

UYARLAMALI EŞİK KULLANAN ARKAPLAN KAYDI İLE ÇİFT AŞAMALI VIDEO NESNE BÖLÜTLEMESİ

DOUBLE STAGE VIDEO OBJECT SEGMENTATION BY MEANS OF BACKGROUND REGISTRATION USING ADAPTIVE THRESHOLDING

Halim Cem Kefeli , Oğuzhan Urhan, Sarp Ertürk

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Veziroğlu Kampüsü, Kocaeli Üniversitesi, 41040, İzmit/KOCAELİ

cemkefeli@yahoo.com, urhano@kou.edu.tr , sertur@kou.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada video nesnelere bölünebilmesi için çift aşamalı (önce blok sonra piksel temelli) karşılaştırma kullanarak arkaplan kaydı yapan bir yöntem önerilmektedir. Geliştirilen yöntemde örtüşmeyen bloklara bölünen imge çerçevelerinin hareketi takip edilerek blok temelli bir arkaplan imgesi oluşturulmaktadır. Arkaplan imgesinin oluşturulmasında arka arkaya gelen çerçevelerin blok temelli ortalama toplam mutlak farkının eşiklenmesi kullanılmaktadır. Blok temelli çerçeve farkı için kullanılan eşik değeri, çerçeve farkından elde edilen kamera gürültüsüne bağlı olarak uyarlamalı şekilde elde edilmektedir. Önplan olarak elde edilen blok sayısının önceden belirlenmiş bir süre boyunca sabit kaldığı aralıkta blok temelli fark kullanılarak arkaplan imgesi güncellenmektedir. Bu aşamada blokların ve piksellerin hareket bilgisini gösteren durağanlık haritaları oluşturulmaktadır. Elde edilen blok temelli önplan imgesinden blok biçimli olmayan nesne kenarlarına yaklaşabilmek için piksel temelli durağanlık maskesi değerlendirilmiştir. Kenarlarda yumuşak geçiş için ise düşük dereceli bir kayan polinomsal filtre kullanılmıştır.

Abstract

In this work, a video object segmentation technique based on background registration that uses a double stage comparison (first block and then pixel-based), is proposed. Firstly, image frames are divided into non-overlapped blocks and the block-based background image is constructed. The thresholding results of the average absolute differences of blocks in succeeding frames are used to construct the background image. The threshold value is computed adaptively according to the noise level of the frame difference. The background image is updated using block based differences making use of the interval in which the amount of foreground blocks stays constant for a predetermined time period. At this stage the stationary maps that show the motion information of pixels and blocks are constructed. The pixel based stationary map is used to refine object boundaries from the block based foreground image. A low order sliding window polynomial fitting is used to obtain smooth boundaries.

1. Giriş

İçerik temelli çoklu ortam çalışmalarında video nesnelere bölünmesi önemli bir yere sahiptir. MPEG-1 ve MPEG-2 formatları bir çok uygulama için yeterli görsel kalite sağlanmasına rağmen çoklu ortam uygulamalarının gereksinimlerini karşılayacak yeterli esnekliğe sahip değildir. MPEG-4 formatına duyulan gereksinim en büyük nedenlerinden biri budur. Video nesnelere video çerçeveleri yerine video nesnelere olarak kodlanması ve sunulması içerik temelli uygulamalara olanak sağlar ve bu MPEG-4 ün en önemli yeniliğidir. Nesnelere etkin sunumunu esas alan nesne düzeltme, bit dizisi düzeltme ve nesne temelli ölçekleme yeni içerik etkileşimlerine imkan verir [1].

Video nesnelere bölünebilmesi için birçok bölütleme yöntemi önerilmiştir [1-6]. [2]'de video nesne bölütleme teknikleri temel olarak hareket temelli ve uzam-zamansal temelli yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Optik akıştaki kesiklikleri kullanan bazı bölütleme yöntemleri önerilmiş fakat bu yöntemler tatmin edici sonuçlar vermemiştir [2]. Optik akış kullanan yöntemlerin en büyük sorunu aşırı nesne hareketi ve gürültü durumunda etkisiz kalmalarıdır. Hareketten yapı yaklaşımı, 2-boyutlu imge uzayından 3-boyutlu geometriyi elde etmeye dayanır. [3]'de temel matris ile oluşturulmuş bir epipolar çizgi kullanan olasılıksal bir 3-boyutlu bölütleme yapısı geliştirilmiştir.

[4]'de önerilen uzam-zamansal yöntemde öncelikle üç aşamadan oluşan morfolojik bölütleme kullanılmış daha sonra bölge birleştirme sonucu elde edilen nesne bölgeleri ilgin hareket parametreleri kullanılarak takip edilmiştir. Bölütlemenin ilk aşamasında bölütlemeyi kolaylaştırmak için morfolojik süzgeçler kullanılarak imge basitleştirilmiş, sonrasında türdeş bölgelerin içleri birbirinden farklı olarak işaretlenmiştir. Son olarak bu etiketlenmiş işaretler bölge büyütme için watershed algoritmasına giriş olarak verilmektedir. Bölge birleştirme aşamasında hareket bilgisinden yararlanmak için aynı çalışmada önerilen optik akış kestirimi ve baskın hareket kestirimi ölçütü kullanılmıştır. Elde edilen nesnenin ilgin hareket parametreleri ile takibi sonucu hareketli nesne bölütlemesi tamamlanmıştır. [5]'de önerilen uzam-zamansal diğer bir yöntemde temel olarak arka arkaya gelen birkaç çerçevenin değişimi kullanılmaktadır. Eğer bir piksel belirlenen bir süre boyunca hareket vermiyorsa arkaplan imgesine aktarılır ve daha sonra her çerçeve bu arkaplan imgesi ile karşılaştırılır. Arkaplan imgesinden büyük farklılık gösteren pikseller önplan olarak işaretlenir diğer pikseller ise arkaplan olarak kabul edilmektedir. Son olarak

gürültülü bölgeleri yok etmek ve daha yumuşak nesne biçimi elde etmek için işleme sonrası aşamada morfolojik süzgeçler kullanılmıştır. Bu çalışmada ayrıca bir çok değişim algılama temelli yöntemin sorunu olan gölge etkisini aşmak için nesne biçimini koruyup, gölgeli bölgelerin üstesinden gelebilen morfolojik bir gradyan süzgeci kullanılmaktadır. [6]'da blok temelli mutlak fark kullanılarak arkaplan imgesi oluşturan bir uzam-zamansal yöntem önerilmektedir. Video konferans tipi video dizileri için geliştirilen bu yöntem video dizilerindeki kısmi duraklamaların önüne geçebilmektedir. Bu yöntemde arkaplan imgesinin oluşturulması sırasında kullanıcı yardımı gerekmektedir.

2. Önerilen Bölütleme Tekniği

Bu çalışmada önerilen bölütleme yönteminin blok şeması Şekil 1'de verilmiştir. Yöntem temel olarak ardışık işlem adımlarının mutlak farkının blok temelli olarak eşiklenmesi esasına dayanmaktadır. Blok temelli fark alma işleminden önce gürültü ve gölge etkisini azaltmak üzere imge çerçeveleri öncelikle Gauss, keskinleştirme ve gradyan süzgeçlerden geçirilmektedir. Blok temelli fark imgesini eşiklemek için kullanılacak eşik değeri çerçeve farkı kullanılarak uyarlamalı biçimde elde edilmektedir. Önplan olarak işaretlenen blokların sayısı belirli bir süre boyunca çok az değişim gösteriyorsa önplan nesnesini oluşturan blokların elde edildiği kararı verilmekte ve bu aşamada piksel ve blok temelli durağanlık haritası oluşturularak arkaplan imgesi ve kayıt maskesi güncellenmektedir. Kullanılan piksel temelli durağanlık haritası sayesinde önplan nesnesinin en dış bloklarında piksel temelli video nesnesi elde edilir. Son olarak nesne kenarlarının en dış piksellerinde polinomsal eğri uydurma kullanılarak yumuşak nesne kenarları elde edilmektedir.

2.1. Giriş İmgelerinin Süzgeçlerden Geçirilmesi

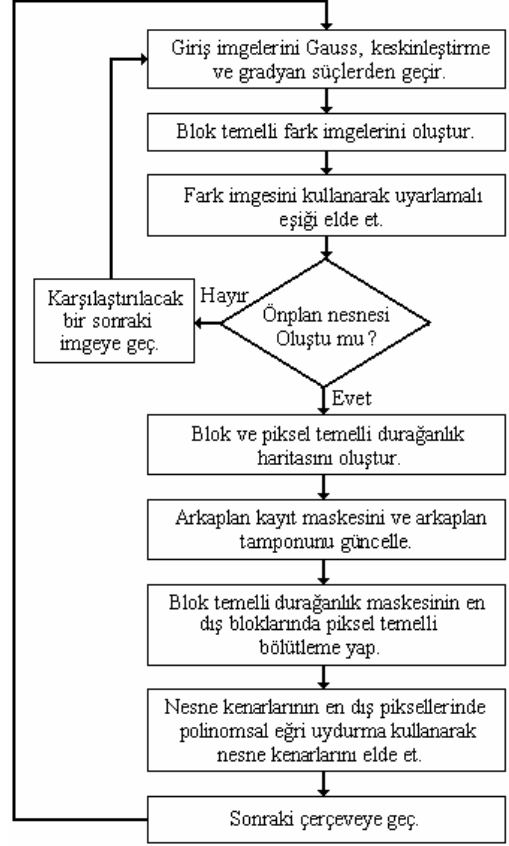
İmge çerçeveleri bölütleme aşamasından önce, gürültü ve gölge etkisini bastırmak üzere çeşitli süzgeçlerden geçirilmektedir. Bu amaçla öncelikle gürültü etkisinin üstesinden gelebilmek için 3x3 yapı elemanı kullanılarak Gauss süzgeci ile imge çerçeveleri yumuşatılmaktadır. Gauss süzgeci için $\sigma = 0.5$ olarak seçilmiştir. Bu işlem sonrası kaybolan bazı detayları geri kazanabilmek amacıyla keskinleştirme süzgeci kullanılmaktadır. Böylelikle gürültü etkisi bastırılmış imge çerçeveleri elde edilmektedir. Gölge etkisinin bölütleme performansını düşürmesini engellemek üzere [5]'de önerilen gradyan süzgeci kullanılmaktadır.

$$G = (I \oplus B) - (I \ominus B) \quad (1)$$

Bu eşitlikte I, G ve B sırasıyla giriş imgesini, gradyan süzgeçten geçirilmiş imgeyi ve morfolojik operasyonlarda kullanılan 3x3 yapı elemanını göstermektedir. Şekil 2'de orijinal bir imge çerçevesi ve bu çerçevenin bahsedilen üç süzgeçten geçirilmiş hali verilmektedir.

2.2. Fark İmgesinin Oluşturulması ve Uyarlamalı Eşik Değerinin Üretilmesi

Fark imgeleri hali hazırda işlenmekte olan çerçeve ile karşılaştırma için kullanılacak olan bir sonraki çerçevenin blok temelli mutlak farkının eşiklenmesiyle oluşturulmaktadır.



Şekil 1 : Önerilen bölütleme tekniği için blok şeması



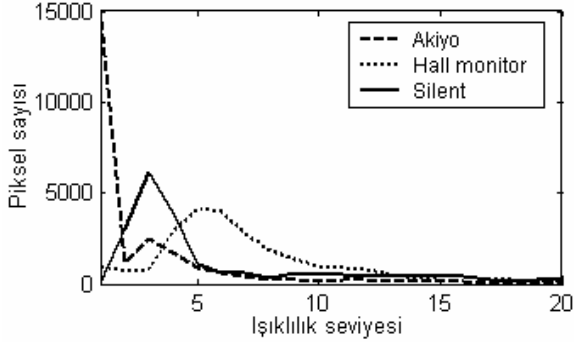
Şekil 2 : (a) "Mother & Daughter" #123 (b) Süzgeçlerden geçirildikten sonra "Mother & Daughter" çerçeve #123

Elde etme gürültüsü bulunan video dizilerinde piksel temelli fark imgesinin eşiklenmesi sonucunda arkaplanda gürültüden kaynaklanan açılmaların oluşabileceği gözlenmiştir. Eşik değeri artırılarak bu sorunun üstesinden gelinmemekte fakat bu durumda hareketli önplan nesnesinde bazı bölgelerin arkaplan olarak değerlendirilmesi engellenememektedir.

Blok temelli işlem yapılırken fark imgesi 4x4 bloklara bölünüp, her bir blok için tüm piksellerin ortalama değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanır ve her bir blok için ortalama ışıklılık değeri elde edilir. Bu sayede gürültü, bloklar içerisinde eritilebilir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde etme gürültüsünün artışıyla beraber fark imgesinin histogramında farklılıklar oluştuğu saptanmıştır. Şekil-3'de "Hall monitor" dizisinin 159. ve 160., "Akiyo" dizisinin 176. ve 200., ve "Silent" dizisinin 220. ve 245. çerçevelerinin mutlak farklarından oluşan imgelerin histogramları verilmektedir.

Histogram imgesinden çerçeveler arası aşırı bir hareketin bulunmadığı ancak çerçeve farkının Gauss dağılımına benzer bir yapı gösterdiği görülmektedir. Bu histogram bilgisi aşırı yerel hareket içermeyen iki imge çerçevesi için elde edildiğinden yaklaşık olarak kamera gürültüsünün dağılımı şeklinde ele alınabilir.

Uyarlamalı eşik değeri olarak fark imgesinin histogramının tepe noktasından belirli bir miktar düşüş olduğu ışıklılık değeri kullanılmaktadır. Böylelikle kamera gürültüsünün üstesinden gelebilecek kadar büyük ancak nesne hareketini kaybetmeyecek kadar küçük bir eşik değeri belirlenmektedir.



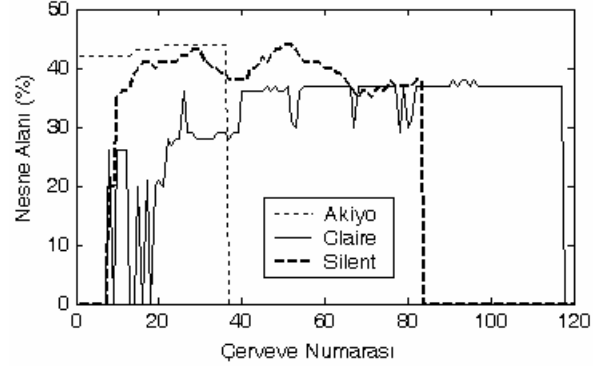
Şekil 3 : Fark imgelerinin histogramları.

Önerilen yöntem ile uzun süre hareketsiz kalan ve türdeş dokulu bölgeler içeren video nesnelerinin de bölütlenbilmesi için 150 çerçevelik bir tampon kullanılmaktadır. Tampon, bölütlenecek çerçeve ile takip eden çerçevelerin blok temelli mutlak farkları kullanılarak oluşturulmaktadır. Blok temelli tampondan uyarlamalı eşik kullanılarak aday önplanlar yaratılmaktadır. Aday önplanların imge çerçevesinde kapladıkları alanının değişimi takip edilmekte, bu önplan bölgesinin fazla değişim göstermediği 35 çerçevelik bölgede durağanlık maskeleri oluşturulmaktadır.

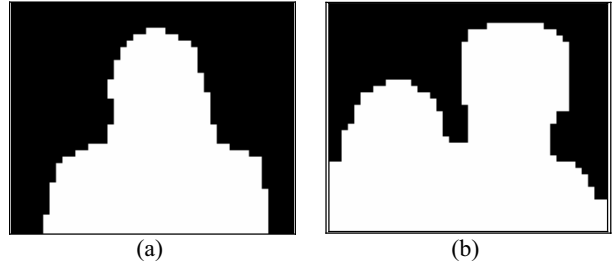
Şekil-4'de karşılaştırma işlemi ilerledikçe "Akiyo", "Silent" ve "Claire" video dizilerindeki hareketli blokların toplam alanlarının değişimini gösteren grafik verilmiştir. 35 çerçeve boyunca önplan bölgesinde aşırı değişim görülmemesi durumunda önplan nesnesinin oluştuğuna karar verilip bu hesaplama sonraki çerçeveler için yapılmamaktadır.

2.3. Durağanlık Haritasının Oluşturulması

Duranlık haritası bir bloğun ne kadar süre ile hareketsiz kaldığını göstermek üzere oluşturulmaktadır. Böylelikle arkaplan kaydı tutulacak bloklara karar verilmesi hedeflenmektedir. Durağanlık haritasının oluşturulduğu 35 çerçevenin tamamında hareketsiz kalan bloklar arkaplan olarak işaretlenip bu bloklara ilişkin arkaplan tamponundaki veriler güncellenmektedir. Şekil-5'de "Silent" ve "Mother & Daughter" video dizileri için oluşturulan durağanlık haritalarının 35 ile eşiklenmesi sonucu elde edilen ikili maskeler görülmektedir. Bu şekildeki "Mother & Daughter" dizisinin 245. çerçevesi için oluşturulan eşiklenmiş durağanlık maskesi 68 çerçeve geri gidilmesi gerekirken, "Akiyo" dizinin 200. çerçevesi için sadece 35 çerçeve geri gitmek yeterli olmaktadır.



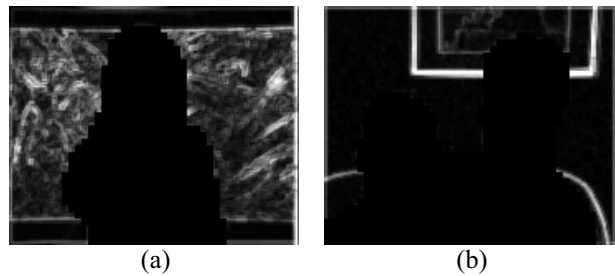
Şekil 4 : Aday önplan blokların kapladığı toplam alan



Şekil 5: (a) "Akiyo" #200 (b) "Mother & Daughter" #245

2.4. Arka Plan Kayıt Maskesi ve Arka Plan Tamponunun Güncellenmesi

Arka plan kayıt maskesi ve arka plan tamponu durağanlık haritası maskesinden gelen bilgilere göre sürekli olarak güncellenmektedir. Herhangi bir blok için herhangi bir zamanda, duranlık haritası maskesinden arkaplan bilgisi gelmiş ise o blok arkaplan kayıt maskesine kaydedilmektedir. Arkaplan kayıt maskesine atılan bloklar bölütleme bitene kadar arkaplan olarak ele alınmaktadır. Bu noktada arkaplana giren önplan blokların, ilgili çerçeveler için önplan olarak gösterilmesini sağlamak üzere arkaplan imgesi ile süzgeçten geçirilmiş imgenin farkı (bundan sonra arkaplan fark imgesi olarak adlandırılacaktır) kullanılmaktadır. Belirli bir eşik değeri geçen bloklar nesne maskesinde önplan olarak işaretlenmektedir.



Şekil 6: Arka plan tamponları : (a) "Silent". (b) "M&D"

Arkaplan tamponunda arka plan bilgisi içeren blokların süzgeçlenmiş ışıklılık değerleri saklanmaktadır. Arkaplan tamponunda bir blok için güncelleme yapılabilmesi için o bloğun arkaplan kayıt maskesinde ve blok temelli durağanlık haritasında arkaplan bilgisi bulundurulması gerekmektedir.

İşlem kolaylığı açısından arkaplan tamponuna süzgeçlenmiş imge blokları kaydedilmektedir. Şekil-6'da "Silent" ve "Mother & Daughter" video dizileri için oluşturulan arka plan tamponları görülmektedir.

2.5. Nesne Maskesinin Elde Edilmesi

Nesne maskesinin oluşturulabilmesi için elde edilen tüm maskeler değerlendirilmektedir. Bir bloğun arkaplan kayıt maskesinde arkaplan bilgisi yok ise, durağanlık haritasından hareketli olduğu bilgisi gelmesi o bloğun önplan olması için yeterli olmaktadır. Arkaplan kayıt maskesinde bir blok için arkaplan bilgisi var ise arkaplan fark imgesine bakılmaktadır. Bu fark imgesi uyarlamalı eşik kullanılıp eşiklenerek arkaplan fark maskesi oluşturulmaktadır. Arkaplan fark maskesinde herhangi bir blokta önplan bilgisi var ise bu arkaplana giren bir nesne bölgesine karşılık gelmektedir ve önplan olarak gösterilmektedir.

Nesne tespiti ile blok temelli maske elde edildikten sonra nesne kenarlarında piksel temelli bölütleme yapılmaktadır. Piksel temelli maskede yumuşak geçişler oluşturabilmek için nesne kenarlarına düşük dereceli polinomsal eğri uydurma yöntemi uygulanarak her bir pikselin yeni konumu belirlenmektedir.

3. Bölütleme Sonuçları

Önerilen bölütleme yöntemi video konferans türündeki "Akiyo", "Silent", "Mother&Daughter" ve "Claire" test dizilerinde denenmiştir. Test videolar QCIF biçimindedir. Yöntemle elde edilen bölütleme sonuçları bahsedilen video dizilerinin üç çerçevesi için Şekil-7'de verilmektedir. "Mother & Daughter" ve "Silent" dizileri için sonuçlar blok temelli, "Akiyo" ve "Claire" dizileri için piksel temelli verilmektedir. Sonuçlardan görüldüğü bölütleme sonrası elde edilen nesne kenarları orijinal nesne kenarlarına oldukça yakındır. Buradan bölütleme başarımının yüksek olduğu söylenebilir.

4. Sonuçlar ve İleriki Çalışmalar

Bu çalışmada video konferans tipi görüntü dizilerinde otomatik olarak nesne bölütlemesi gerçekleştirmek üzere uzam-zamansal bir teknik önerilmiştir. Önerilen yöntem, blok temelli mutlak farkı kullanıp arkaplan maskesi oluşturmaktadır. Maskenin oluşturulma aşamasında blok temelli çerçeve farkının eşiklenmesinde kullanılan eşik değeri uyarlamalı olarak çerçeve farkının histogram bilgisi kullanılarak elde edilmektedir. Böylelikle hem düşük hem de yüksek miktarda elde etme gürültüsü barındıran video dizileri için arkaplan maskesinin sorunsuz şekilde oluşturulması sağlanmaktadır. Ayrıca arkaplan maskesinin oluşturulmasında kaç çerçevenin kullanılacağına önplan nesnesinin çerçeve içerisinde kapladığı alanın değişimi değerlendirilerek karar verilmektedir. Arkaplan maskesi ve arkaplan tamponu kullanılarak oluşturulan blok temelli önplan nesnesinden yumuşak geçişlere sahip video nesnesi elde edebilmek için video nesnesinin kenar bloklarında piksel temelli değişim algılama ve polinomsal eğri uydurma kullanılmaktadır. Bölütleme performansını artırmak için polinomsal eğri uydurmanın uyarlamalı olarak gerçekleştirilmesi konusunda çalışmalar devam etmektedir. Yöntem özellikle tek video nesnesini bulmak amaçlı geliştirildiğinden birden fazla bağımsız video nesnesinin bulunması için çeşitli eklentiler gerekmektedir.

5. Kaynakça

- [1] O. Urhan , "Video İçin Nesne Bölütlemesi", Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme A.D., 2003.
- [2] D. Zhang, and G. Lu, "Segmentation of Moving Object in Image Sequence : A Review", Circuits, Systems and Signal Processing (Special Issue on Multimedia Communication Services), 20(2), pp.143-183, 2001.
- [3] P.H.S. Torr, "Motion Segmentation and Outlier Detection", Ph.D Thesis, University of Oxford, 1995.
- [4] D. Zhong, and S.F. Chang, "An Integrated Approach for Content-Based Video Object Segmentation and Retrieval", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Tech., Vol. 9, No:8, pp. 1259-1268, 1999.
- [5] S.Y. Chein, S.Y. Ma, and L.G. Chen, "Efficient Moving Object Segmentation Algorithm Using Background Registration Technique", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No: 7, pp. 577-586. 2002.
- [6] O.Urhan ve S. Ertürk "Arkaplan Kaydına Dayanan Blok Bazlı Hızlı Video Nesne Bölütlemesi" , 11. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU'2003) Bildirileri Kitabı, 18-20 Haziran 2003, İstanbul, TÜRKİYE, pp. 335-338.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK tarafından EEEAG103/007 nolu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.



Şekil 7: Bölütleme sonuçları