

## Beyin MR Görüntülerinden Bilgisayar Destekli Tümör Teşhisi Sistemi Computer-aided Tumor Detection System Using Brain MR Images

Ali ARI<sup>1</sup>, Nuh ALPASLAN<sup>2</sup>, Davut HANBAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sürgü Meslek Yüksek Okulu  
İnönü Üniversitesi  
[ali.ari@inonu.edu.tr](mailto:ali.ari@inonu.edu.tr)

<sup>2</sup> Bilgisayar Mühendisliği  
İnönü Üniversitesi  
[nuh.alpaslan@inonu.edu.tr](mailto:nuh.alpaslan@inonu.edu.tr), [davut.hanbay@inonu.edu.tr](mailto:davut.hanbay@inonu.edu.tr)

### Özetçe

Günümüz teknolojisinde bilgisayar destekli tespit uygulamaları tıp alanına büyük katkılar sağlamayı başarmıştır. Bilgisayar destekli tespit sistemleri, görüntü işleme tekniklerini kullanarak, radyoloji uzmanlarına kitle tespiti konusunda yardımcı olmayı hedeflemektedir. Bu çalışmada, 3 boyutlu beyin MRI (Magnetic Resonance Imaging) görüntüleri üzerinde kitle tespit işleminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada izlenen basamaklar ön işleme aşaması, bölütleme aşaması, ilgi alanlarının belirlenmesi ve tümörlerin tespit edilmesi şeklindedir. Ön işleme ve bölütleme aşamalarındaki işlemler sonucunda elde edilen ilgi alanları etiketlenerek, özellik çıkarımı aşamasında bu ilgi alanlarının öznelikleri çıkarılmış ve son aşamada bu özneliklere göre ilgi alanlarının kitle olup olmadığı tespit edilmiştir. 13 hastaya ait 845 adet manyetik rezonans görüntü kesiti üzerinde uygulanan bu yöntem ile sistemin %86.39 sınıflandırma başarısı elde edilmiştir. **Anahtar Kelimeler**—BDT sistemi, morfolojik yapılandırma, biyomedikal görüntü işleme, kNN.

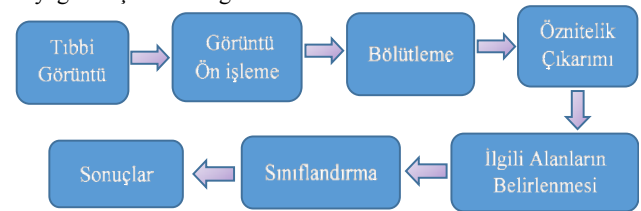
### Abstract

In today's technology, computer assisted detection applications have managed to make great contributions to the field of medicine. Computer assisted detection systems aim to help radiologist about mass detection by using image processing systems. In this study, it's aimed to carry out mass detection process on the images of 3D brain MRI (Magnetic Resonance Imaging). The steps followed in this study are the stage of pre-processing the stage of segmentation, identification of the areas of interests and identification of tumor. As a result of processing's in the stages of pre-processing and segmentation, obtained areas of interests are labelled and attributes of these areas of interests are extracted during the stage of attributes extraction and in the last stage, the areas of interests are identified as whether they are mass or not according to these attributes. With this method applied on 845 number of magnetic resonance image sections belonging to 13 patients, it has been achieved classification success with 86.39%. **Keywords:** CAD system, morphological reconstruction, biomedical image processing, kNN.

### 1. Giriş

Tümörler, genel anlamlarıyla herhangi bir hücrenin veya hücre gruplarının organizmanın kontrol mekanizmalarının tesirinden çıkıp hızlı ve anormal bir

çözümle ortaya çıkan kitlelerin genel adıdır[1]. Tümörler, birçok hastalığın en önemli belirtilerindedir. Bu hastalıklara neoplazma veya daha yaygın haliyle kanser denilmektedir. Tümörler, normal vücut hücrelerinin çeşitli dönüşümler ve bozulmaların sonucunda alışılmış fizyolojik işlevlerinin dışında kontrolsüz büyümesi sonucunda oluşmaktadır[2]. Tümör, en yaygın beyin rahatsızlıklarından birisidir. Bu sebepten beyin tümörlerinin teşhis ve tedavisi oldukça önemlidir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (World Health Organization –WHO) tahminlerine göre her yıl 400.000'den fazla kişide beyin tümörü saptanmaktadır [3]. Beyin tümörlerinin yaygın bir şekilde görülmesi sebebiyle, son yıllarda beyin tümörlerinin bilgisayar destekli sistemler ile otomatik tespit edilmesi üzerine birçok çalışma yapılmaktadır [4]. Bilgisayar destekli tespit sistemleri (BDT), ileri görüntü işleme ve görüntü tanıma teknikleri kullanılarak tıbbi görüntüleme süreçlerindeki tümör olabilecek olağandışı yapıları tespit etmeye ve radyologlara yardımcı olarak tanısal doğruluğun verimliliğini arttırmaya yarayan araçlardır. BDT sistemi ile elde edilen sonuç, radyologlara görüntünün analizi ve teşhis aşamasında yardımcı olmasının yanında radyologlara tümürlü bölgenin tam olarak nerede olduğu bilgisini de vermektedir. Bu çalışmada beyin MR görüntülerinde tümör tespiti için, bilgisayar destekli tespit mekanizması geliştirilmeye çalışılmıştır. Bilgisayar destekli sistemin blok diyagramı şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. BDT sisteminin blok diyagramı

Bu çalışmada ilk olarak beyin MR görüntüsü birtakım ön-ışlemlere tabi tutulur ve elde edilen imge uygun bir eşik değeri belirlenerek kitlenin bölütlenmesi sağlanır. Sonrasında bölütlenmiş görüntü birtakım morfolojik işlemlere tabi tutularak ilgili alanları tespit edilir. Üçüncü aşamada ise elde edilen ilgi alanlarına ait öznelikler elde edilir. Son olarak elde edilen öznelikler kNN ile sınıflandırılarak tümör tespiti işlemi gerçekleştirilir.

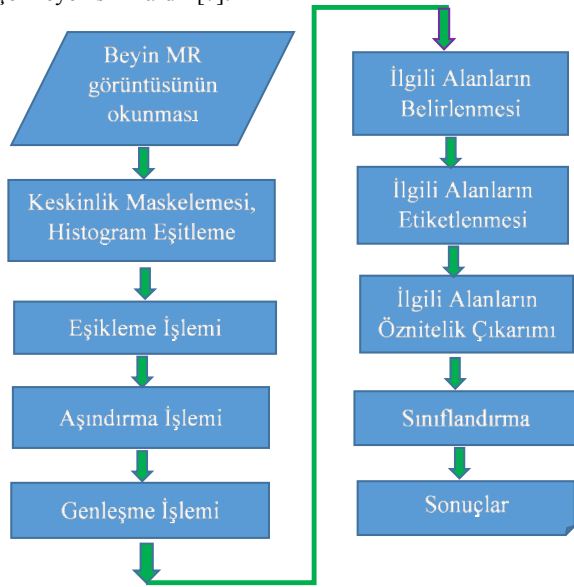
### 2. Bilgisayar Destekli Tespit Sistemi

Bilgisayar destekli tespit sistemi, tıbbi görüntülerdeki karmaşık ilişkileri analiz ederek bu ilişkilerden görüntüye ait yapılar hakkında karar mekanizması geliştirebilen sistemlerdir [5]. Genellikle bir BDT sistemi belirli bir hastalığı öğrenme ve

## Tıbbi Görüntüleme 1

1. Gün / 15 Ekim 2015, Perşembe

algılama için tasarlanmış ve optimize edilmiştir [6]. Çalışma kapsamında beyin MR görüntülerindeki tümörlerin tespit çalışmaları şekil 2'de görülen BDT basamakları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ilk olarak beyin MR görüntüsü iyileştirme amacıyla gürültü temizleme ve histogram germe ön-işlemlerine tabi tutulur. Kitle tespiti için uygulanan ikinci aşama ise uygun bir eşik değeri belirlenerek kitlenin bölütlenmesi ve bölütlenmiş görüntünün birtakım morfolojik işlemlere tabi tutularak ilgili alanın tespit edilmesidir. Üçüncü aşama ise elde edilen ilgi alanlarına ait öznelik çıkarımıdır. Son aşama ise elde edilen özneliklere göre gruplara ayrılmak amacıyla ilgi alanlarının sınıflandırılması ve tümör tespiti işleminin gerçekleştirilmesidir. Beyin MR görüntüleri ki ana sınıftan meydana gelmektedir. Bu sınıflar kitle içeren ve kitle içermeyen sınıflardır [7].



Şekil 2. BDT çalışmasında izlenen basamak ve kullanılan yöntemler

### 3. Yöntem

#### A. Ön işleme

Bu çalışmada ön-işleme aşamasında, kitle olabilecek bölgelerin daha belirgin hale getirilmesi ve başarılı bir bölütleme işlemi gerçekleştirmek için histogram eşitleme uygulanır. Histogram eşitleme işlemi temel olarak histogramın geniş bir bölgeye yayılmasını ifade eder. Böylece renk seviyelerinin aralığı genişletilerek görüntünün daha iyi analiz edilebilmesi sağlanmış olunur. Bundan sonra gürültü kaldırma amacıyla median filtre uygulanır.

#### B. Bölütleme

Görüntü işleminin gösterim ve tanılama aşamalarına görüntüyü hazırlama işlemidir. Bu anlamda görüntü bölütleme, bir görüntüyü her biri içerisinde farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayırmak olarak ifade edilebilir[8]. Bu özellikler örneğin, görüntü içerisindeki benzer parlaklıklar olabilir ve parlaklıklar ilgili görüntünün farklı bölgelerindeki nesnelere temsil edebilir[9]. Görüntü genel özelliklerine göre arka plan, doku alanı gibi kısımlara ayrılmaktadır. Bölütleme işlemi ile kitle olabileceği ihtimali olan bölgeler görüntüden ayrılmaktadır. Bu bölgeler ilgi alanı (İA) olarak adlandırılmaktadır. İlgili alanları, OTSU yöntemi ile elde eşik değeri ile arka plandan ayırılır [10].

#### C. İlgili Alanların Belirlenmesi

Şüpheli kitle tespiti ile birlikte çeşitli gürültüler de bu kitle ile beraber gelmektedir. Bu aşamada morfolojik açma ve kapama işlemleri uygulanarak bu gürültüler ortadan kaldırılır ve şüpheli kitle adayları elde edilir. Tümör yapısının belirlenmeye çalışılması aşamasında normal yapıların da sorgulanması performans ve zaman kaybına yol açan bir işlemdir [11].

#### D. Öznelik Çıkarımı

Bu aşamada, beyin MR görüntüsünden elde edilen ilgi alanlarına ait öznelikler elde edilir. Genel olarak kitleler düzensiz bir şekle sahiptir. Dolayısıyla öncelikle kitlenin kenarları tespit edilmeli ve buna göre kitle hakkında yorum yapılmalıdır. Şüpheli dokuya ait kenarların bulunması için bu çalışmada sobel kenar bulma yöntemi kullanılmıştır. Kenarların ne kadar düzenli olduğunu tespit etmek için aşağıdaki özneliklerden yararlanılmıştır.

#### Varyans

Varyans, kitlenin dağılımının merkezle olan uzaklığını ölçerek kitlenin yuvarlaklığı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Varyans denklemi, denklem (1) ile verilmiştir[12].

$$Varyans = \frac{\sum_{i=0}^N (dn_i - dn_{ort})^2}{N-1} \quad (1)$$

#### Pürüzsüzlük

Pürüzsüzlük noktalar ile merkez arasındaki uzaklığın ani değişimini tespit etmede kullanılmaktadır. Pürüzsüzlük denklemi, denklem (2) ile verilmiştir[12].

$$(x) = \frac{1}{N} * \sum_{i=0}^{N-1} |d n_i - d n_{i+1}| \quad (2)$$

#### Çarpıklık (Skewness)

Görüntüde merkezi bir nokta seçilir ve bu noktanın sağındaki ve solundaki görüntü aynı ise verinin simetrik olduğu sonucu elde edilir. Tek değişkenli veriler için çarpıklık denklemi, denklem (3) ile verilmiştir[13].

$$g_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^3 / N}{s^3} \quad (3)$$

$\bar{Y}$  : Ortalama

$s$  : Standart sapma

$N$  : Veri nokta sayısı

#### Basıklık (Kurtosis)

Verinin düzgünlük dağılımını ifade etmektedir. Tek değişkenli veriler için kurtosis formülü, denklem (4) ile verilmiştir[13].

$$g_2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^4 / N}{s^4} \quad (4)$$

#### Gri Eşikleme Seviyesi

Beyin MR görüntüsündeki beyazlık seviyesinin kanser üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Bu değer arttıkça kitlenin kötü huyluluğu olma ihtimali yükselir. Bu nedenle görüntüye ait gri eşikleme seviyesi bir öznelik olarak kullanılmaktadır.

**Tıbbi Görüntüleme 1**

1. Gün / 15 Ekim 2015, Perşembe

**E. Sınıflandırma**

Son aşama olan sınıflandırma aşamasında ise MR görüntülerine ait elde edilen öznelikler kullanılarak görüntünün normal ya da tümörlü bölge olarak iki ayrı sınıfa ayrılması sağlanmıştır [14]. Sınıflandırıcı olarak kNN kullanılmıştır. K en yakın komşu algoritması (K nearest neighbor (KNN)), örnek tabanlı bir sınıflandırma algoritmasıdır ve amacı, yeni bir örnek geldiğinde var olan öğrenme verisi üzerinde sınıflandırma yapmaktır. Sınıflandırılmak istenen veri, verilen k değeri kadar en yakın komşunun sınıfına göre sınıflandırma işlemi yapmaktadır.

**4. Deneysel Sonuçlar**

Bu çalışmada, BDT sisteminin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için REMBRANDT [15] veri seti kullanılmıştır. REMBRANDT veri seti National Cancer Institute tarafından paylaşılan The Cancer Imaging Archive (TCIA) veri tabanına ait bir veri setidir. Tüm görüntüler DICOM dosya formatında ve MR-T1 görüntüsüdür. Veri setinde kullanılan tüm görüntüler 512X512 piksel çözünürlüğünde ve 16 bit gri seviyede dijital hale getirilmiştir.

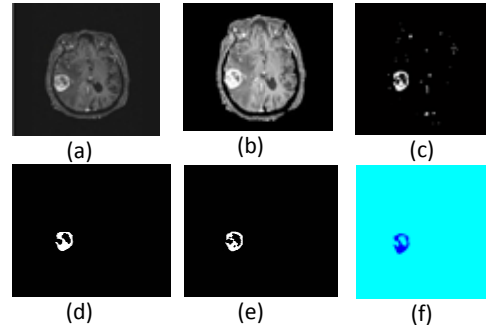
Bu çalışmada REMBRANDT veri setindeki 13 hastaya ait aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde olmak üzere toplam 845 adet beyin kesiti kullanılmıştır. Tablo 1'de bazı hastalara ait bilgiler yer almakta ve negatif sütunu gerçekte tümörsüz olan kesitlerin sayısını, pozitif sütünü ise tümör içeren kesitlerin sayısını belirtmektedir. Doğru pozitif sütünü, gerçekte tümör içeren yani pozitif kesitlerden BDT sisteminde de pozitif olarak tespit edilen kesitlerin sayısını belirtir. Yanlış pozitif sütünü, gerçekte tümör içermeyen yani negatif olan kesitlerden BDT sisteminde tümörlü olarak işaretlenen kesitlerin sayısını belirtir. Doğru negatif sütünü gerçekte negatif olan yani tümör içermeyen kesitlerden BDT sisteminde de negatif olarak tespit edilen kesitlerin sayısını belirtir. Yanlış negatif sütünü ise gerçekte tümör içeren yani pozitif olan kesitlerden BDT sisteminde negatif olarak tespit edilen kesitlerin sayısını belirtir. Elde edilen bu veriler ile hesaplanan performans değerlendirme ölçütlerinin sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Bir hastanın, vücudun uzun aksına dik olarak beyin (aksiyal) kesitine sırasıyla uygulanan işlemlerin sonucunda elde edilen görüntüler Şekil 3'de verilmiştir.

	HASTA NO	KEŞİT SAYISI	GERÇEK BULGU		BDT TAHMİNİ			
			NEGATİF	POZİTİF	DOĞRU POZİTİF(TP)	YANLIŞ POZİTİF(FP)	DOĞRU NEGATİF(TN)	YANLIŞ NEGATİF(FN)
Aksiyal	5299	28	6	22	20	2	5	1
	5316	14	7	7	7	0	6	1
	5317	18	7	11	9	2	5	2
	5332	12	5	7	6	1	5	0
	5338	18	8	10	9	1	7	1
Koronal	5299	15	7	8	8	0	7	0
	5316	15	7	8	8	0	5	2
	5317	18	4	14	11	3	4	0
	5332	9	4	5	5	0	3	1
	5338	11	5	6	5	1	5	0
Sagittal	5299	18	9	9	8	1	7	2
	5316	47	14	33	25	8	11	3
	5317	42	10	32	29	3	10	0
	5332	41	12	29	27	2	10	2
	5338	37	7	30	24	6	7	0

Tablo 1. BDT sisteminin test sonuçları

BDT Tahmini	Gerçek Bulgu	Gerçek Bulgu	
		Pozitif	Negatif
Pozitif	498	71	
Negatif	44	232	
Duyarlılık	91.88 %		
Seçicilik	76.57 %		
Pozitif tahmin değeri	87.52 %		
Negatif tahmin değeri	84.06 %		
Doğruluk	86.39 %		

Tablo 2. Tümör tespit çalışmasının sonuçları



Şekil 3. (a) tümör içeren görüntü, (b) ön işlem uygulanmış görüntü, (c) eşiklenmiş görüntü, (d) genişleme işlemi uygulanmış görüntü, (e) aşınma işlemi uygulanmış görüntü (f) bağlantılı bileşen etiketlendirme işlemi



## 5.Sonuçlar

Bu çalışmada beyin MR görüntülerindeki tümörlerin otomatik olarak tespit edilmesi için BDT sistemi geliştirilmiştir. Tümör tespiti için piksel değerleri üzerinden çıkarılan öznelikler çoğu zaman yetersiz kaldığından yapısal nicelikler gibi farklı öznelikler de etkili olabilmektedir. Bu açıdan da tümörlü bölgeyi en iyi ayıracak özneliklerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen yöntemde, ilk olarak beyin MR görüntüsü birtakım ön-işlemlere tabi tutulur ve elde edilen imge uygun bir eşik değeri belirlenerek kitlenin bölütlenmesi sağlanır. Sonrasında bölütlenmiş görüntü birtakım morfolojik işlemlere tabi tutularak ilgili alanları tespit edilir. Üçüncü aşamada ise elde edilen ilgi alanlarına ait öznelikler elde edilir. Son olarak elde edilen öznelikler kNN ile sınıflandırılarak tümör tespiti işlemi gerçekleştirilir. BDT sistemi tasarlanması ve geliştirilmesi için benzer çalışmalar yapan Seda Kazdal ve arkadaşları[9] kullandıkları yöntem ile medikal görüntüler üzerinde % 82,49 sınıflandırma başarısı elde etmişlerdir. Önerilen yöntem ise 13 hastaya ait 845 adet manyetik rezonans görüntü kesiti üzerinde uygulanmış ve %86.39 sınıflandırma başarısı elde edilmiştir.

## 6.Kaynakça

- [1] Erdoğan Tepeli. <http://www.herbalisterdogantepeli.com>. Erişim Tarihi: 28.07.2015.
- [2] Ulku, E.(2012), 3 Boyutlu Görüntülerden Beyin Tümörlerinin Bilgisayar Destekli Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [3] Khotanlou, H.,3d Brain Tumors and Internal Brain Structures Segmentation in Mr Images, Telecom ParisTech, (2008).
- [4] Raj., A.; Alankrita; Srivastava, A.; Bhateja, V., Computer Aided Detection of Brain Tumor in Magnetic Resonance Images, Engineering and Technology, 3, (2011) 523-532
- [5] Kazdal, Seda; Dogan, Buket; Camurcu, Ali Yılmaz, Computer-aided detection of brain tumors using image processing techniques, Signal Processing and Comm. Applications Conference (SIU), 2015 23th, vol., no., pp.863,866, 16-19 May 2015
- [6] Chan, T., (2009). Computer aided detection of small acute intracranial hemorrhage on computer tomography of brain. Computerized Medical Imaging and Graphics, 31, 285-298.
- [7][http://www.turkcancer.org/newsfiles/60turkiye\\_kanser\\_istatistikleri-2.pdf](http://www.turkcancer.org/newsfiles/60turkiye_kanser_istatistikleri-2.pdf):"Türk Kanser Araştırma Ve Savaş Kurumu Derneği", (Son erişim: 15.08.2015).
- [8] Abdullah Kızılkaya. [http://akizilkaya.pamukkale.edu.tr/B%C3%B6l%C3%BCm4\\_goruntu\\_isleme.pdf?](http://akizilkaya.pamukkale.edu.tr/B%C3%B6l%C3%BCm4_goruntu_isleme.pdf?). Erişim Tarihi: 28.09.2015
- [9] Kazdal, S. (2013), Beyin Tümörlerinin İleri Görüntü İşleme Ve Örüntü Tanıma Teknikleri Kullanılarak Bilgisayar Destekli Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye

[10] Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Eddins, S.L., ( Digital Image Processing Using MATLAB. 1st e Prentice Hall, 1-109, 141-195, 335-514.

[11] Vannier, M.W., Haller, J.W., (1998). Biomedical Segmentation. ICIP (2).

[12] Alpaslan, Nuh; Kara, Asuman; Zencir, Busra; H Davut, "Classification of breast masses in mamm images using KNN," Signal Processing and Comm Applications Conference (SIU), 2015 23th, vol. pp.1469,1472, 16-19 May 2015

[13] Alpaslan N., Toptaş M., Öztürk B., Hanbay D., ' Detection on Mammograms and Normal-Benign-Ma Distinction", National Conference biomedical Technologies,TıpTekno2014,Kapadokya/Tu ep. 2014.

[14] Papadopoulos, A. N.; Plissiti, M. E.; Fotiadis, Medical-Image Analysis Methods, CRC Press, (2005).

[15] National Cancer Institute. <http://www.cancerimagingarchive.net/>.