

## DESEN TABANLI İLĞİ BÖLGESİ TESPİTİ

**Dz.Kd.Yzb.Mesut GÜNEY, Yrd.Doç.Y.Müh.Kd.Bnb. Nafiz ARICA**

Deniz Harp Okulu, Bilgisayar Mühendisliği Bölüm Başkanlığı  
Tuzla, İstanbul, Türkiye  
mguney@dho.edu.tr , narica@dho.edu.tr

### Özetçe

*Bu çalışmada, çok sayıda bilgisayarla görme uygulamasında kullanılan ilgi bölgelerinin üst düzey imge özniteliklerine dayalı olarak tespit edilmesi önerilmektedir. Bu amaçla, Maksimum Durağan Uç Bölgeler yaklaşımı, imge noktalarının desen bilgisi kullanılarak genişletilmiştir. Değişik ölçek ve yönelimdeki süzgeçler ile imgenin evrişimi sonucunda elde edilen çok boyutlu nokta öznitelikleri kullanılarak etrafından daha farklı desene sahip imge bölgeleri çıkarılmıştır. Literatürde kullanılan deney düzeneği ile önerilen yaklaşımın tekrarlanabilirlik ve eşleştirilebilirlik oranları, sadece gri-ton ve renk bilgisi kullanan diğer çalışmalarla karşılaştırılmış ve özellikle farklı desen bilgisine sahip bölgeler içeren imgelerde daha yüksek oranlar elde edilmiştir.*

## TEXTURE BASED INTEREST REGION DETECTION

### Abstract

*In this study, we propose to detect interest regions based on high level image features. For this purpose, Maximally Stable Extreme Regions (MSER) approach is extended using the texture information of image pixels. After the image is convolved with the filters of various scales and orientation, each pixel is represented by the responses to those filters. The regions with different textures than their vicinity are detected using high dimensional pixel features. The proposed approach is evaluated in terms of repeatability and matching scores using an experimental setup in the literature. It outperforms the intensity and colour based studies, especially in the images containing textured regions.*

**Anahtar Kelimeler:** İlgi alanı tespiti, Maksimum stabilite  
**Keywords:** Interest region detection, Maximum stability

## **1. GİRİŞ**

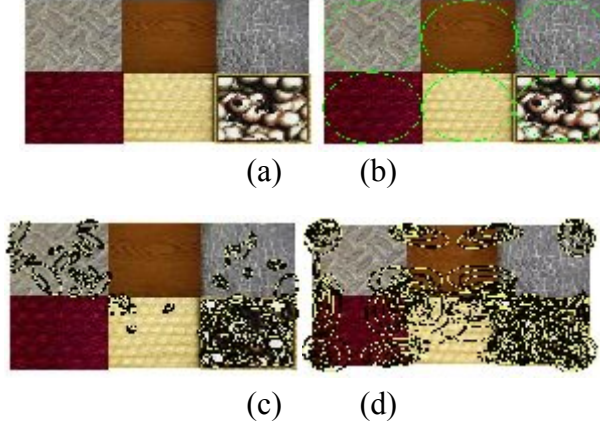
İmgelerde, bir kısım dönüşüme karşı değişmeyen özel bölgelerin bulunması bilgisayarla görmede önemli bir yer tutmaktadır. Söz konusu bölgeler nesne sınıflandırma, geniş taban çizgili stereo (wide-baseline stereo), büyük veritabalarında imge erişimi, model tabanlı tanıma gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılırlar. Genellikle ilgi bölgesi olarak adlandırılan bu bölgelerin bulunmasındaki amaç; bir sahnenin farklı geometrik ve fotometrik şartlarda elde edilen imgelerinde bulunan ilgi bölgelerinin aynı yüzey parçalarına denk gelerek birbirleriyle eşleştirilebilmesidir. Tipik bir eşleştirme uygulaması ilk olarak imgeler üzerinde ilgi bölgelerinin tespit adımıyla başlar. Daha sonra bölgelere karşılık gelen imge parçaları örneklenerek her birinden betimleyici vektörleri çıkarılır. Son adımda, bu betimleyici vektörler ile referans betimleyiciler karşılaştırılarak eşleştirilirler.

Literatürdeki önemli çalışmalar arasında Harris-İlgin [1] ve Hessian-İlgin [1] yöntemleri, önce ölçek uzayında ilgi noktaları bulur, daha sonra her nokta için eliptik bölge tanımlar. İlgi noktaları Harris veya Hessian tespit yöntemleriyle bulunur ve her ikisinde de ölçek seçimi Laplace tabanlıdır. Daha sonra her nokta için eliptik bölge şekli, gri ton gradyanının ikinci moment matrisi kullanılarak hesaplanır. Tuytelaars ve Van Gool tarafından önerilen yöntem ise kenar bilgisinin değişik bakış açısı, ölçek ve ışıklandırma şartlarında daha durağan bir özellik olduğu görüşüne dayalıdır [2]. Kenar tabanlı bu yöntemde çeşitli ölçeklerde köşe noktaları bulunduktan sonra bu noktaların bağlı olduğu kenarlar takip edilerek ilgi bölgeleri tespit edilir. Aynı araştırmacılar tarafından önerilen diğer bir çalışmada köşe noktaları yerine imgede gri seviyesinin en yüksek olduğu noktalar kullanılır [3]. Söz konusu uç noktalar etrafında her yönde ilerleyerek gri seviye değişiminin arttığı sınırlar bulunur ve ilgi bölgeleri tayin edilir. Algısal belirginlik (saliency) tabanlı çalışmada, imge üzerindeki tüm noktalar etrafındaki eliptik bölgede gri seviye olasılık yoğunluk fonksiyonunun entropisi hesaplanır [4]. Her noktayı çevreleyen değişik parametrelere sahip elipsler arasında farklı ölçeklerde entropinin maksimum olduğu elips parametreleri aday olarak kaydedilir. Daha sonra tüm elipsler olasılık yoğunluk fonksiyonu türevinin büyüklüğüne göre

## *Desen Tabanlı İlgi Bölgesi Tespiti*

sıralanarak en yüksek değere sahip belirli sayıda eliptik bölge özel bölge olarak alınır. Diğer bir çalışmada ise Maksimum Durağan Uç Bölgeler (Maximally Stable Extremal Regions-MSER) önerilmekte ve bir imgenin tüm eşik değerlerinde bulunan ikili sürümlerindeki bağlı bileşenler ilgi bölgesi olarak tanımlanmaktadır [5].

Yukarıda anlatılan ilgi bölgesi bulma yöntemleri, çeşitli geometrik ve fotometrik bozulmalara uğramış değişik tipteki imgeler üzerinde tekrarlanabilme ve eşleştirilebilme ölçütlerine göre test edilerek karşılaştırılmıştır [6]. Deneyle sonuçunda tüm imge tiplerinde ve dönüşümlerin tamamında diğerlerini geçen bir çalışma olmamasına rağmen en başarılı yöntemin MSER [5] olduğu, hemen arkasından Hessian-İlgin [1] yönteminin geldiği değerlendirilmiştir. Her iki yöntemde de sonuç olarak etraftan daha karanlık veya daha parlak imge parçaları (blob) ve sırt (ridge) bölgeleri ilgi bölgeleri olarak belirlenmektedir. Ancak desenli imgelerde söz konusu bölgelerin bulunması, desen içinde deseni oluşturan ufak anlamsız imge parçalarını çıkarmakta ve küçük bozulmalarda bölgelerin tekrarlanabilirliğini ve eşleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Şekil-1'de verilen örnek desenli imgede, MSER ve Hessian-İlgin algoritmaları aynı desene sahip imge parçaları içinde çok sayıda bölge bulmaktadır. Ancak aynı imge için insan görme sistemi imgeyi sadece altı farklı desen olarak değerlendirmektedir.



Şekil 1: Desenli imgelerde ilgi bölgeleri. a) Desenli imge b) İnsan Görme Sistemi tarafından tespit edilen 6 farklı imge bölgesi, c) MSER ilgi bölgeleri d) Hessian ilgi bölgeleri

Bu çalışmada, ilgi bölgeleri bulunmasında blob tanımı; etrafından daha farklı desene sahip imge parçaları olarak genişletilerek, imgelerin özellikle desenli bölgelerinde daha mantıklı ilgi bölgelerinin bulunması için yeni bir yöntem önerilmektedir. Bu amaçla, imge noktaları sadece gri seviye bilgisiyle değil noktaların belirli komşuluğundaki desen bilgisiyle tanımlanarak MSER yaklaşımı daha üst düzey bilgiye sahip yüksek boyutlu nokta vektörlerine uyarlanmıştır. Önerilen yöntemin uygulamasında, [7]'de geliştirilen renk bilgisine dayalı Maksimum Durağan Renkli Bölgeler (Maximally Stable Colour Regions-MSCR) algoritması genişletilmiştir. Performans ölçümünde [6]'daki deney düzeneği kullanılarak diğer çalışmalarla karşılaştırılmış ve özellikle desenli bölgeler içeren imgelerde daha yüksek tekrarlanabilirlik ve eşleştirilebilirlik oranları elde edilmiştir.

Makalenin ikinci bölümünde önerilen yaklaşımın altyapısını oluşturan Maksimum Durağan Bölgeler mantığı MSER ve MSCR algoritmaları ile özetlenmekte, üçüncü bölümde önerilen yöntem ve desen öznelikleri çıkarılması anlatılmaktadır. Deneysel sonuçların dördüncü bölümde açıklanmasından sonra son bölümde sonuç ve gelecekteki çalışmalar verilmektedir.

## **2. MAKSİMUM DURAĞAN UÇ BÖLGELER**

Bir “maksimum durağan uç bölge” (MSER), uygun şekilde eşiklenmiş imgenin bağlı bileşeni olarak tanımlanabilir. Burada, “uç” (extremal) kelimesi MSER içindeki tüm noktaların bölge sınırındaki tüm noktalardan daha karanlık veya daha aydınlık olması özelliğini ifade etmektedir. “Maksimum durağan” (maximally stable) ise eşik seçim işlemindeki eniyileme özelliğidir. Sonuç olarak, tüm eşik değerlerinde çıkarılan bağlı bileşenler arasında en fazla eşik aralığında durağan olan bölgeler maksimum durağan uç bölgeler olarak alınır [5].

Yöntemin uygulanmasında; imge noktaları parlaklık değerine göre sıralandıktan sonra artan veya azalan sırayla noktalar imgeye yerleştirilir. Bu işlem sırasında bileşen bölgeler ve alanları union-find algoritması ile bulunarak bir listede saklanır. Eşiklemenin her aşamasında, iki bölgenin birleşimi ile küçük olan bölge büyük olan bölgeye dahil edilir ve küçük olan bölge listeden çıkarılır. Eşik değeri azaltılıp/arttırıldıkça bölgenin alanındaki değişimin en az olduğu eşik değerleri maksimum durağan uç bölgeleri üreten eşik aralıkları olarak seçilir.

Matematiksel ifadeyle; tüm eşik değerlerinde bulunan bağlı bileşenlerin oluşturduğu uç bölgeler kümesinde, birbirini içeren bölgeler dizisini  $Q_1, \dots, Q_{i-1}, Q_i, \dots$  şeklinde gösterebiliriz. Bu dizide  $Q_i \subset Q_{i+1}$  şartını sağlamaktadır. Dizi içerisindeki  $Q_{i^*}$  uç bölgesinin maksimum durağan olarak seçilebilmesi için;

$$q(i) = |Q_{i \pm \Delta}| / |Q_i| \quad (1)$$

ifadesinin  $i^*$  değerinde yerel minimum olması gerekir. Bu ifadede  $|\cdot|$  bölge alanını göstermekte,  $\Delta$  değeri ise yöntemin bir parametresi olarak verilmektedir. Ayrıca  $\pm$  işareti hem azalan hem de artan eşik değerleri için yerel minimumların bulunacağını gösterir. Bir başka deyişle; etrafına göre hem daha açık bölgeler hem de daha koyu bölgeler bulunur. Bu işlem, uç bölgeler kümesindeki birbirini içeren tüm bölgeler dizisi üzerinde yapılarak maksimum durağan uç bölgeler çıkarılır.

Gri seviyeli imgeler için geliştirilen Maksimum Durağan Uç Bölgeler mantığı, [7]'de renkli imgelere uygulanacak şekilde genişletilmiştir. Önerilen yöntemde, yığılmalı (agglomerative) kümeleme esas alınarak

benzer renge sahip komşu imge noktaları adım adım kümelendirilirler. Kümeleme işlemi için dörtlü veya sekizli komşuluktaki noktaların birbirlerine olan renk uzaklıkları bir listede saklanır. Algoritmanın her adımında,  $t \in [0...T]$ , imge noktaları aşamalı olarak etiketlenir. İmge noktalarının koordinat uzayı  $\Omega = [1...L] \times [1...M] \subset Z^2$  olarak, etiketler kümesi ise  $\mathbb{N}$  şeklinde gösterilirse, her bir aşama  $E_t : \Omega \rightarrow \mathbb{N}$  eşleşmesi olarak ifade edilir. Etiketleme sonucunda, aynı etikete sahip birbirine bağlı noktalar imge uç bölgelerini belirler. İmge uç bölgesine ait tüm komşu noktaların birbirine uzaklığı, söz konusu adım için hesaplanan bir eşik değerinden,  $d_{thr}(t)$ , daha düşük olması gerekir. Renk uzayında imge noktaları uzaklığı, ki-kare uzaklığı ile hesaplanır. Bu yaklaşımda, her hangi bir adımdaki etiketlenmiş imge, [5]'de önerilen eşiklenmiş ikili imgenin genelleştirilmesi olarak değerlendirilebilir. Başlangıçta,  $E_0$  etiket imgesinde tüm değerler 0 olarak etiketlenir.  $E_t$  etiket imgesinde  $d_{thr}(t)$ 'dan daha düşük uzaklığa sahip tüm komşu noktaların yeni bölge olarak etiketlenmesiyle  $E_{t+1}$  etiket imgesi elde edilir.

İmge noktaları arasında uzaysal ilinti nedeniyle, tüm komşu noktaların birbirine olan uzaklıkları birörnek (uniform) dağılıma sahip değildir. Uzaklıkların önemli bir çoğunluğu küçük değerlere sahipken çok az sayıda büyük uzaklık değeri mevcuttur. Bu sebeple her adımda eşik değeri doğrusal olarak arttırılırsa başlangıçta çok hızlı sayıda etiket değişimi olurken adımların sonlarına doğru çok sayıda noktanın etiketleri değişir. Her adımda eşit sayıda imge noktasının etiketini değiştirmek amacıyla; imgedeki tüm komşu noktalar arasındaki uzaklık değeri rastgele değişken olarak alınır ve eşik değerleri bu rastgele değişkenin olasılık dağılım fonksiyonunun (Cumulative Distribution Function-CDF) düzenlenilmiş tersine göre değiştirilir. Renkli imgeler için ki-kare CDF;

$$c_3(x) = -\sqrt{\frac{4x}{\lambda\pi}} e^{-x/\lambda} + \operatorname{erf}\left(\sqrt{x/\lambda}\right) \quad (2)$$

### *Desen Tabanlı İlgı Bölgesi Tespiti*

ile hesaplanır. Burada  $\mu = 3\lambda/2$ 'dir ve örnek kümesinin ortalaması alınarak kestirilebilir. Sonuç olarak, ortalama kestiriminden sonra eşik değerlerini bulmak için;

$$d_{thr}(t) = c^{-1}(t/T) \quad t \in [0, T] \quad (3)$$

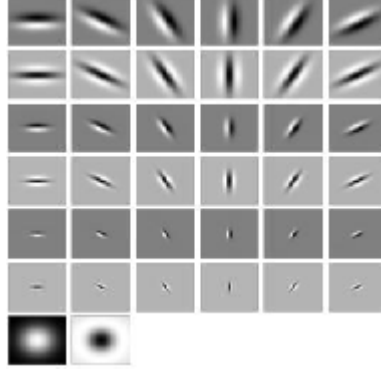
kullanılır. Adım sayısı  $T=200$  olarak alınır. Daha sonra, her adımda  $d_{thr}(t)$  değeri arttırıldıkça tespit edilen uç bölgelerin alan değişimleri kontrol edilerek maksimum durağan olanlar belirlenir. Ayrıca maksimum durağan uç bölgeler arasından alan büyüklüğü belirli bir değerden ufak olanlar ile ince ve uzun olanlar elenir.

### **3. ÖNERİLEN YÖNTEM: DESEN TABANLI MAKSİMUM DURAĞAN UÇ BÖLGELER (MSTR)**

Önerilen yöntemde, ilgi bölgelerinin üst düzey imge özniteliklerine dayalı olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple imge blobları, etrafından daha farklı desene sahip imge parçaları olarak tanımlanmaktadır. İmgelerde söz konusu bölgelerin bulunması için öncelikle imge noktalarının belirli komşuluğundaki örüntülerle ilişkilendirilmesi gerekir. Bu amaçla imge, farklı ölçek ve yönelimdeki süzgeçlerle evriştirilerek imge noktaları çok boyutlu özniteliklerle betimlenirler. Süzgeç yanıtları, nokta öznitelik vektörünün elemanlarını teşkil eder.

Bu çalışmada kullanılan süzgeç bankası [8]'de önerilen 38 farklı süzgeçten oluşmaktadır. Maximum Response (MR8) olarak adlandırılan bu süzgeç bankası, 38 süzgeç kullanılmasına rağmen sadece 8 adet süzgeç yanıtı içerir. Süzgeç bankası çoklu yönelimdeki süzgeçlere sahip olsa da tüm yönelimler arasında süzgeç yanıtı en fazla olan kaydedilir. Bu da dönmeye karşı değişmezliği sağlar. Şekil-2'deki süzgeç bankası bir adet Gauss süzgeci, bir adet Gauss Laplace süzgeci, 3 farklı ölçekteki bir kenar süzgeci ve yine aynı 3 ölçekte bir bar süzgeci içerir. Kenar ve bar süzgeçleri yönelimlidir ve her bir ölçekte 6 yönelimden oluşturulur. Tüm yönelimlerdeki sadece maksimum süzgeç yanıtı alınarak 38 (2 adet yönelimli (kenar ve bar) süzgeç için 3 ölçekte 6 yönelimde süzgeç ve 2

izotropik süzgeç) olan yanıt sayısı 8'e (2 adet yönelimli süzgeç için 3 ölçekte süzgeç ve 2 izotropik süzgeç) indirgenir. Ayrıntılı bilgi [8]'de bulunabilir.



Şekil 2: MR8 süzgeç bankası 38 adet süzgeç, fakat sadece 8 adet süzgeç yanıtı içerir.

İmge noktaları belirli komşuluktaki desen bilgisiyle betimlendikten sonra Maksimum Durağan Uç Bölgeler yaklaşımı kullanılarak desen blobları çıkarılır. Önerilen yöntemin gerçekleştirilmesinde önceki bölümde anlatılan Maksimum Durağan Renkli Bölgeler (Maximally Stable Colour Regions-MSCR) [7] algoritması genişletilerek yüksek boyutlu nokta vektörlerine uygulanır. Desen bilgisine dayalı bu yöntemde Maksimum Durağan Desen Bölgeleri (Maximally Stable Texture Regions-MSTR) adı verilir.

Önerilen yöntemde, [7]'de olduğu gibi algoritmanın her adımında yaklaşık eşit sayıda imge noktasının etiketini değiştirmek amacıyla  $n$  boyutlu desen özneliğine sahip imge noktaları arasındaki uzaklıkların ki-kare CDF'i;

$$c_n(x) = \int_0^x \frac{s^{(n-2)/2} e^{-s/2}}{2^{s/2} \Gamma(n/2)} ds \quad (4)$$



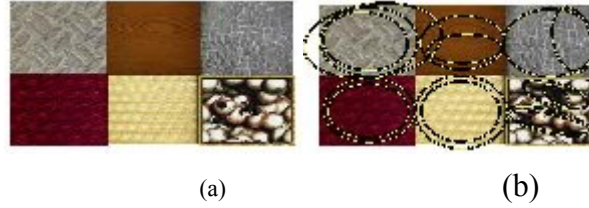
### Desen Tabanlı İlgi Bölgesi Tespiti

şeklinde tanımlanır. Burada  $\Gamma(\cdot)$  Gamma fonksiyonu, genelleştirilmiş çarpınım (factorial) fonksiyonudur. Adımlar arası eşik değerini hesaplamak için;

$$d_{thr}(t) = c_n^{-1}(t/T) = \{d_{thr}(t) : c_n(d_{thr}(t)) = t/T\} \quad (5)$$

kullanılır. Her adımda  $d_{thr}(t)$  değeri artırılarak benzer desene sahip imge bölgeleri (agglomerative) kümeleme yöntemiyle birleştirilirler.

Algoritma sonucunda çok fazla sayıda bölge bulunması nedeniyle %80'den fazla örtüşen bölgeler arasında eleme işlemi uygulanır. Ayrıca komşu nokta öznitelik vektörlerinin benzerlik ölçümü için Öklit uzaklığı kullanılır. Şekil-3'de ilk bölümde verilen örnek resim üzerinde MSTR yöntemiyle tespit edilen ilgi bölgeleri gösterilmektedir. Görüldüğü gibi farklı desene sahip bölgeler insan görme sistemine çok yakın bir şekilde çıkarılmaktadır.



Şekil 3: Desen Tabanlı İlgi Bölgesi Tespiti a) 6 deseni imge b) MSTR yönteminin tespit ettiği bölgeler

## 4. DENEYSEL SONUÇLAR

### 4.1.İMGE VERİ KÜMESİ

Deneyle kullanılan veri kümesi 6 farklı imgenin her birinin 5 değişik görüntüleme şartlarında elde edilen bir dizi imgeden oluşmaktadır[6]. Kullanılan fotometrik ve geometrik dönüşümler; bakış açısı değişimi, ölçek değişimi, bulanıklaştırma, JPEG sıkıştırma ve aydınlatmadır. Farklı görüntüleme şartları için bir referans 5 test imgesi mevcuttur.

### 4.2.TEKRARLANABİLİRLİK VE EŞLEŞTİRİLEBİLİRLİK ÖLÇÜMÜ

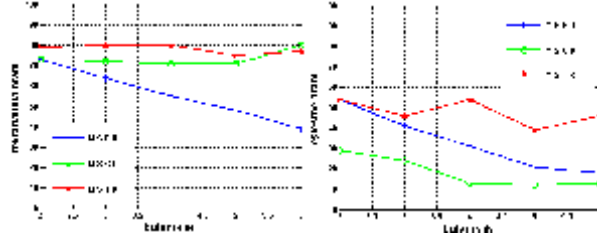
Tekrarlanabilirlik ve eşleştirilebilirlik ölçümlerinde [6]'da detayı anlatılan ölçme yöntemleri ve [9]'daki matlab kaynak kodları ile test imgeleri kullanılmıştır. Tekrarlanabilirlik deneyinde eğer farklı imgelerde bulunan bölgelerin birbirini kaplama hatası yeteri kadar küçükse, iki bölgenin karşılık geldiği düşünülür. Bir çift imge için tekrarlanabilirlik skoru karşılık gelen bölge sayısının imgelerden daha az bölgeye sahip imgedeki bölge sayısına oranıdır. Sadece her iki imgede mevcut imge parçasında bulunan bölgeler hesaba katılır ve bir imge her zaman referans imgedir.

Eşleştirme ölçümü yine referans imge ve setteki diğer imgeler arasında yapılır. Eğer kaplama hatası minimum ve %40'dan azsa eşleştirmenin doğru olduğu düşünülür. Her bir bölge için sadece tek bir eşleşme gerçekleşebilir. Eşleştirilebilirlik skoru doğru eşleşme sayısının, daha az bölgeye sahip imgedeki bölge sayısına oranı olarak hesap edilir. Bu ölçüm özneliklerin ayırt ediciliği hakkında bir fikir verir.

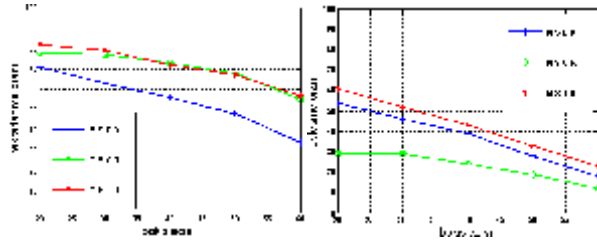


(a) (b) (c)

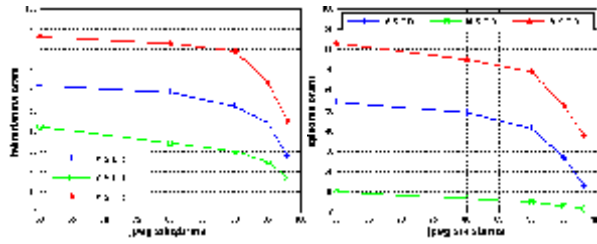
## Desen Tabanlı İlgili Bölgesi Tespiti



(d)



(e)



(f)

Şekil 4: Referans imgeler a) Bikes (Bulanıklık), b) Wall (Bakış açısı), c) UBC (JPEG sıkıştırma). Tekrarlanabilirlik (sol sütun) ve Eşleştirme Oranları (sağ sütun); d) Bikes, e) Wall, f) UBC.

Yapılan deneylerde özellikle şekil-4’de gösterilen desen içeren imgelerde bakış açısı, bulanıklık ve JPEG sıkıştırma değişimlerinde MSER ve MSCR’a göre %20’e varan daha yüksek tekrarlanabilirlik ve eşleştirme oranları elde edilmiştir. Homojen bölgeler içeren ve ayırt edici sınırlara sahip diğer 3 imgede ise yakın sonuçlar bulunmuştur.

Önerilen yöntemin gerçekleşmesinde, erişime açık olan [7]’in kaynak kodundan faydalanılarak, üzerinde yapılan değişiklik ve eklemelerle MSTR geliştirilmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada ilgi bölgeleri bulma problemi için desen tabanlı bir yöntem önerilmektedir. Önerilen yaklaşımda ilgi bölgeleri etrafından daha farklı desene sahip imge parçaları olarak tanımlanmaktadır. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak imge noktaları sadece gri seviye veya renk bilgisiyle değil noktaların belirli komşuluğundaki desen bilgisiyle betimlenerek Maksimum Durağan Uç Bölgeler yaklaşımı uygulanmıştır. Yapılan deneylerde özellikle farklı desen bölgelerine sahip imgelerde daha yüksek tekrarlanabilirlik ve eşleştirilebilirlik oranları elde edilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] K. Mikolajczyk, A. Zisserman, and C. Schmid. An affine invariant interest point detector. In *Proceedings of the 7th European Conference on Computer Vision*, Copenhagen, Denmark, 2002.
- [2] T. Tuytelaars and L. Van Gool. Content-based image retrieval based on local affinity invariant regions. In *Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, Hawaii, USA, pages 247-254, 2001.
- [3] T. Tuytelaars and L. van Gool. Wide baseline stereo matching based on local, affinity invariant regions. In *Proceedings of the 11th British Machine Vision Conference*, Bristol, UK, pages 412-425, 2000.
- [4] T. Kadir, A. Zisserman, and M. Brady. An affine invariant salient region detector. In *Proceedings of the 8th European Conference on Computer Vision*, Prague, Czech Republic, pages 345-457, 2004.
- [5] J. Matas, O. Chum, M. Urban, and T. Pajdla. Robust wide-baseline stereo from maximally stable extremal regions. In *Proceedings of the British Machine Vision Conference*, Cardiff, UK, pages 384-393, 2002.

## *Desen Tabanlı İlgi Bölgesi Tespiti*

- [6] K. Mikolajczyk, T. Tuytelaars, C. Schmid, A. Zisserman, J. Matas, F. Schaffalitzky, T. Kadir, and L. van Gool. A comparison of affine region detectors. *IJCV*, 65(1/2):43-72, 2005.
- [7] P.E. Forssen. Maximally Stable Colour Regions for Recognition and Matching. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition CVPR07*, Minneapolis, USA, June 2007.
- [8] M. Varma and A. Zisserman. A statistical approach to texture classification from single images, *International Journal of Computer Vision*, 2005.
- [9] Web-site. <http://robots.ox.ac.uk/~vgg/research/affine>.