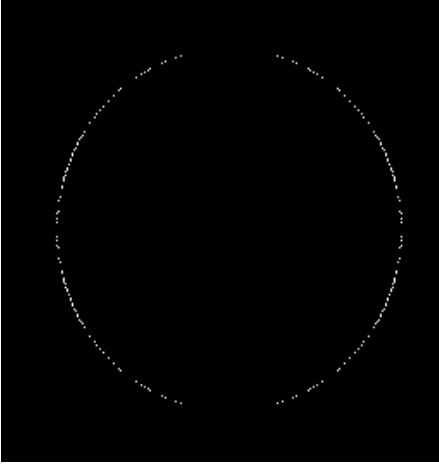
Yapılan deneylerde cameraman (256x256) imgesi kullanıldı. Şekil 3a özgün imgeyi göstermektedir. Damgayı oluşturmak için “eleco2002bursa” gizli yazısı kodlayıcı (Şekil 1) yardımı ile ikili sayı sistemine çevrildi. Dairesel damga imgesini elde etmek için ikili sayı sisteminde elde edilen bilgi kullanıldı. Şekil 3b elde edilen dairesel damga imgesini göstermektedir. Damga frekans bölgesinde yerleştirilmiştir, Şekil 3c özgün imgenin frekans bölgesindeki katsayılarının büyüklüklerinin iki boyutlu düzlemde göstermektedir. Şekil 3d dairesel damganın frekans bölgesindeki özgün imgeye yerleştirilmiş görüntüsünü göstermektedir. Şekil 3e damgalanmış imgeyi göstermektedir.



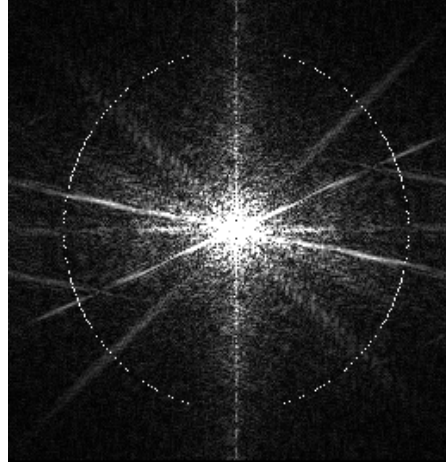
Şekil 3a Özgün imge



Şekil 3c Özgün imgenin frekans katsayılarının büyüklüğü



Şekil 3b Dairesel damga



Şekil 3d Damga ve özgün imgenin frekans bölgesindeki toplamı



Şekil 3e Damgalanmış imge

Sunulan yöntemin dayanıklılığını test etmek için farklı ölçeklerde damgalanmış imgeye beyaz gürültü eklendi. Tablo 1 de farklı gürültü seviyelerine karşılık gelen bit hatası ve gürültü ile bozulmuş damgalı imgeden çıkartılan damga verilmiştir Şekil 4 beyaz gürültüyle bozulmuş damgalı imgeyi göstermektedir



Şekil 4 Beyaz gürültüyle bozulmuş damdalı imge

**Tablo 1** Farklı gürültü seviyelerine karşılık gelen bit hatası

| Gürültü Ölçek Değeri | Damgalanmış imgeden çıkartılan damga | Bit hatası |
|----------------------|--------------------------------------|------------|
| 0                    | ele8o2402 bursa                      | 2          |
| 1                    | ele8o2402 bursa                      | 2          |
| 5                    | eleo8o2402 bursa                     | 2          |
| 10                   | ele8o2402 bursa                      | 2          |
| 15                   | ele8o2402 bursa                      | 2          |

Damgalı imge değişik JPEG sıkıştırma kalitesinde sıkıştırılarak bit hatası hesaplandı. Sıkıştırma kalitesi 100, 95, 90, ve 85 olarak seçildi, bu testten elde edilen sonuçlar Tablo 2' de gösterilmiştir.

**Tablo 2** JPEG sıkıştırma kalitesine karşılık gelen bit hatası

| JPEG sıkıştırma kalitesi | Damgalanmış imgeden çıkartılan damga | Bit Hatası |
|--------------------------|--------------------------------------|------------|
| 100                      | ele8o2402 bursa                      | 0          |
| 95                       | ele8o2402 bursa                      | 2          |
| 90                       | eleco2402 btpp                       | 5          |
| 85                       | eleco2402 btpp                       | 5          |

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada geometrik şekiller kullanılarak frekans bölgesinde gerçekleştirilen bir imge damgalama yöntemi sunuldu. Yöntemin başarısını test etmek için damgalı imgeye farklı ölçek seviyelerinde beyaz gürültü eklendi. Tablo 1 den görüleceği üzere sunulan yöntemin gürültüye karşı oldukça dayanıklı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca farklı JPEG sıkıştırma kalitesinde damgalı imge sıkıştırılarak bit hatası hesaplandı. Test sonuçlarından anlaşıldığı üzere teklif edilen yöntem işaret işleme yöntemleri ile yapılan sıkıştırma ve gürültü ekleme saldırılarına dayanıklıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] I.Cox, J.Kilian, T.Leighton, and T.Shamoon, Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia, IEEE TRANS. ON IMAGE PROCESSING, vol. 6, no. 12, Dec. 1997, pp. 1673-1687.
- [2] C. Podilchuk and W. Zeng, Image-Adaptive Watermark Using Visual Models, IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, vol. 16, no. 4, May 1998, pp.525-539.
- [3] Te-shen Liang and Jeffrey J. Rodríguez, "Improved Watermark Robustness via Spectrum Equalization", in PROC. ICASSP2000, vol.4, 2000, pp.1951-1954.
- [4] Faisal Alturki and Russell Mersereau, An Obvious Robust Digital Watermark Technique for Still Images Using DCT Phase Modulation, in PROC. ICASSP2000, vol. 4, 2000, pp. 1975-1978.
- [5] M. Swanson, M. Koyabashi, and A. Tewfik, Multimedia Data Embedding and Watermarking Technologies, PROCEEDINGS OF IEEE, vol.86, no. 6, June 1998, pp. 1064-1087.
- [6] V. Solachidis, N. Nikolaidis and I.Pitas, Watermarking Polygonal Lines Using Fourier Descriptors, in PROC. ICASSP2000, vol.4, 2000, pp.1955-1958.
- [7] Darko Kirovski and Miodrag Potkonjak, Localized Watermarking: Methodology and Application to Template Mapping, in PROC. ICASSP2000, vol.6, 2000, pp.3235-3238.
- [8] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, 1993.