

Sınır Eşlemeye Dayalı Yarı-Saydam TV Logosu Tespiti

Boundary Matching Based Translucent TV Logo Detection

Tuğrul K. Ateş^{1,2}, Ersin Esen^{1,2}, Ahmet Saracoğlu^{1,2}, A. Aydın Alatan²

1. TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü

2. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

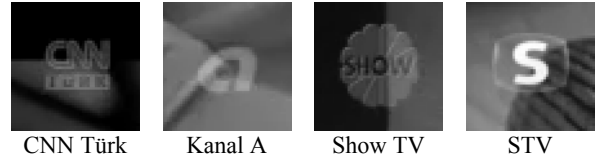
{tuğrul.ates,ersin.esen,ahmet.saracoglu}@uzay.tubitak.gov.tr
alatan@eee.metu.edu.tr

Özetçe

Televizyon kuruluşlarının yakın zamanlarda yarı-saydam logoları tercih etmeye başlaması, opak logolar için geliştirilen tespit yöntemlerini yetersiz kılmaktadır. Yayın tipinin belirlenmesi gibi önemli uygulamalar, yarı-saydam logoların da tespit edilebilmesini kritik bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bildiride video verisi içinde yarı-saydam televizyon logolarını tespit edebilen bir yöntem sunulmaktadır. İlk olarak, yayın içerisinde aranacak olan yarı-saydam logoların sınır bilgisi elle çıkarılmaktadır. Bu arama, ışıklılık kanalının ilgi bölgesindeki ayırıt haritasını yarı-saydam logonun iç ve dış çevreleri ile farklı ölçütler kullanılarak kıyaslanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Kıyaslama sonucunda belli bir oranda eşleşme tespit edilebilmişse, yarı-saydam logonun varlığına karar verilmektedir. Zamansal artıklıkların kullanılması ve özel sorunlu durumların çözümleri ile tespit başarımı artırılmaktadır. Ayrıca, logo sınırlarının video karelerinin renklilik kanallarına bıraktığı izler incelenerek aynı sınıra sahip opak logoların oluşturabileceği yanlış alarmların önüne geçilmektedir. Elde edilen umut verici kıyaslama sonuçları, yöntemin gerçek hayat uygulamalarında kullanılabilirliğini göstermektedir.

Abstract

Increasing trend in the usage of translucent television logos by broadcast channels renders opaque logo detection algorithms inadequate. Important applications such as identification of broadcast types make the detection of translucent logos a significant requirement. This paper presents a method for detecting translucent television logos in video streams. Firstly, boundary information of the logo, which will be searched in broadcast stream, is extracted manually. This search is carried out by comparing the edge map of the luminance channel of the interest region with inner and outer contours of the logo using different metrics. Performance is increased by utilization of temporal redundancies and solutions to special problematic cases. Furthermore, traces of the logo boundaries are examined in chrominance channels of video frames in order to eliminate false alarms caused by opaque logos with the same boundaries. Promising results indicate the applicability of the method in real life.



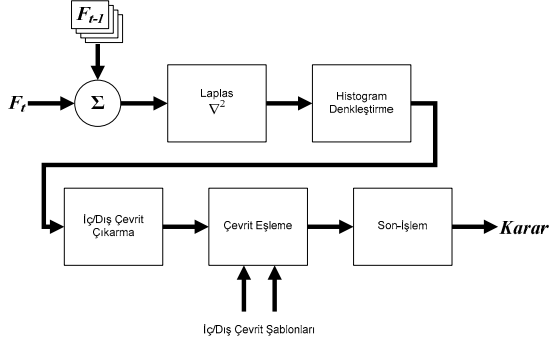
Şekil 1: TV kanallarından örnek yarı-saydam logolar.

1. Giriş

Televizyon (TV) yayın kuruluşları yayınladıkları görüntüler üzerinde sahiplik belirtmek ve yayını reklam, sinema, haberler gibi türlerle ifade etmek için TV logoları kullanırlar. Bu nedenle yayın üzerindeki logoların otomatik olarak tespiti reklam atlama [1], logo silme [2] gibi uygulamalar için temel bir aşama olarak ortaya çıkmaktadır. TV kanallarında, arka planın görünmesine izin veren ve yayın üzerinde daha az dikkat çeken yarı-saydam logoların kullanımına yönelim gözlenmektedir. TV kanallarının yarı-saydam logo kullanımındaki belirgin artış, ancak yakın zamanda üzerinde çalışılmaya başlanmış olan yarı-saydam logo tespiti sorununu önemli kılmaktadır. Çeşitli kanalların yayınlarında gözlenmiş örnek yarı-saydam logolar Şekil 1’de görülmektedirler.

Renk bilgilerini sürekli koruyan opak logoların aksine, yarı-saydam logolar görüntüleri arkaplan içeriğine bağlı olarak değiştirirler. Sonuç olarak da opak logolar için tasarlanmış, renk bilgisinin tutarlılığına dayalı tespit ve takip algoritmaları yarı-saydam logolar için uygulanabilir değildirler. Yarı-saydam logoların otomatik tespitine yönelik girişimler yeni olmakla beraber, çoğunluğu öntanımlı logo çevritinin varlığı ve yokluğunun algılanmasına dayanır.

Wang [3], birçok video karesinde uzam-zamansal gradyan olan *genellenmiş gradyan* üzerinden şablon eşleme önerir. Bu yöntem arkaplan içeriğine çok hassastır ve kabul edilir başarıma ulaşabilmek için uzun eşzamanlama aralıkları gerektirmektedir. Bu çalışmada [3] üç saniyelik zamansal biriktirme önerilmektedir. Diğer yandan Santos [4], zamansal olarak biriktirilmiş karelerde sadece uzamsal gradyan üzerinden şablon eşleme önermektedir. Bu yöntem ise yarı-saydam logoların görünmesinden beş saniye sonra tespit gerçekleştirmektedir. Bu iki yöntem dışında yarı-saydam logoların tespitini opak ve yarı-saydam logo ayırımı yapmadan yapan olasılıksal yöntemler bulunmaktadır. Ekin’in [5] önerdiği yöntemde logolar görüntüde aykırı değerler olarak



Şekil 2: Tespit algoritmasına genel bakış.

modellenmekte ve tespitlerinde olasılıksal yollar kullanılmaktadır. Duffner ve Garcia [6] yarı-saydam logoların tespiti için evrimsel sınır ağları tabanlı çoklu çözünürlük yaklaşımı önermektedir. Eğitim aşamasındaki yetersizlik nedeniyle, bu yöntem yüksek başarımlar elde edememektedir.

Bu bildiri yarı-saydam TV logolarının gerçek zamanlı tespiti için logo sınırları üzerinden eşleme yapan ve bu sınırların dolaylarındaki değişimleri kullanan bir yöntem önerilmektedir. Video karesinin ışıklılığı üzerinden Laplas işleci ile elde edilmiş *kutuplu ayırıt haritası* logonun çevritlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Ayırıt haritalarının uzamsal bağıntılarının karşılaştırılması yerine, aranan logonun önceden bilinen çevrit bilgisi ile karenin ayırıt haritasından çıkarılan sınır bilgisi arasında küme karşılaştırma tabanlı karar verme kuralları önerilmektedir. Ek olarak, arkaplan gürültüsünün etkisini azaltmak için zamansal biriktirme yapılmaktadır. Ana algoritma logo giriş/çıkış sürelerini yüksek kesinlikle anlamaya yarayan ve *doğrunluk* meydana geldiğinde logo takibinin doğru olarak devam etmesini sağlayan yollarla desteklenmektedir.

2. Önerilen Yöntem

2.1. Yarı-Saydam Logo Modeli

İlk olarak bu bölümde, yarı-saydam logoların görüntülere eklenmesinin matematiksel modelini sunuyoruz. Bu model aracılığı ile *doğrunluk* ve *evrilme* olarak adlandırdığımız özel durumları tanımlıyoruz. L eklenecek logonun ışıklılık haritası, S_L logonun dayanağı ve I üzerine logo eklenecek karenin ışıklılık kanalı olsun. Yarı-saydam logo içeren yeni ışıklılık kanalı, bu iki sinyalin basit birleşimi (1) ile ifade edilebilir [7].

$$\hat{I} = \alpha(t, x, y)L + (1 - \alpha(t, x, y))I \quad (1)$$

Burada α ;

$$\alpha(\bullet, x, y) = 0, \quad (x, y) \notin S_L \text{ ise}$$

$$0 < \alpha(\bullet, x, y) \leq 1, \quad (x, y) \in S_L \text{ ise}$$

özelliklerini sağlayan geçiş fonksiyonudur.

Bu modelden görüldüğü gibi logonun saydamlık derecesi α parametresi ile denetlenir. Tamamen opaklık $\alpha=1$ durumunda elde edilir; $\alpha=0$ durumunda logo tamamen gözden

kaybolur. Arkaplanı türdeş değiştirebilmek için ise a ve L genellikle sabit alınır. Bir başka deyişle a ve L uzam-zamansal boyutlarda değişmezler.

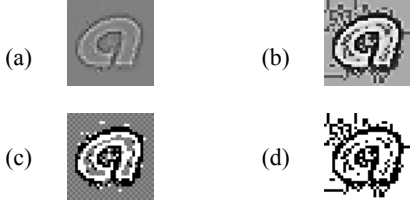
Yarı-saydam bir logonun video karesine bindirilmesi sonucunda S_L sınırlarında ayırıtlar oluşur. Bu ayırıtların kuvveti $I(x,y)$ ve L arasındaki farka bağlıdır. İkisinin eşit olduğunda ise ayırıtlar görünmez hale geldiği *doğrunluk* durumu oluşur. Bu yüzden ayırıt eşleme *doğrunluk* durumları için yeterli olamaz. Ancak tamamlayıcı buluşsal yöntemlerle bunun üstesinden kolaylıkla gelinir. $I(x,y)$ ve L 'nin değerlerine bağlı olarak \hat{I} , I 'den büyük ya da küçük olabilir. $\hat{I} < I$ iken yarı-saydam logo civarından daha koyu görünür. *Evrilme* adı verilen bu durum, ayırıt kutuplarının hesaba katıldığı yöntemlerde özel çözümler gerektirir.

2.2. Algoritma

Önerilen yöntem video dizisi üzerinde uygulanır ve yarı-saydam logo tespiti her video karesinde önsel logo sınır bilgisi kullanılarak yapılır. Bu bilginin çıkarılması, logonun video üzerinde bulunduğu ilgi bölgesinden E_L ve I_L isimli iki küme piksel konaçlarının elle belirlenmesini içerir. Bu kümelerden E_L , logo arkaplanla buluştuğu dış çevrit üzerindeki piksellerin konaçlarını kapsar. I_L ise logonun iç çevritindeki piksellerden oluşur. Bu iki farklı çevritin kullanılması ile logo sınırlarının ayırtımsama gücünün artırılması hedeflenmektedir. Çevrit yerelliklerini hesaba katmayan geleneksel bir ayırıt tanıma yöntemi, L ve I birbirlerine yakın değerler aldığı zaman başarısız olacaktır. Önerilen yarı-saydam logo tanıma yöntemi Şekil 2'de özetlenmektedir.

Logo sınırları, yarı-saydam logolar için tek dayanaklı bilgi kaynağı olduğu için, logo sınırlarının bulunmasını sağlayan güvenilir algoritmalar kullanılmalıdır. Video içeriği zamanla değiştiğinden logo çevritlerinin dayanaklı kalmaları beklenir. Bu yüzden tespit algoritmasında, çevritlerin ayırtımsama gücü öncelikle zamansal biriktirme yapılarak artırılır. Hatırlatılması gereken nokta, biriktirmede kullanılan karelerin sayısı arttıkça logoların görünme ve kaybolma oranlarını algılamadaki keskinlik düşmektedir. Bu da algoritmanın verdiği geçiş kararlarının doğruluktan sapmalarına neden olur. Laplas işlecinin öntanımlı sayıda biriktirilmiş bu karelerdeki sonucu üzerinde histogram denkleştirme yapılırsa aday çevrit bölgeleri güçlendirilmiş olur. Elde edilen bu imgeye G_i diyelim. G_i 'deki yüksek değerler etrafından yüksek ışıklılığa sahip pikselleri belirtir. Benzer şekilde düşük G_i değerleri, video karesinde komşularından daha az ışıklılığa sahip piksellere denk gelir. Şekil 3.a'da örnek bir kareden elde edilen ayırıtlar gösterilmektedir. Şekil 3.b'den de görüldüğü gibi histogram denkleştirme bu ayırıtı daha belirgin hale getirmektedir.

Video karesinden dış ve iç çevritleri elde edebilmek için G_i eşik değerler ile karşılaştırılır. Aday dış çevrit konaçları için $G_i(x,y) \geq T_1$ ve aday iç çevrit konaçları için $G_i(x,y) \leq -T_1$ olacak şekilde bir T_1 değeri öntanımlanır. Tek bir eşik değeri kullanmanın sebebi dış ve iç çevrit kuvvetlerinin sıfır etrafında simetrik oldukları varsayımdır. Bu iki konaç kümesi sırasıyla E_{F_i} ve I_{F_i} ile ifade edilir. T_1 'in gerçek değeri, bir sonraki bölümde bahsedilen çevrit eşleme yöntemlerinden hangisinin kullanıldığına bağlıdır. Şekil 3.c ve Şekil 3.d iki farklı T_1 seçimi sonucunda elde edilmiş çevritleri göstermektedirler. T_1 eşik değeri olarak sıfır



Şekil 3: (a) Videodan elde edilen ayrıntılar ve (b) histogram denkleştirme sonucu ortaya çıkan çevritler. (c) ve (d) eşikleme sonrası önerilen çevrit konaçlarını göstermektedir. Beyaz pikseller iç çevriti, siyahlar ise dış çevriti temsil etmektedirler.

kullanmak, ilgi bölgesindeki tüm pikselleri ya iç ya da dış çevritin bir parçası olarak seçmeyle özdeştir.

2.3. Çevrit Eşleme

Çevrit eşleme basamağında, E_{F_t} ve I_{F_t} , E_L ve I_L ile karşılaştırarak temsil ettikleri logo sınırlarının benzerliği ölçülür. Bu benzerlik ölçütü, ilgi bölgesindeki tüm olası logo konumları üzerinde basit küme karşılaştırması yapılarak hesaplanır. Kareden elde edilen iki küme ve öntanımlı logo çevritini kullanan şu ölçütler tanımlanmıştır;

$$S_1(p) = \frac{n((E_{F_t} \cup I_{F_t}) \cap (E_L \cup I_L))}{n(E_L \cup I_L)} \quad (2)$$

$$S_2(p) = \frac{n(E_{F_t} \cap E_L) + n(I_{F_t} \cap I_L)}{n(E_L \cup I_L)} - \frac{n(E_{F_t} \cap I_L) + n(I_{F_t} \cap E_L)}{n(E_L \cup I_L)} \quad (3)$$

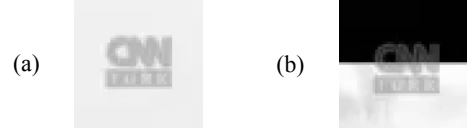
Burada p ilgi bölgesi üzerinde karşılaştırma yapılan konumu ve $n(A)$ da A kümesinin eleman sayısını ifade eder. S_1 , (2)'den görüldüğü gibi, karşılıklı tüm kümeler arasındaki eşlemleri tercih eder. Bununla birlikte, S_2 ise farklı çevrit sınıfları arasındaki eşlemleri olumsuz katkı olarak kabul ederken sadece aynı çevrit sınıfları arasındaki eşlemleri tercih eder. İki benzerlik ölçütü için de daha yüksek değerler, karede yarı-saydam logonun bulunduğu daha kuvvetli bir göstergedir. Herhangi bir p konumu için kullanılan ölçütün değeri öntanımlı bir eşik olan T_2 'yi geçerse o karede logonun bulunduğu karar verilir, aksi durumda ise logonun bulunmadığı sonucu elde edilir. Logonun konumu ise, p 'nin bütün değerleri arasında en yüksek benzerlik değerini elde eder.

Deneyler sırasında, yarı-saydam logonun bazı karelerde arkaplandan daha koyu olduğu gözlenmiştir. Logonun iç ve dış çevrit tanımında bir *evrilme* meydana getiren bu durumu kotarabilmek için S_2 üzerinde şu değişiklik yapılır;

$$S'_2(p) = |S_2(p)| \quad (4)$$

Bu basit değişiklik, çevrim durumunda iç çevritin dış, dış çevritin de iç olarak çıkarılmasını sağlar.

Bunlarla birlikte, *doğunluk* oluştuğunda logo sınırları çıkarılamaz; bu yüzden logo varlığı hakkında karar verilemez. Bu sorunu kotarmak için öncelikle *doğunluk*un



Şekil 4: CNN Türk logosu üzerinde (a) tüm evrilme ve (b) kısmi evrilme.

meydana geldiği tespit edilir. İlgi bölgesinde görel olarak düşük miktarda ayrırt gözlenmişse, L ve ilgi bölgesinin ortalama ışıklılığı arasındaki fark eşiklenir. Eğer bu fark öntanımlı bir eşik altında *doğunluk* oluştuğu kararı verilir. Bundan sonra, *doğunluk*un devam ettiği tüm aralıkta logonun varlığı hakkındaki kararlar *doğunluk* başlamadan önce verilen kararlarla değiştirilir. *Evrilme* durumuna örnekler Şekil 4'te gösterilmektedirler.

Tespit başarımını artırmak için çoklu kare ile karar yöntemi kullanılır. Logonun varlığı ya da yokluğu bir müddet boyunca art arda değişmeyeceği için, algoritmanın kısa aralıklar için elde ettiği kararsız sonuçlar pencereleme yöntemi ile kararlı hale getirilebilir. Eğer logo var ya da logo yok kararı öntanımlı bir süre penceresi boyunca kararlı kalmayı başaramamışsa hemen öncesinde verilmiş kararlar kullanılır. Pencereleme yöntemi karar verme aşamasında gecikmelere neden olurken, logo giriş ve çıkış sürelerinin keskin olarak belirlenmesine engel olmamaktadır.

TV kanalları yaygın olarak, yarı-saydam logo ile aynı sınırlara sahip opak bir logoyu başka yayın tipleri için kullanmaktadır. Bu yüzden algoritmaya aynı sınırlara sahip biri opak diğeri yarı-saydam iki logonun ayrırt edilebilmesi için ek soniştirme kuralları eklenmiştir. Bu amaç doğrultusunda yarı-saydam logoların, opak logolar aksine, üzerine eklendikleri karelerin renklilik kanallarını önemli ölçüde değiştirmedikleri gözlemi kullanılmıştır. Dolayısıyla karenin önce Y kanalını kullanarak bir logonun varlığı ya da yokluğu tespit edildikten sonra U ve V kanalları da benzer şekilde işlenmektedirler. Eğer renklilik kanallarında kayda değer ölçülerde çevrit eşlemi gözlenirse tespit edilen logo opak olarak işaretlenir, aksi takdirde yarı-saydam logonun bulunduğu sonucuna ulaşılır.

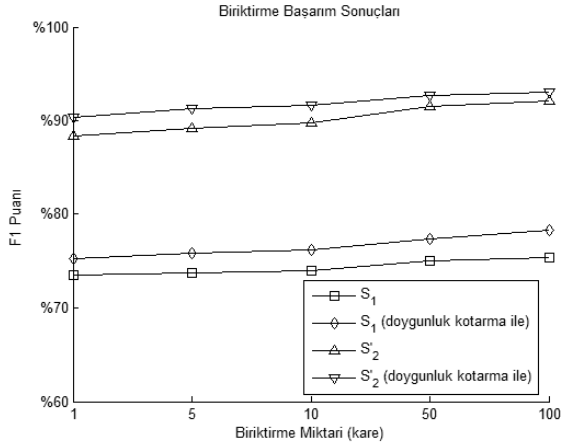
3. Deneyler

Bütün deneyler için CNN Türk, Kanal A, Show TV ve STV'nin yarı-saydam reklam logoları kullanılmıştır. Bütün test videoları MPEG-4 H.264 kodlu olup CIF çözünürlüğe, 25fps kare hızına ve saniyede 300kbit veri yoğunluğuna sahiptir [8].

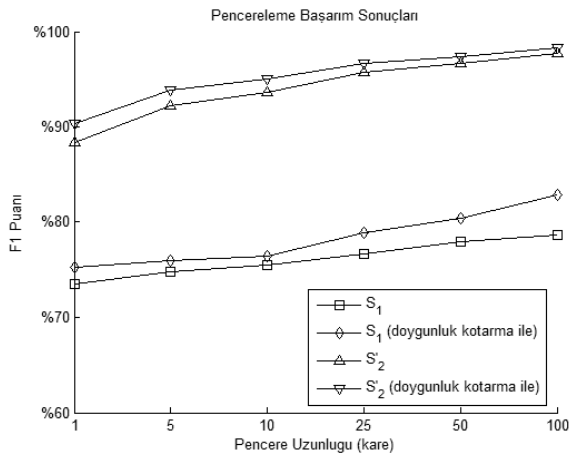
İki farklı deney grubu gerçekleştirilmiştir. İlk kısım, dört kanal için de eşit olarak dağıtılmış yaklaşık 18 saatlik bir deney verisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneylerin bu aşamasında ayrı olarak zamansal birikim ve pencerelemenin başarımı üzerindeki etkisi gözlenmiştir. Her deney için S_1 ve S'_2 benzerlik ölçütleri birlikte, hem doyma kotarması kullanılarak hem de kullanılmadan yürütülmüştür. Doğruluk ölçütü için verilen F1 puanlama yöntemi kullanılmıştır;

$$F1 = \frac{2 \times \text{Kesinlik} \times \text{Hatırlama}}{\text{Kesinlik} + \text{Hatırlama}} \quad (5)$$

Şekil 5'te görüldüğü gibi zamansal biriktirme iki benzerlik ölçütü için de başarımı artırmaktadır. Pencerelemenin



Şekil 5: Biriktirme başarımları.



Şekil 6: Pencereleme başarımları.

başarıma etkisi ise Şekil 6'dan rahatlıkla görülmektedir. Bunların dışında, *doygunluk* kotarmanın algoritmanın başarımlarını yükselttiği kanıtlanmıştır. Benzerlik ölçütü olarak S_2 'nin kullanılması tüm sistemin ayırtma gücünü S_1 'in kullanıldığı durumlara kıyasla çok daha fazla artırmaktadır. Bu sonuç da arkaplanın ilgi bölgesinde uzamsal olarak türdeş özellikler gösterdiği ve kısmi *evrilme* çok tüm *evrilme* gerçekleştiği yargısını desteklemektedir.

Algoritma, geciktirme kullanılmadığı durumlarda %90.38 F1 puanı elde etmektedir. Bu başarımlar, Wang'ın [3] yönteminin 4 saatlik veri ve bir kısmı opak olan logolar ile elde ettiği sonuçların oldukça üzerindedir. Bu açıkça uzamsal bölgede sınır eşleme tabanlı yarı-saydam logo tespitinin uygulanabilirliğini göstermektedir. Tespit başarımları, 4 saniyelik pencereleme kullanıldığında %98.25'e ulaşmaktadır.

Deneylerin ikinci ayağında aynı sınırlara sahip opak ve yarı-saydam logoların ayırtılması incelenmiştir. Kullanılan veri kümesi, opak ve yarı-saydam logoları aynı sınırlara sahip olan Kanal A, Show TV ve STV'den 500,000'er karelik yayını kapsamaktadır. Opak logoların sınırlarında değişken ışık ve renk değerleri bulunduğu için oluşturdukları çevritler kutupsal olarak tutarlı değildir. Bu durum S_2 benzerlik ölçütünü bu ayırtma için kullanılamaz kılar, bu yüzden sadece S_1 kullanılmıştır. Her bir kanal için elde edilen sonuçlar Tablo

1'de gösterilmektedir. Kanal A için elde edilen düşük kesinlik değeri kanalın tamamen beyaz olan opak logosunun renklilik bileşeni içermemesinden kaynaklanmaktadır. Önerilen ayırtma yöntemi ise opak logoların U ve V kanallarında bileşenler gerektirmektedir.

Tablo 1: Opak ve yarı-saydam logo ayırtma.

	Kesinlik	Hatırlama	F1
Kanal A	%16.81	%96.05	%28.61
Show TV	%100.00	%99.87	%99.94
STV	%93.33	%86.47	%89.77

4. Sonuçlar

Uzamsal bölgede çalışan gerçek zamanlı bir yarı-saydam TV logosu tespit etme yöntemi sunulmuştur. Logo sınırları yarı-saydam logolar için en ayırtıcı özellik olduğu için bu yöntem sınır eşleme tabanlıdır. Sorunlu durumların üstesinden gelebilecek yolları önerilmiş ve başarımlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ek olarak, bu yöntemle birlikte yarı-saydam logolar ile aynı sınırlara sahip renkli opak logolar kolayca ayırtılabilmektedir. Bu da bu yöntemin sadece yarı-saydam değil, opak logoların tespiti için de kullanılabilirliğini göstermektedir.

5. Kaynakça

- [1] Albiol, A.; Ch, M. J.; Albiol, F. A.; Torres, L.; "Detection of TV Commercials", IEEE ICASSP 2004.
- [2] Meisinger, K.; Troeger, T.; Zeller, M.; Kaup, A.; "Automatic TV Logo Removal Using Statistical Based Logo Detection and Frequency Selective Inpainting", EUSIPCO, 2005.
- [3] Wang, J.; Duan, L.; Li, Z.; Liu, J.; Lu, H.; Jin, J. S.; "A robust method for TV logo tracking in video streams," IEEE ICME 2006.
- [4] Santos, A. R.; Kim, H. Y.; "Real-time opaque and semi-transparent TV logos detection," I2TS, 2006.
- [5] Ekin, A.; Braspenning, E.; "Spatial detection of TV channel logos as outliers from the content," Proc. Visual Communications and Image Processing, SPIE, 2006.
- [6] Duffner, S. and Garcia, C. "A neural scheme for robust detection of transparent logos in TV programs," ENNS International Conference on Artificial Neural Networks, 2006.
- [7] Porter, T. and Duff, T., "Compositing digital images," SIGGRAPH '84. ACM, 1984.
- [8] Deney Verisi için İnternet Adresi <http://vms.bilten.metu.edu.tr/Data/TranslucentLogo/>