



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2008, Volume: 3, Number: 2  
Article Number: A0070

**NATURAL AND APPLIED SCIENCES**  
**COMPUTER ENGINEERING**

Received: December 2007  
Accepted: March 2008  
© 2008 www.newwsa.com

**Mustafa Kaya**  
**Hanifi Güldemir**  
University of Firat  
mkaya@firat.edu.tr  
Elazig-Turkiye

### **KAYNAŞIK BİR (ADD-EDB) FİLİGRAN EKLEME YÖNTEMİ**

#### **ÖZET**

Bu çalışmada yaygın kullanılan resim dosyalarına filigran ekleme yöntemlerinden ADD (Ayrık Dalgacık Dönüşüm) katsayıları yöntemi ve EDB (En Düşük Anlamalı Bit) yöntemi bir arada kullanılarak, kaynaşık bir filigran ekleme yöntemi önerilmiştir. Zaman bölgesi ve frekans bölgesi filigran ekleme yöntemleri arasındaki bu kaynaştırılmanın yöntem etkileri araştırılmıştır. Mevcut yöntemlerin farklı avantajlarından faydalanılarak sağlamlık, sinyal gürültü oranı ve çalışma zamanı performans ölçütlerinin daha da iyileştirilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla en düşük hesaplama zamanına sahip EDB yöntemi ile bozulma direnci yüksek olan ADD katsayıları yöntemi bir arada kullanılmıştır. Farklı görüntü dosyaları üzerinde uygulama yapılarak sonuçları karşılaştırma amacıyla tablo şeklinde sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sayısal Filigranlar, Dalgacık Dönüşümü,  
En Düşük Anlamalı Bit Yöntemi

### **A COMPOUND (DWT-LSB) WATERMARKING METHOD**

#### **ABSTRACT**

This work presents a watermarking technique which is composed of Least Significant Bit (LSB) and Discrete Wavelet Transform (DWT) coefficients. The effects of the proposed method, which combines spatial domain techniques and frequency domain techniques, are studied. It is aimed to improve the performance criteria such as robustness, Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) and elapsed time, using the advantages of each technique. The minimum elapsed time Least Significant Bit technique is combined with the Discrete Wavelet Transform coefficients in order to make it robust to disturbances. The experimental results on different images are represented as a table for comparison.

**Keywords:** Digital Watermarking, Wavelet Transform, LSB



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Görüntü dosyalarına filigran ekleme, internet üzerinden paylaşılan sayısal dosyaların çok hızlı bir şekilde artış göstermesiyle, üzerinde çokça çalışılan bir konu olmuştur. Zaman bölgesi teknikleri [9, 10, 11, 14 ve 15] ve frekans bölgesi teknikleri [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 12] çokça çalışılmış olmasına rağmen, performans ölçütlerini iyileştirmek için yöntemlere eklemeler yapılmaya çalışılmaktadır. Uygulama alanlarındaki ihtiyaçları dikkate alınarak, bu alanlara yönelik performans ölçütleri daha da iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Performans ölçütlerinin değerlendirilmesi de yine araştırmacılar için çalışma konusu olmuştur. Filigran ekleme yöntemleri zaman bölgesi ve frekans bölgesindeki uygulamalarıyla iki farklı temel bölgede geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, zaman bölgesi ve frekans bölgesi tekniklerinin farklı avantajlarından faydalanılarak sağlamlık, sinyal gürültü oranı ve çalışma zamanı performans ölçütlerinin daha da iyileştirilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla uzaysal bölge tekniği olan ve en düşük hesaplama zamanına sahip EDB (En Düşük Anlamlı Bit'e) filigran ekleme yöntemi ile frekans bölgesi tekniği olan ve bozucu etkenlere karşı filigranın direncini arttıran ADD (Ayrık Dalgacık Dönüşüm) katsayılarına filigran ekleme yöntemi bir yöntemde kaynaştırılmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu makalede önerilen yöntemle hesaplama maliyeti (hız), PSNR (Orijinal görüntü işaretinin maksimum değerinin gürültüye olan oranı) fonksiyonu normalize edilerek görüntünün bozulma miktarı ve sağlamlık parametreleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Uygulama sonuçları, tek tek yöntemlerin sonuçlarıyla karşılaştırmalı bir şekilde tablo halinde verilmiştir. Sonuçlar yöntemleri bir arada kullanabileceğimizi ve ölçüt parametrelerin daha iyileştirilebileceğini göstermiştir.

## 3. DENEYSEL YÖNTEMLER (EXPERIMENTAL METHODS)

### 3.1. En Düşük Anlamlı Bit (Least Significant Bit)

Bu yöntemde orijinal görüntü ve gömülecek imza, BMP ve JPEG formatında görüntüler olarak alınmaktadır. Gömülecek imza tek boyutlu dizi haline getirildikten sonra, orijinal görüntünün en düşük anlamlı bitine "1" ve "0" olarak eklenmektedir. Tekrar yeniden elde ederken de aynı şekilde en anlamsız bitlerinden alınarak dizi oluşturulmakta ve yeniden boyutlandırılarak görüntü haline getirilmektedir [9,10 ve 11]. Görüntülerin gri tonlaması üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Kapasite ölçütü açısından ve çok basit, kolayca deşifre edilebilecek bir yöntem olması dezavantajıdır. Ancak çok hızlı olması da, gerçek zaman uygulamaları açısından, bu yöntemin avantajlı bir özelliğidir.

### 3.2. Dalgacık Dönüşümü (Wavelet Transform)

Vektör uzayındaki her bir vektör ana vektörlerin lineer bir kombinasyonundan elde edilebilir. Bazı vektörler elde edilirken sabitlerle çarpılıp toplanabilir. Bunlar fourier sabitleri, dalgacık sabitleri, dönüşüm sabitlerinde olduğu gibidir. Analiz ve sentez bunların lineer kombinasyonlarını hesaplamaya karşılık gelecektir.

Sürekli Dalgacık Dönüşüm tanımı, dalgacık analizinin esas fonksiyonlar ile işaretin kendisi arasındaki benzerliğe dayanmaktadır. Hesaplanan dalgacık katsayıları, mevcut ölçekte işareti dalgacığa en fazla yakınlaştırandır.

Belirli bir ölçekte işaretin frekansının majör bileşenleri mevcut ise dalgacık bu mevcut frekans bölgesinde işarete çok yakın olacaktır. Hesaplanacak sürekli dalgacık katsayıları ilişkili olarak zaman-ölçek düzleminde büyük olacaktır [12 ve 13].



$$w(a,b) = \int x(t)\psi_{(a,b)}^*(t)dt \quad (1)$$

$$\psi_{(a,b)}^*(t) = \frac{1}{\sqrt{a}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2)$$

$$w(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}}\int x(t)\psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right)dt \quad (3)$$

$$x(t) = \frac{c_\psi}{a^2} \int \int_{a>0} w(a,b)\psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right)dadb \quad (4)$$

b ölçek dönüşüm parametresi  
 Ψ ana dalgacık  
 c<sub>ψ</sub> ana dalgacığa bağlı sabitler  
 w(a,b) x(t) nin Dalgacık Dönüşümü  
 İşaret ayrık zamana aşağıdaki gibi dönüştürülür.  
 Ortanormal fonksiyonlar için [12 ve 13]

$$a=2^j \quad (5)$$

$$b=2^{jk} \quad (6)$$

Yüksek ve alçak geçiren filtreler için;

$$y_{high}[k] = \sum_n x[n]h[2k-n] \quad (7)$$

şeklinde yüksek geçiren filtre çıkışı tanımlanır. Benzer şekilde

$$y_{low}[k] = \sum_n x[n]g[2k-n] \quad (8)$$

olarak alçak geçiren filtre çıkışı tanımlanır.

İşaret bu filtrelerden geçirildikten sonra çiftler alt örneklerin ve çözünürlüğü örnek sayısı ile orantılı olarak yarıya düşer. Frekans çözünürlüğü iki katına çıkar çünkü işaretin frekans bandı önceki frekans bandının yarısını kapsar. Bu işlem tekrarlanır ve tekrar sayısı Dalgacık Dönüşümünün derecesini belirtir.

Yeniden oluşturma işlemi her bir adım için aşağıdaki gibi olacaktır [12,13].

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (y_{high}[k]g[-n+2k]) + (y_{low}[k]h[-n+2k]) \quad (9)$$

İki boyutlu Dalgacık Dönüşümünde yukarıda anlatılan işlem yatay ve dikey vektörlere uygulanmalıdır. Yani görüntü matrislerinde:

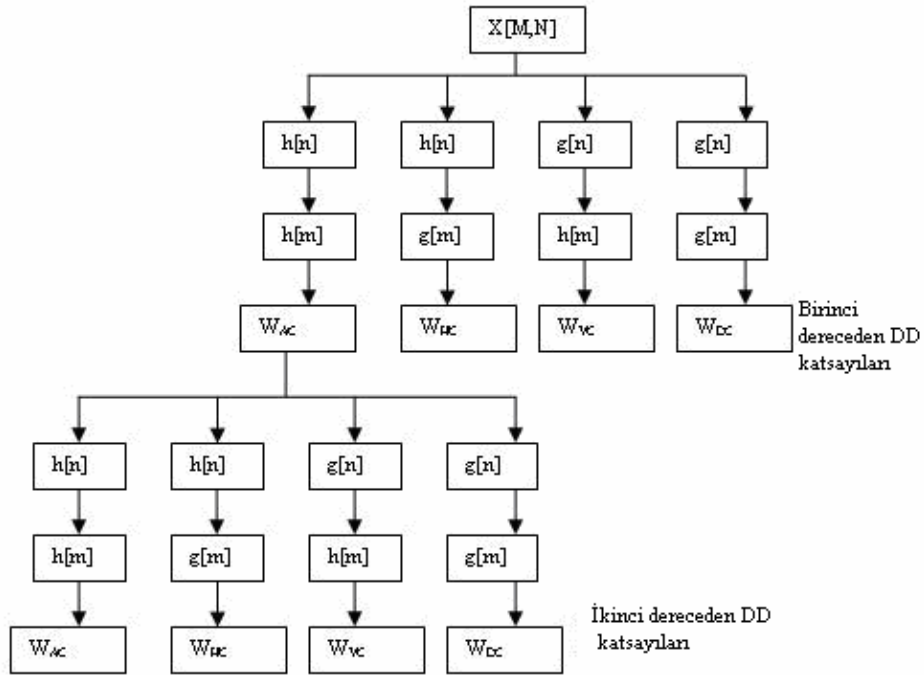
$$W_{AC}[k,l] = \sum_m \sum_n x[m,n]h[2k-n].h[2l-m] \quad (10)$$

$$W_{HC}[k,l] = \sum_m \sum_n x[m,n]h[2k-n].g[2l-m] \quad (11)$$

$$W_{VC}[k,l] = \sum_m \sum_n x[m,n].g[2k-n].h[2l-m] \quad (12)$$

$$W_{DC}[k,l] = \sum_m \sum_n x[m,n].g[2k-n].g[2l-m] \quad (13)$$

Akış diyagramı Şekil 1'deki gibi olacaktır.

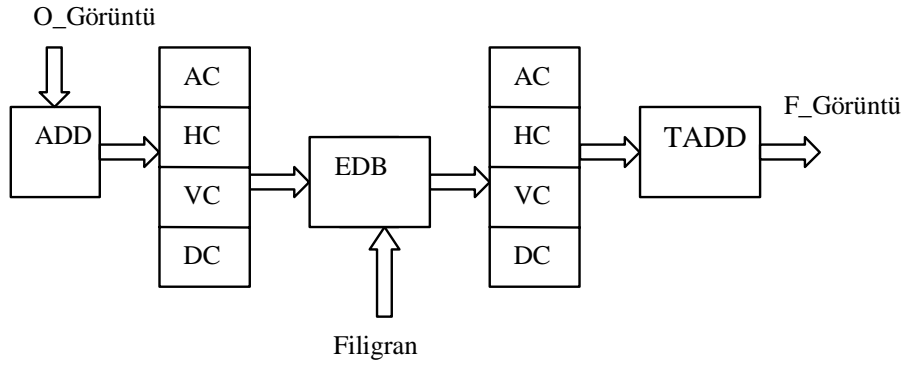


Şekil 1. İkinci dereceden dalgacık dönüşüm katsayıları akış diyagramı  
(Figure 1. The Flowchart of 2nd level DWT coefficients)

### 3.2. Dalgacık Dönüşümü Katsayılarının En Düşük Anlamli Bitlerine Filigran Ekleme (Least Significant Bit of Wavelet Coefficients Watermarking Technique)

Dalgacık Dönüşümünden sonra, gömülecek bilgi yatay ve düşey katsayı matrislerine ekleniyor. Dolayısıyla bu matrislerin içindeki katsayıları büyük ölçüde değiştiriyor. Ancak (ADD) Sayısal Dalgacık Dönüşümünün tersi alınabilir bir dönüşüm olmasından dolayı, Yaklaşım ve Detay katsayı matrisleri ile birlikte (TADD) Ters Dalgacık Dönüşümünden sonra görüntü fazla bozulmadan tekrar elde edilebilmektedir.

Resmin kendisinin değil de dalgacık katsayı matrisinin en düşük anlamlı biti gömülecek bilgi için kullanılırsa, görüntünün kendisinde oluşan değişim miktarı Dalgacık katsayılarına yansiyacaktır. Bu katsayılar matrisinden Yaklaşım ve Detay matrisleri etkilenmeyecektir. Sadece yatay ve düşey katsayı matrislerinin en düşük anlamlı bitleri etkileneceğinden ters Dalgacık Dönüşümünden sonra görüntü aslına çok daha yakın elde edilebilecektir. Yapılan işlemin blok diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Dalgacık dönüşümü katsayılarının en düşük anlamlı bitlerine filigran ekleme blok diyagramı  
(Figure 2. The blok diagram of DWT-LSB watermarking methods)

Uygulanan AKD katsayılarına filigran gömüldüğünde görüntünün büyüklüğüyle orantılı olarak 0.54 sn ile 2.31 sn arasında hesaplama zamanı harcanmıştır. Aynı ölçüt EDB yönteminde iki katına yakın iken, ADD katsayılarına ekleme hesaplama zamanını yaklaşık 15 kat arttırmıştır. ADD ve EDB yöntemlerinin karşılaştırılması sonucu da hesaplama maliyeti açısından sonuçlar diğer yöntemlere göre çok tatminkârdır. Kullanılan bütün görüntüler için 1 sn nin altında kalmıştır. Gerçek zamanda bilgi işlem açısından hesaplama zamanı çok önemli bir ölçüttür.

Araştırmacıların çalışmalarında kullandığı PSNR (İşaretin tepe noktasının gürültüye oranı) için tanımlanan formül aşağıda verilmiştir [16, 17, 18, 19, 20 ve 21].

$$PSNR = \frac{xy \text{Max}(P_{x,y})^2}{\sum (P_{x,y} - P'_{x,y})^2} \quad (14)$$

$$SNR = 10 \log_{10}(PSNR) \quad (15)$$

Formül (15) ile verilen SNR değerinde de hesaplama maliyetine paralel olarak gelişme sağlanmıştır.

#### 4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yöntemlerin uygulanması amacıyla bir çok araştırmacının araştırmalarında kullandığı, EK-A'da Resim A.1 ve Resim A.2 ile verilen Lena, Barbara, Babun, Kız, Biberler, Kameraman görüntüleri kullanılmıştır [7, 9, 11, 14 ve 15]. Ayrıca Resim A.2 de verilen Çocuk ve Bahçe görüntüleri de alınarak, uygulamanın farklı boyutlarda, farklı resimlerde de değerlendirilmesi yapılmıştır. Aşağıda verilen Tablo 1'de karşılaştırma amaçlı ele alınan EDB, AKD (Ayrık Kosinüs Dönüşüm) ve ADD Katsayıları filigran ekleme yöntemlerinde, işlem süreleri, çıkarım süreleri ve SNR değerleri verilmiştir. Formül (15) ile verilen SNR değerleri, algılanabilirlik ve orijinal görüntü ile filigranlı görüntü arasındaki farkı karşılaştırmak için verilmiştir.

Tablodaki değerlere bakılarak, klasik yöntemlerden, en hızlı filigran ekleme yönteminin EDB yöntemi olduğu söylenebilir. SNR oranı da bu yöntemde en yüksek değerleri almıştır. Aslında iki özellik te pozitif fakat performans ölçütlerinden en fazla üzerinde durulan üç ayrı ölçütten sağlamlık ölçütü bu yöntem için çok kötüdür. Görüntü matrisinin uzaysal bölgede en anlamsız bitine yerleştirilen filigran, görüntü üzerinde yapılacak her türlü işlemde maksimum düzeyde etkilenecektir. Herhangi bir filtreden geçirilmesi, JPEG sıkıştırmaya uğraması veya yeniden boyutlandırılması filigran bilgisine doğrudan

zarar vereceği için filigranı tekrar elde etmek mümkün olmayacaktır. Yöntem JPEG sıkıştırmaya karşı dirençli değildir. Çok yaygın kullanılan böyle bir sıkıştırma yöntemine dirençli hale getirmek filigranın kullanım avantajını çok arttıracaktır.

Tablo 1. Farklı görüntüler için, işlem süreleri ve SNR değerleri  
 (Table 1. Elapsed times and SNR values for different images)

		AKD k=20	ADD k=5	EDB	ADD-EDB
Babun	Ekl. süresi	2.0625	20.6719	0.8594	0.6563
	SNR	31.2812	26.1352	49.3766	39.4191
	Çık. süresi	4.8750	32.9531	1.2031	0.4063
Barbara	İşlem süresi	2.0781	20.5938	0.8750	0.6406
	SNR	32.7386	27.5927	50.8390	37.6425
	Çık. süresi	4.8750	32.1875	1.2188	0.3594
Kameraman	İşlem süresi	0.6875	5.2344	0.3125	0.3438
	SNR	32.6099	27.8581	51.0586	34.1019
	Çık. süresi	1.3281	8.7813	0.1406	0.2188
Kız	İşlem süresi	2.1094	20.6094	0.9219	0.6094
	SNR	31.2393	26.0934	48.2124	39.3249
	Çık. süresi	4.8281	32.0938	1.2500	0.3594
Lena	İşlem süresi	2.0625	20.5938	0.9063	0.5625
	SNR	32.7739	27.6279	50.8680	42.5361
	Çık. süresi	4.9219	32.3125	1.2344	0.3906
Biberler	İşlem süresi	0.6719	5.3750	0.3281	0.3594
	SNR	32.6442	27.8924	51.0729	31.1365
	Çık. süresi	1.3281	8.9531	0.1406	0.1719
Çocuk	İşlem süresi	2.3750	24.2500	0.9688	0.6875
	SNR	33.0698	27.9142	51.1532	36.3382
	Çık. süresi	5.7969	31.6875	1.4219	0.3750
Bahçe	İşlem süresi	1.1094	9.8281	0.4688	0.4688
	SNR	33.0912	27.9218	51.1873	33.2017
	Çık. süresi	2.3906	13.1563	0.3438	0.4375

Tablo 2. Ataklara maruz kalmış farklı görüntüler için filigranın elde edilme oranları

(Table 2. Extraction rates of watermarks for different images under the attacks)

		AKD-Gelişt.	ADD	EDB	EDB-ADD
JPEG Sıkıştırma	%90 kayıpsız	%100	%100	%100	%100
	%75 kayıpsız	%100	%100	%37.5	%100
	%90 kayıplı	%100	%100	%0	%0
	%75 kayıplı	%100	%100	%0	%0
Kırpma	%75	-	-	%100	%100
	%50	-	-	%100	%100
	%25	-	-	%100	%100
	%10	-	-	%100	%100
Median Filt.	3x3 komş.	%100	%100	%100	%100
Gauss.Gür.	Ort=0 Var=0.01	%87.5	%100	-	-

Yukarıdaki Tablo 1'den bakıldığında, SNR değerlerinin ve işlem süreleri değerlerinin çok iyi olduğu gözlenebilir. Ancak Tablo 2'den bozulmalara karşı direncine de bakıldığında EDB yönteminin geometrik ataklara karşı direncinden olumlu etkilendiği, fakat kayıplı sıkıştırma ve gürültü eklenmesinden olumsuz etkilendiği görülmektedir. Kayıpsız sıkıştırmada filigranın tam olarak tekrar elde edilebildiği

ve median filtresinden geçirildikten sonra da filigranın başarılı şekilde elde edilmesi ve özellikle geometrik ataklara karşı direnci performans ölçütleri açısından çok iyi sonuçlardır. Kapasite ve hız ölçütünün de diğer yöntemlere göre çok iyi olduğu görülebilmektedir. Ekler kısmında bu yöntemle filigran eklenmiş görüntüler ve daha sonra yeniden elde edilen filigranlar görülmektedir.

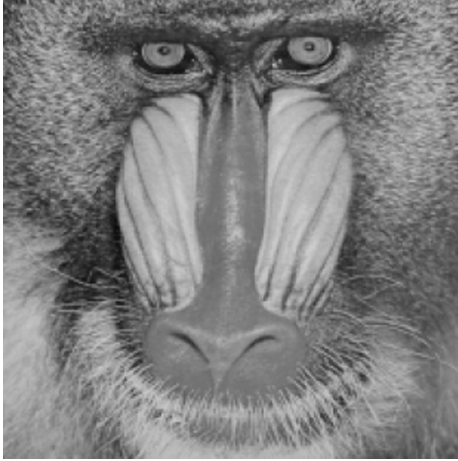
Gerçek zamanda bilgi işlemenin önemli olduğu yayıncılık sektöründe, bazulma direnci ve hız ölçütlerinin iyi olduğu ve filigranın çözülmesinin çok zor olduğu bu karmaşık yöntemi kullanmak çok daha avantajlı olacaktır.

##### 5. ÖNERİLER (SUGGESTIONS)

Filigran ekleme yöntemlerinin farklı ölçütler ile değerlendirilmeleri, üzerinde çalışılan ve yeni parametrelerin geliştirilmeye çalışıldığı bir konudur. Yeni yöntemlerin geliştirilmesi ile ölçütleri toplu olarak değerlendirmek ve parametrelerin hangi ölçüde toplam performansı etkileyeceği konusu daha da netleşecektir. Ancak mevcut yöntemler eklenen yeni algoritmalarla geliştirilirken uygulanacak alanlar da göz önünde bulundurularak özellikle dikkate alınması gereken performans ölçütlerinin iyileştirilmesi gerekecektir.

Yayıncılık sektöründe, işlemler ve takip gerçek zamanlı olduğu için filigran ekleme yönteminin hızı da çok önemli olacaktır. Filigranın çok iyi gizlenmiş olmasından ziyade anlık algılanıp takip edilebilmesi daha da önem kazanacaktır. Hesaplama maliyetinin düşürülmesi yöntemin daha basit ve hızlı olmasını sağlayacaktır. Bunun yanında basit düzeyde de olsa sağlamlık ölçütü ve kapasiteninde dikkate alınması gerekmektedir.

##### EK A: (APPENDIX A)



a) Babun (512x512)



b) Barbara (512x512)

**Resim A.1** a) Babun (Baboon), b) Barbara



c) Kameraman (256x256)



d) Kız (512x512)



a) Lena (512x512)



b) Biberler (256x256)



c) Çocuk (boy) (640x480)



d) Bahçe (Garden) (436x292)

**Resim A.2** a)Kameraman (cameraman), b)Kız (Girl), c)Lena, d)Biberler (Peppers), e)Çocuk (boy), f)Bahçe (Garden)

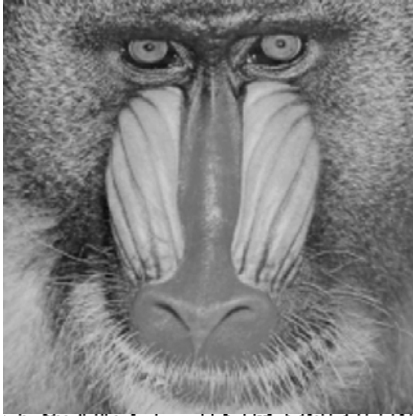
Kullanılan filigran mesajı, aşağıda resim A.3 ile verilen, resim olarak tanıtılmış metinlerdir.

Copyright

Copyrigh

**Resim A.3** Filigran (Watermark) "copyright"





a) Babun ve elde edilen filigran



b) Bahçe ve elde edilen filigran



a) Lena ve elde edilen filigran



b) Çocuk ve elde edilen filigran

**Resim A-3** a) Babun, b) Bahçe, c) Lena, d) Çocuk EDB-ADD yöntemi ile filigran eklendikten sonra, görüntülerden tekrar elde edilen filigranlar (Images and extracted watermarks by DWT-LSB methods).

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ingemar, J., Cox, J.K., Leighton, T., and Talal, S., (1996). A secure, imperceptible yet perceptually salient, spread spectrum watermark for multimedia. In Proceedings, IEEE Southcon'96, pages 192-197, Orlando, FL, U.S.A.
2. Ingemar, J., Cox, J.K., Leighton, T., and Talal, S., (1996). A secure, robust watermark for multimedia. In Proceeding, 1996 First International Workshop on Information Hiding, pp:185-206, Cambridge, U.K.



3. Ingemar, J., Cox, J.K., Leighton, T., and Talal, S., (1996). Secure spread spectrum watermarking for images, audio, and video. In Proceedings, 1996 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'96), pp:243-246 Lausanne, Switzerland.
4. Podilchuk, C. and Zeng, W., (1997). Perceptual watermarking of still images. In Proceedings, 1st Signal Processing Society Workshop on Multimedia, pp:363-368, Princeton, NJ, U.S.A.
5. Podilchuk, C.I. and Zeng, W., (1998). Image-adaptive watermarking using visual models, IEEE Journal on Selected Areas Communications, pp:525-539.
6. Barni, M., Bartolini, F., Cappellini, V., and Piva, A., (1998). Copyright protection of digital images by embedded imperceptible marks, Image and Vision Computing 16 (12) pp:897-906.
7. Barni, M., Bartolini, F., Cappellini, V., and Piva, A., (1997). Robust watermarking of still images for copyright protection. In Proceedings, 1997 13th International Conference on Digital Signal Processing (DSP'97), pp:499-502, Santorini, Greece.
8. Wang, Y.P., Chen, M.J., and Cheng, P.Y., (2000). Robust. Image Watermark with Wavelet Transform and Spread. Spectrum Techniques, Int. Conf. Systems and Computers, Volume:2, pp:1846-1850.
9. Nikolaidis, N. and Pitas, I., (1998). Robust image watermarking in the spatial domain. Signal Processing, 66(3), pp:385-403.
10. Juan, R., Hernandez, F.P., and Jose, M.R., (1998). The impact of channel coding on the performance of spatial watermarking for copyright protection. In Proceedings, 1998 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'98), pp:2973-2976.
11. Trees, J.C., Ja-Chen, L., and Wen-Hsiang, T., (1998). Compression, Encryption, and Hiding of Still Images. PhD thesis, National Chiao Tung University.
12. Costa, L.F. and Cesar, R.M.Jr., (2001). Shape Analysis and Classification: Theory and Practice, CRC Pres.
13. Polkar, R., (1999). The story of wavelets, IMACS/IEEE CSCC 99 pp:5481-5486.
14. Mintzer, F., Braudaway, G.W., and Yeung, M.M., (1997). Effective and ineffective digital watermarks. In Proceedings, 1997 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'97), pp:9-12, Santa Barbara, CA, U.S.A.
15. Van Schyndel, R.G., Tirkel, A.Z., and Osborne, C.F., (1994). A digital watermark. In Proceedings, 1994 IEEE 1st International Conference on Image Processing (ICIP'94), pages 86-90, Los Alamitos, CA, U.S.A.
16. Fabien, A.P. and Petitcolas, R.J., (1998). Attacks on copyright marking systems, Proceedings of The Second International Information Hiding Workshop, Portland, Oregon, USA, pp:219-239.
17. Fabien, A.P. Petitcolas, R.J., and Markus, G.K., (1998). Attacks on copyright marking systems. In Proceeding, 1998 2nd International Workshop on Information Hiding, Portland, Oregon, U.S.A.
18. Periera, S., Voloshnoskiy, S., and Pun, T., (2001). Optimal transform domain watermark embedding via linear programming, Signal Processing 81, pp:1251-1260.
19. Arun, D.K., (2001). Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems, Published by Prentice Hall PTR (08 May, 2001), U.K., pp:528.
20. Jahne, B., (1997). Digital Image Processing, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, pp:555.
21. Schalkof, R.J., (1989). Digital image processing and computer vision, J. Wiley.